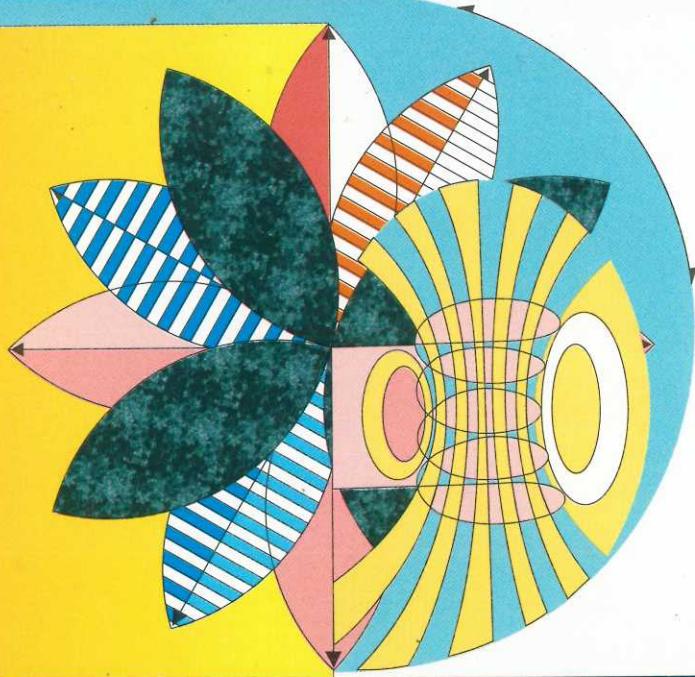


ANDREI RĂDULESCU



ELECTRO TERAPIE



Editura Medicală

CAPITOLUL III

CURENTUL GALVANIC (CONTINUU)

III.1. PROPRIETĂȚI FIZICE. METODE DE PRODUCERE A CURENTULUI CONTINUU

Curentul electric reprezintă o deplasare de sarcini electrice (electroni) de-a lungul unui conductor. Conductorul electric este corpul prin care poate trece un curent electric continuu. Se deosebesc conductoare de gradul I – metalice – prin care curentul trece fără să provoace reacții chimice; conductoare de gradul II – electrolitice – soluții de acizi, baze sau săruri în care trecerea curentului electric produce o electroliză și conductoare gazoase – de gradul III. Dacă în primele, curentul realizează numai mișcarea electronilor, în celelalte două categorii de conductoare este antrenată și mișcarea ionilor.

Dacă sensul de deplasare al electronilor este același, menținându-se la o intensitate constantă, este vorba de un curent continuu constant.

Intensitatea curentului poate varia, crescând de la valoarea zero a intensității până la un anumit nivel – caz în care ia numele de curent continuu ascendent – sau descrescând spre zero – acesta fiind un curent continuu descendente. Dacă aceste creșteri și descreșteri au loc ritmic, curentul ia forma unei curbe ondulatorii și se numește curent variabil.

Curentul continuu a fost – și este – foarte frecvent utilizat în terapeutică, aplicarea sa fiind îndeobște numită galvanizare, după numele lui Galvani, cel care a făcut pentru prima dată renumitele sale experiențe în secolul al XVIII-lea.

Pentru producerea curentului electric continuu au fost folosite – cronologic – diferite metode, cele mai importante fiind metodele chimice, mecanice și termoelectronice.

Metode chimice

S-a constatat de mult că la nivelul de contact dintre două metale diferite se naște o diferență de potențial electric denumită forță electromotoare de contact. Această diferență de potențial este extrem de mică și diferă după natura metalelor utilizate și în funcție de caracteristicile mediului în care se lucrează. Acest potențial electric poate fi semnificativ crescut (de mii de ori în unele cazuri) dacă metalele sunt introduse în soluții acide. În această situație, forța electromotoare devine utilizabilă pentru diferite scopuri în industrie, radiologie, medicină etc.

Elementul clasic de producere a curentului continuu prin metoda chimică îl reprezintă pila lui Volta (fig. 107), renumitul fizician care a reușit să obțină pentru prima oară curent electric prin această metodă.

El a introdus două bare metalice din metale diferite – zinc și cupru – într-un vas izolat conținând soluție diluată cu acid sulfuric. Prin legarea capetelor exterioare a celor două bare cu un conductor, s-a creat între acestea (cu rol de electrozi) o diferență de potențial de 0,9 V.

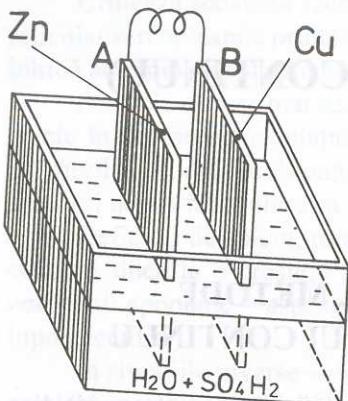


Fig. 107 – Pila lui Volta.

Aceste reacții chimice determină o eliberare de ioni cu semne diferite care se acumulează la nivelul electrozilor, creându-se în consecință o diferență de potențial electric între cei doi electrozi. Surplusul de electroni negativi de la nivelul catodului trece prin firul metalic (conductor de gradul I) spre anod, în scopul restabilirii stării de echilibru electric. Aceasta este curentul electric obținut și el se scurge într-un singur sens. După un anumit timp de funcționare a pilei voltaice se formează noi reacții chimice în jurul electrozilor, care generează o nouă forță electromotoare contrară celei existente și care este în măsură să micșoreze sau chiar să anuleze diferența de potențial formată inițial.

Acest fenomen, care împiedică generarea de curent continuu și se petrece la nivelul electrozilor se numește polarizare. Datorită acestui fenomen, elementele voltaice nu pot să debiteze timp îndelungat curent electric de aceeași intensitate. Pentru înlăturarea acestui inconvenient se folosesc diferite sisteme depolarizante. Acest deziderat este obținut cu alte elemente, realizate ulterior, precum elementul Leclanché (un electrod pozitiv din cărbune de retortă, bioxidul de mangan ca depolarizant și soluție apoasă de clorură de amoniu ca electrolit), elementul Daniell (cu anodul de zinc amalgamat în soluție de sulfat de zinc și catodul din cupru în soluție de sulfat de cupru), elementul Weston (cu electrozii alcătuși din mercur și cadmiu) etc.

Ca pile electrice secundare au fost imaginați și realizăți acumulatorii electrici – generatori electrici de curent continuu de tip special care eliberează energie electrică numai după ce au fost încărcați cu curent electric. De tip acid (cu electrozi de plumb antimoniat) sau de tip alcalin (cu mase active din hidroxid de nichel și fier spongios) se bazează pe același principiu de funcționare: producerea curentului electric prin reacții chimice după deconectarea electrozilor de la sursa de curent continuu și închiderea ulterioară a circuitului.

Metode mecanice

Transformarea energiei mecanice a unui motor (cu aburi sau combustie internă) în energie electrică este realizată de dinam. Cel mai simplu model de dinam este reprezentat de un electromagnet puternic între polii căruia se rotește un con-

Aceasta a devenit astfel de 3 000 de ori mai mare decât cea realizată în mediu uscat. Forța electromotoare a curentului continuu care circulă prin conductor se menține atâta timp cât circuitul este închis. La întreruperea contactului, neexistând nici un fel de deplasare de electroni, nu se înregistrează devierea acului unui voltmetru intercalat.

Producerea curentului electric se bazează pe reacțiile chimice survenite în soluția de acid sulfuric și electrozii introdusi în vas. Soluția de acid sulfuric se disociază electrolytic în ioni de H^+ și radical SO_4^{2-} . Reacțiile chimice au loc între ionii din soluție și ionii de cupru și zinc.

ductor format din mai multe spire electrice. Energia mecanică de rotație este astfel transformată prin intermediul rotorului într-un curent electric care se captează la nivelul colectorului.

Convertizorul electric utilizat în fizioterapie este un aparat care transformă curentul electric alternativ în curent continuu. Este vorba de un motor-generator care transformă curentul alternativ de 220 V de la rețea în curent continuu de circa 40–50 V, prin intermediul energiei mecanice de rotație. Deoarece curentul electric obținut prin metodele mecanice este un curent pulsator, la aceste sisteme se adaugă obligatoriu un filtru electric cu ajutorul căruia curentul devine un curent continuu constant.

Metode termoelectronice

În ultimul timp, redresarea curentului alternativ prin convertizoare a fost înlocuită cu mijloace avantajoase, care înlătură o serie de neajunsuri existente la metodele mecanice (greutatea mare a aparaturii, întreținerea dificilă și permanentă, inconstanța curentului, manevrarea greoaie, deplasarea anevoieasă a aparaturii etc.).

Redresoarele moderne au trecut succesiv prin etape de perfecționare, care au dus la realizarea a diferite modele și tipuri utilizate în industrie și radiofonie. S-a ajuns la utilizarea redresoarelor electronice, cunoscute sub denumirea de lămpi sau tuburi electronice, mult utilizate pe scară industrială în diferite domenii, inclusiv în electroterapie. Cele mai simple sunt diodele, alcătuite din 2 electrozi: un anod sub formă de placă și un catod sub formă de filament spiralat, înglobați într-un balon de sticlă în vid (fig. 108). Lampa permite deplasarea electronilor între cei doi electrozi numai într-un singur sens, totdeauna dinspre filament spre placă. Legând filamentul cu polul negativ, iar placa cu polul pozitiv al unei surse de curent continuu, se constată o diferență de potențial între placă și filament. Ea va face ca electronii care au fost eliberați de filament să străbată vidul din tub și să ajungă la placă, fiind atrași de aceasta prin încărcătura ei pozitivă. Această migrare de electroni între catod și anod dă naștere la un curent electric continuu.

Dacă lampa diodă va fi racordată la o sursă de curent alternativ, atunci cele 2 faze descrise mai sus se succedă în mod ritmic. Curentul alternativ își schimbă sensul de 50 ori pe secundă, deci filamentul și placa vor deveni alternativ pozitiv și negativ tot de atâtea ori. Această alternanță va face ca electronii să se îndrepte spre placă în mod întrerupt numai în momentul în care este realizată situația care permite trecerea electronilor. O astfel de redresare cu o diodă simplă oferă o frecvență de 50 de semiperioade. Semiperioadele negative nu se redreseză. Folosind două diode, se obține o redresare de 100 impulsuri jumătate sinusoidale (fig. 109).

Aceeași funcție o poate îndeplini și dioda bianodică, adică dubla diodă.

Un tip superior și perfecționat de redresori îl reprezintă semiconducțorii, la care se utilizează elemente cu proprietăți electrice deosebite: seleniu, germaniu, siliciu, cuproxid etc. Semiconducțorii prezintă o serie de avantaje considerabile: nu se sparg, au o uzură redusă, dimensiunile și greutatea lor permit construcția unor aparate ușoare și cu randament crescut. Aceste avantaje au dus la extinderea utilizării lor în fabricarea aparatelor de electroterapie, astăzi semiconducțorii ajungând un apanaj exclusiv al aparaturii din domeniul

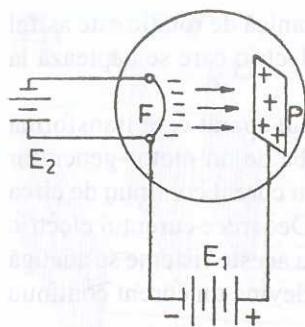


Fig. 108 – Tub electronic (diodă).

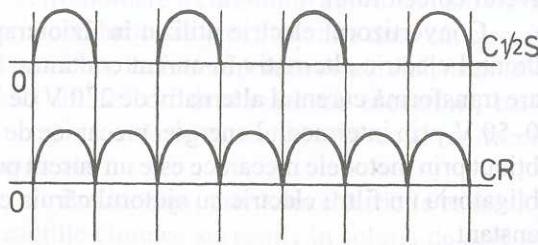


Fig. 109 – Curent jumătate redresat și curent redresat.

III.2. APARATURA PENTRU CURENT CONTINUU

Aparatele folosite în electroterapie care furnizau numai curent continuu au fost cunoscute sub denumirea de pantostate sau galvanostate. Modelele vechi furnizau curent continuu, curent continuu întrerupt, curent modulat și curent faradic. Tipurile din această „generație“ de aparate (folosite mulți ani) au funcționat inițial pe bază de dinam, având o greutate mare, fiind înlocuite ulterior de pantostatele cu lămpi (diode și duble diode), cu rol de convertizor. Progresul tehnic a dus – inherent – la realizarea unui pas înainte prin descoperirea și utilizarea semiconducțorilor în sistemul de redresare a curentului. Astfel, aparatele au devenit de 10 ori mai ușoare, furnizează un curent continuu bine filtrat și constant, realizând și posibilitatea de modulară a formelor de curent oferite.

Tendința actuală în fabricarea aparaturii de electroterapie este de a îngloba curentul galvanic în aparate mai complexe care să poată fi utilizate și pentru diferite forme și tipuri de curenți cu impulsuri de joasă frecvență. Chiar în condițiile existenței și utilizării acestor tipuri de aparate trebuie să menționăm că în structura și funcționarea tuturor modelor intră următoarele componente principale:

1. Sistem de alimentare cu curent electric de la rețea (cordoană, întrerupător).
2. Dispozitiv de redresare (convertizor, tub, semiconductor).
3. Dispozitiv de reglare a intensității (potențiometru).
4. Comutatoare pentru forma curentului (galvanic, faradic).
5. Instrument de măsură (miliampmetru).
6. Sistem de racordare cu pacientul (borne, cabluri, cleme, electrozi).

1. Sistemul de alimentare. Alimentarea pantostatelor se face cu curent alternativ sinusoidal de la rețea (220 V), prin intermediul unei prize ce trebuie să aibă asigurată printr-un fir anume destinat, legătura cu pământul (Schucko). Cordonul de legătură cu sursa de alimentare, izolat cu cauciuc sau material plastic este prevăzut la un capăt cu un stecker pentru priză și la celălalt cu mufă de cuplare cu aparatul. Conform normelor actuale de utilizare și securitate, cordonul trebuie să conțină și fir pentru asigurarea „împământării“. La modelele vechi care nu erau astfel asigurate, trebuia să se adauge un conductor izolat care făcea legătura

direct sau indirect între „masa“ aparatului și pământ. Toate aparatele sunt prevăzute cu un întrerupător general al curentului – sau comutator de pornire – de diferite tipuri (basculant, rotor, tastă), amplasat pe panoul frontal al aparatului și care este primul element acționat în manevrele succesive de aplicație a procedurii.

2. Redresarea curentului de la rețea se face cu ajutorul unui convertizor care de-a lungul timpului a cunoscut transformări înnoitoare, ajungându-se la utilizarea semiconducțorilor.

3–4. Potențiometrul are rolul să crească și să descrească în mod lent intensitatea curentului de la zero la o anumită valoare, în cadrul unei limite maxime date, cu care este prevăzut instrumentul de măsură al fiecărui tip de aparat. De regulă, trebuie să existe un potențiometru pentru fiecare formă de curent furnizată de aparat, acționat de comutatorul corespunzător.

5. Instrumentul de măsură este montat pe panoul frontal al aparatului și prezintă pe un cadran una sau două scări de diviziuni gradate în miliamperi, în multiplu de zece. Unele aparate sunt prevăzute și cu lămpi semnalizatoare luminoase care indică debitarea curentului la borne și funcționarea aparatului.

6. Bornele aparatului sunt de obicei pereche și permit fixarea cablurilor pentru electrozii de polaritate diferită. Cablurile sunt conductori izolați în cauciuc sau masă plastică, cu diametrul de 1–1,5 mm și lungimea necesară aplicării electrozilor pe regiunile tratate ale pacientului culcat pe patul alăturat aparatului (1,5–2 m); la un capăt au o banană sau o clemă de fixare la borne și la celălalt capăt, un sistem de prindere la electrodul metalic (banana, clemă etc.). Deseori, sunt utilizate cabluri bifurcate, necesare aplicării concomitente a doi electrozi la același semn de polaritate. Unele aparate sunt prevăzute și cu un comutator schimbător de polaritate care permite inversarea polarității aplicației fără a mai schimba cablurile la borne. Electrozii (elementele metalice care sunt aplicate pe pacient) sunt descriși la capitolul de metodologie a aplicațiilor terapeutice cu curent galvanic.

III.3. ACȚIUNILE BIOLOGICE ALE CURENTULUI GALVANIC

Acțiunile biologice complexe ale curentului galvanic asupra țesuturilor corpului omenesc nu sunt încă perfect cunoscute în totalitatea lor. Cele mai caracteristice sunt modificările ionice ce apar în țesuturi sub influența curentului și care în mod secundar declanșează o serie de procese biologice.

Din punct de vedere electrochimic și al gradului de conductibilitate electrică, corpul omenesc este considerat ca un conductor de gradul (ordinul) II, fiind privit ca un electrolit: numeroase săruri sunt dizolvate în mediu lichidian, apa reprezentând circa 70% din greutatea corpului.

Acest mediu electrolitic nu este însă omogen, având numeroase elemente cu grade diferite de conductibilitate și din acest motiv nu poate fi străbătut uniform de curentul electric. Sub acest aspect, structurile tisulare ale corpului omenesc pot fi împărțite în câteva grade de conductibilitate (Krîlova și Simanko):

Gradul I – Foarte buni conduceri: sânge, limfă, lichid cefalorahidian, corpul vitros.

Gradul II – Buni conduceri: glande sudoripare, mușchi, țesutul subcutanat, organe interne.

Gradul III – Rău conduceri: țesutul nervos, țesutul adipos, glandele sebacee, țesutul osos.

Gradul IV – Foarte rău conduceri: părul și epiderma.

Aplicarea curentului galvanic asupra organismului va determina o serie de procese, studiate și diferențiate în două grupe: efecte polare la nivelul electrozilor aplicați și efecte interpolare produse în interiorul organismului, în regiunea cuprinsă între cei doi electrozi. Aceste efecte se manifestă concomitent și efectul total al curentului – se poate spune că este însumarea lor.

Efectele polare se rezumă la modificările survenite la locul de contact al tegumentului cu electrozi aplicați. Ele sunt consecința electrolizei, cu producere de acid (HCl) la anod și de bază ($NaOH$) la catod. Ele depind de calitatea electrodului (forma, dimensiunea, compoziția chimică), de calitatele curentului (intensitatea, direcția, sensul, densitatea, durata) și de anumite proprietăți ale organismului (starea tegumentului, rezistența electrică, capacitatea, conductibilitatea diverselor țesuturi, reactivitatea generală). În cazuri de supradoxozare a curentului electric, se produc efecte polare extreme: arsuri și necroze.

Efectele interpolare sunt cele cu importanță pentru terapie. Ele se produc ca urmare a modificărilor fizico-chimice tisulare generate de trecerea curentului și constau în procese de bioelectroliză, ionoforeză, electroosmoză, modificări de potențial de membrană, modificări de excitabilitate neuromusculară, efecte termice și de inducție electromagnetică, modificări în compoziția chimică a țesuturilor.

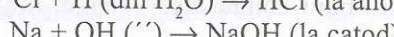
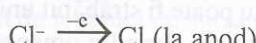
III.3.1. MIGRAREA IONILOR. ELECTROLIZA BIOLOGICĂ. IONOFOREZA. ELECTROFOREZA. ELECTROOSMOZA

Migrarea ionilor este fenomenul care se produce după disociația electrolitică. Ea se desfășoară în spații restrânse, în interiorul celulei și în spațiile intercelulare. Ionii pozitivi, precum H^+ , sunt respinși de polul pozitiv (anod) și migrează către polul negativ (catod), numindu-se din această pricină cationi; ionii negativi, precum radicalul OH^- , sunt respinși de catod și migrează către anod, numindu-se anioni.

Electroliza biologică. Ajunși la polii respectivi (reprezentați de electrozi), ionii își pierd sarcina electrică, devenind atomi liberi. Eliberarea atomilor liberi din soluția electrolitică se numește electroliză (H. Edel).

Între atomii neutri rezultați în acest mod se produc diverse reacții chimice ca fenomene secundare.

Reacțiile produse de trecerea curentului galvanic printr-o soluție de clorură de sodiu (element de bază în structurile tisulare ale organismului) se pot schematiza astfel:



Prin deplasarea cationilor (pozitivi) spre catod și a anionilor (negativi) spre anod se formează în apropierea electrozilor – paralel cu suprafața lor de contact cu tegumentul – o concentrație de sarcini electrice de semn contrar cu electrodul. Aceste sarcini constituie în țesuturi un electrod nou, „virtual”, care va poseda la un moment dat o diferență de potențial egală cu a electrodului, determinând fenomenul de polarizare biologică.

S-a observat că în prezența sarcinilor negative, permeabilitatea membranelor celulare crește și, invers, aceasta scade în prezența sarcinilor pozitive.

Formarea acidului (HCl) și a bazei (NaOH) sunt fenomene terțiare. Acumularea acestora la nivelul electrozilor respectivi pot produce arsuri și chiar necroze cutanate (acide, respectiv alcaline). Pentru contracararea acestor acțiuni și preîntâmpinarea apariției acestor leziuni cutanate este indispensabilă utilizarea straturilor hidrofile de protecție (suficient de groase) plasate intermedier între electrozi și tegument.

Pentru aceleași motive este recomandabilă utilizarea soluțiilor de protecție care, în plus, mai au rolul de a „uniformiza”, curentul galvanic, de a îmbunătăți conductibilitatea tisulară la curent și de a favoriza transportul de substanțe din soluțiile utilizate la ionizări.

În acest scop se utilizează 20 ml de soluție la 100 cm² de suprafață de electrod, după următoarele formule:

1. NaCl 5 g
NaOH anhidru 1 g
Apă distilată ad. 1 000 ml

La polul pozitiv, unde va neutraliza
cei 0,09 mE HCl produși aici

2. NaCl 6 g
HCl diluat 6,5 g
Apă distilată ad. 1 000 ml

La polul negativ, unde va neutraliza
cei 0,02 mE NaOH produși aici

Ionoforeza este alt proces biochimic care are loc în țesuturi și este reprezentat de deplasarea ionilor prin membranele celulare semipermeabile.

Deoarece organismul nu se prezintă ca o soluție cristaloidă omogenă, având în compoziția sa și soluții coloidale, vom mai regăsi la trecerea curentului galvanic și fenomenele de electroforeză și electroosmoză.

Electroforeza. Moleculele nedisociate din elementele neutre electric, cum sunt de exemplu coloizi, se încadrează prin adsorbție cu ioni și se deplasează în direcția catodului (catelectroforeză) sau a anodului (anelectroforeză), după semnul încărcăturii electrice.

Electroosmoza. Este deplasarea conținutului de apă din țesuturi prin structurile membranelor sub influența curentului continuu.

Am amintit succint aceste fenomene biochimice și electrochimice pentru cunoașterea lor și posibila lor acțiune și participare în conducerea tisulară a curentului galvanic. Dar, trebuie să menționăm că cercetările experimentale ale lui Ipsen și colab. au stabilit că trecerea curentului galvanic prin țesuturi se face aproape exclusiv electroforetic, adică prin mișcarea anionilor și cationilor în câmpul electric, în puține cazuri electroforetic adică prin mișcarea particulelor coloidale încărcate

electric, foarte rar se creează condiții pentru conducerea electroosmotică și în mică măsură se manifestă conducerea protonică (în situațiile în care structura chimică a substanțelor creează condiții favorabile cedării – preluării de protoni) (H^+).

III.3.2. REZISTIVITATEA TISULARĂ LA CURENT (REZistență OHMICĂ)

De multă vreme (1873 – Munk), s-a observat că în cursul galvanizării aplicată dintr-o sursă constantă, tensiunea curentului crește (de câteva ori după o jumătate de oră de aplicație). Acest fenomen se petrece datorită scăderii rezistivității cutanate, fapt ce necesită creșterea intensității curentului la un interval scurt de timp după închiderea circuitului.

Datorită faptului că aprecierea rezistivității tisulare la curent unidirecțional (continuu, galvanic) întâmpină dificultăți (și din cauza apariției polarizației), s-a recurs la măsurarea rezistenței ohmice tisulare prin curenți alternativi. Prin această metodă s-a ajuns la constatarea unor valori diferite de rezistență ohmică tisulară:

- lichidele organismului: 80–130 ohmi/cm;
- mușchi și alte organe bogate în apă; în jur de 300 ohmi/cm;
- organe parenchimatoase mai profunde: 400 – 600 ohmi/cm;
- organe bogate în aer, grăsimi: 1 000 – 3 000 ohmi/cm.

Majoritatea țesuturilor pot fi considerate ca o suspensie de celule în lichidul intercelular.

Citoplasma celulară are o rezistență mică – de ordinul a 100 ohmi/cm; membrana celulară manifestă o rezistență electrică superficială în jur de 1 000 ohmi/cm. Pe baza ecuației lui Maxwell pentru astfel de sisteme, diferiți autori au încercat să calculeze rezistivitatea medie tisulară (Fricke – 1933, Velick și Gorin – 1940). Cole și Curtis, printr-o ecuație proprie, au găsit o rezistivitate medie (măsurată) de 250 ohmi/cm (1955) pentru un țesut cu celule sferice și reprezentând aproximativ 50% din structurile celulare. În țesuturile anoxice s-a constatat o creștere a rezistivității, care în anumite limite este reversibilă.

În orice caz, trebuie să avem în vedere că valoarea rezistivității trebuie considerată doar ca o surprindere instantanee în dinamica fiziolologiei tisulare. Prin aplicații de curent cu tensiune de peste 2 V (4–8 V, densitatea curentului peste 50 microamperi/cm²), Ipsen a constatat următoarele:

- rezistivitatea cutanată scade sistematic; la început rapid, apoi treptat, tot mai lent, ajungându-se după 30–40 minute la un echilibru dinamic;
- creșterea intensității curentului duce la o nouă scădere a rezistivității, la un nivel de echilibru mai scăzut;
 - evoluția rezistivității este hiperbolică;
 - intreruperea curentului duce la creșterea rezistivității, la început rapid, apoi mai lent – de asemenea hiperbolic, revenind la valorile inițiale;
 - scăderea rezistivității este mai rapidă decât restituția sa după intreruperea curentului;
 - viteza de reducere a rezistivității este proporțională cu tensiunea în electrozi;

– după atingerea echilibrului, valoarea medie a rezistivității superficiale este de 20–30 de ori mai mică decât valoarea inițială;

– rezistivitatea este variabilă, reacționând (în plus sau în minus) la diferiți excitații senzitivi, senzoriali și psihici.

Rezistivitatea cutanată înregistrează diferențe mari, notabile, de la individ la individ și chiar la același subiect, în diverse condiții și situații, condiționate constituțional-fiziologic și patologic. Astfel s-a constatat influențarea și modificarea rezistivității cutanate de oscilațiile temperaturii corpului, menstruație, somn, efort fizic, precum și de variațiile perspirației cutanate insensibile. De asemenea, o destul de însemnată importanță asupra acesteia o reprezintă lungimea segmentului corporal străbătut de curent, precum și diametrul segmentului corporal; segmentele lungi, cu diametru mic, au o rezistență mai mare, fapt ce ar necesita la aplicațiile longitudinale pe un membru superior sau inferior – pentru obținerea unui efect terapeutic cert – tensiuni de curent mult mai mari, care de fapt nu pot fi aplicate în terapie. (Din acest motiv, ne dăm seama că aplicațiile longitudinale pe membre au o eficiență redusă.)

Rezistivitatea cutanată spontană este influențată și de ritmurile biologice. Referindu-ne la ritmul diurn, menționăm că au fost constatate (înregistrate) 3–4 vârfuri pe zi (Regelsberg – 1952); acestea au fost puse pe seama echilibrului neurovegetativ, a ingestiei de alimente, a perspirației insensibile. Electrodermatogramele efectuate de Dorscheid (1960) au dovedit că valorile rezistivității evoluază paralel cu eliminarea apei, ritmul alimentației, echilibrul sistemului neurovegetativ. Privind ritmurile lunare, s-au remarcat evoluții ale curbei rezistivității cutanate în ciclu de 3–4 săptămâni (scădere hiperbolică), la femei fiind legate de ciclul menstrual. De asemenea, s-a semnalat și o variație în ritm anual, cu scădere hibernală a rezistivității (cu minimum în luna februarie și o creștere a acesteia în timpul verii, iulie-septembrie, când este de 20–25 de ori mai mare decât în timpul iernii).

În condiții patologice, s-a constatat că rezistivitatea cutanată scade în melancolie, neurastenie, alcoolism, la morfinomani, stări după traumatisme cu leziuni craniene, hiperexcitabilitate simpanică și crește în epilepsie, hemiplegie infantilă, mixedem, sclerodermie etc. Aceste relații între rezistivitatea tisulară la curent și diferențele stării fiziologice pot fi utilizate în aplicațiile terapeutice ale curentului galvanic. În acest sens, este valabilă regula că la indivizii care au la un moment dat o valoare mare a rezistivității cutanate, influența curentului determină o scădere relativ mai mare a acesteia, decât la cei care sunt în faza de rezistență redusă (Ipser, 1969).

III.3.3. POLARIZAREA TISULARĂ PRIN CURENT GALVANIC. DEPOLARIZAREA

Prin *polarizare* înțelegem apariția unei tensiuni sau a unei diferențe de potențial. Când aceasta se produce la trecerea curentului, ea reprezintă o „antitensiune”, adică o tensiune de sens opus curentului polarizant. Datorită producerii acesteia, tensiunea curentului polarizant se reduce. Această reducere –

constantă la măsurarea valorilor electrice – a fost interpretată ca o creștere a rezistivității tisulare. Ori, am văzut că reacția logică la trecerea curentului galvanic nu este creșterea, ci scăderea sistematică a rezistivității tisulare.

Tensiunea de polarizare se poate intercepta când întrerupem brusc curentul și înregistram un curent de sens opus. Tensiunea de polarizare ar trebui măsurată cu ajutorul milivoltmetrului electronic și captată cu electrozi nepolarizabili. Considerațiile lui Ipser privind aspectele legate de polarizare:

- tensiunea de polarizare crește la început rapid, apoi mai lent, după o curbă hiperbolică;
- atinge starea maximală de echilibru electric după 30–40 minute (de la introducerea curentului);
 - polarizarea ia naștere pe traseul căii curentului și între electrozi;
 - tensiunea de polarizare este – în mare – direct proporțională cu lungimea căii curentului și cu rezistența tisulară;
 - este invers proporțională cu secțiunea țesuturilor (segmentelor tisulare) străbătute; măsurată la nivelul diferitelor regiuni segmentare, a fost găsită la valori de 120 mV la nivelul antebrațului, 75 mV la nivelul brațului și de numai 20 mV la nivelul părții superioare a toracelui;
 - polarizarea este direct proporțională cu gradientul de tensiune în țesuturi, la 1 cm distanță de calea curentului.

Depolarizarea. După întreruperea curentului polarizant, tensiunea de polarizare scade, mai întâi repede, apoi mai lent, după o curbă hiperbolică (fig. 110). S-a constatat că depolarizarea este mai lentă decât polarizarea premergătoare și că tensiunea de

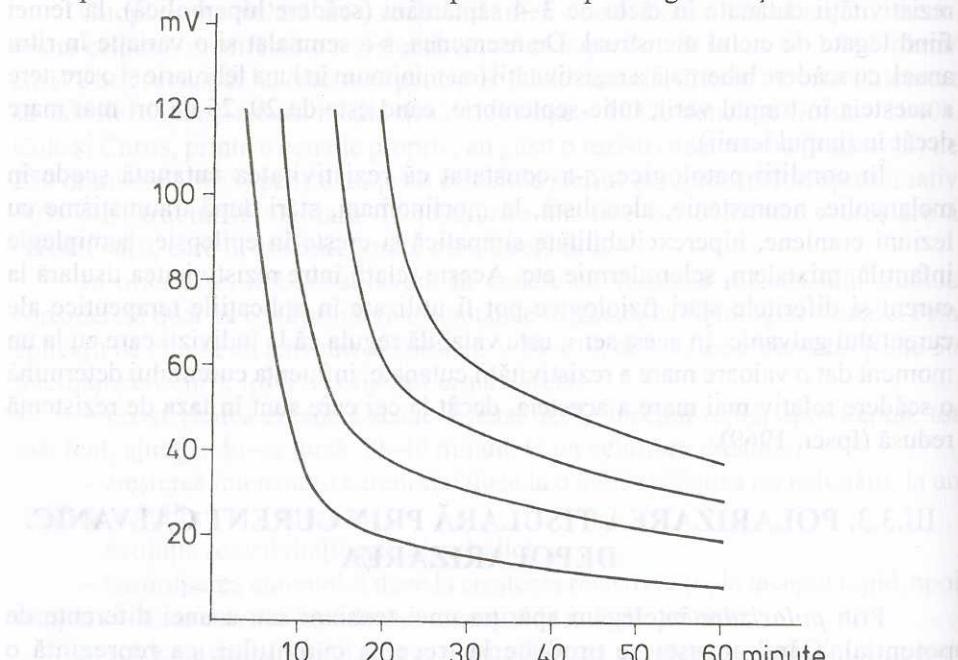


Fig. 110 – Diferite viteze ale evoluției hiperbolice ale depolarizării – la stânga mai repede, la dreapta mai încet).

depolarizare este cu atât mai mare, cu cât este mai mare tensiunea curentului polarizant. Depolarizarea este condiționată de difuziunea ionilor din locul unde au fost transportați de curentul de polarizare. Prin depolarizare se grăbește hiperemia activă cu aproximativ o treime și invers, ischemia provocată artificial se reduce cu o treime. Depolarizarea apare ca un proces spontan dependent de factorii fiziologici pe care țesutul îi are la dispoziție și este mult mai lentă decât polarizarea.

Raporturile dintre polarizare și rezistivitate. Polarizarea și rezistența tisulară ating o stare de echilibru în același timp. Când polarizarea crește, rezistența la curent scade și invers. Explicația acestui fenomen ar fi dată de modificările de permeabilitate ale membrelor celulare – în difuziunea ionilor de sodiu intra și extracelular, la trecerea curentului galvanic. În timpul polarizării membranei, rezistivitatea scade progresiv; după întreruperea curentului, are loc o depolarizare rapidă, cu refinoarea echilibrului ionic inițial, refacerea impermeabilității celulare pentru sodiu și creșterea rezistivității, care revine imediat la valorile inițiale de echilibru.

III.4. EFECTELE FIZIOLOGICE ALE CURENTULUI GALVANIC

Efectele și modificările biologice ale curentului galvanic asupra țesuturilor organismului se manifestă mai ales la nivelul substraturilor ușor excitabile – fibrele nervoase.

Aplicarea curentului galvanic cu pantă (introducere) lină, cum se utilizează în terapie, produce efecte diferite față de cele obținute la utilizarea acestuia în testările diagnostice: nu apar fenomene de excitație motorie sau senzitivă (contracturi musculare sau dureri); totuși au loc modificări biofiziologice certe, care stau la baza efectelor terapeutice.

III.4.1. ACȚIUNEA ASUPRA FIBRELOR NERVOASE SENZITIVE

Receptorii senzitivi din tegument înregistrează la aplicarea curentului galvanic o senzație de furnicătură, care crește proporțional cu intensitatea curentului, transformându-se în înțepături fine, apoi chiar în senzație de arsură, mergând până la senzație dureroasă.

După câteva ședințe de aplicație, se constată creșterea pragului sensibilității tactile și dureroase. Această acțiune analgetică se produce la nivelul electrodului pozitiv.

Analgezia galvanică a fost multă vreme explicată prin modificările excitabilității neuromusculare, cunoscută sub denumirea de electrotonus, din care se disting aspectele de anelectrotonus și catelectrotonus, în raport cu polul la nivelul căruia iau naștere (Pflüger).

La polul pozitiv, unde se produce anelectrotonusul, membranele celulare se hiperpolarizează și scade excitabilitatea; în cadrul catelectrotonusului (la polul negativ), are loc o depolarizare și excitabilitatea crește. Electrotonusul variază cu intensitatea curentului; la intensitățile mici predomină catelectrotonusul, la cele mari anelectrotonusul, în timp ce la cele medii s-ar produce un echilibru al electrotonusului.

Mai târziu, Kowarschik (citat de Gillert) susține că efectul analgetic al curentului continuu se bazează pe modificările ionice dintre electrozi, provocate de deplasarea ionilor. Mai trebuie să adăugăm că în realizarea efectului analgetic intervin și acțiunile galvanizării asupra sistemului nervos central, precum și asupra sistemului circulator.

III.4.2. ACȚIUNEA ASUPRA FIBRELOR NERVOASE MOTORII

Polul negativ utilizat ca electrod activ produce o scădere a pragului de excitare a fibrelor motorii, cu creșterea excitabilității și efect de stimulare. O creștere mai bruscă a intensității curentului, ca și o scădere bruscă a ei, determină o contractie musculară promptă. Această acțiune este utilizată de exemplu în aplicațiile premergătoare – cu scopul de pregătire a fibrelor musculare – în tratamentul cu curenți excitatori al musculaturii denervate.

III.4.3. ACȚIUNEA ASUPRA SISTEMULUI NERVOS CENTRAL

Experiențele efectuate pe animale au demonstrat efectele certe ale curentului galvanic asupra acestora.

Hoff a descris la broască apariția unei manifestări de „amețeală“ în cazul galvanizării „descendente“ (cu polul pozitiv aplicat cranial și cel negativ caudal), precum și instalarea unei „narcoze galvanice“ în cazul creșterii curentului; extremitățile au rămas extinse de-a lungul corpului. La galvanizarea „ascendentă“ a apărut o „convulsie galvanică“, în care extremitățile erau puternic flectate.

Alte observații au fost remarcate după experiențe efectuate la pești. La aplicarea unui curent galvanic descendant, peștii s-au orientat cu capul spre anod și coada la catod; au manifestat de asemenea și semne similare dezorientării, iar la inversarea polarității au apărut semne de excitare.

La om, s-a observat o diminuare a reflexelor în cazul aplicării curentului galvanic descendant, în special în băile galvanice (reducerea reflexului patellar), în timp ce în cursul galvanizării ascendențe a apărut o creștere a excitabilității.

Koeppen a fost cel care a relatat prima dată despre scăderea tonusului sistemului nervos central la aplicațiile descendente ale curenților galvanici (în baia galvanică patru-cellulară).

Organele de simț reacționează specific față de curentul electric. Reacțiile vizuale – numite fosfene – se produc ca senzații luminoase în formă de puncte, bastonașe, cercuri de culoare galbenă sau alte culori; reacțiile auditive se manifestă prin acufene – zgomote în urechi; reacția labirintică – prin vertige „voltaice“ – amețeli, cu deviația capului spre dreapta (la normali) sau spre partea bolnavă; reacțiile gustative se traduc printr-un gust acru la polul pozitiv.

III.4.4. ACȚIUNEA ASUPRA FIBRELOR VEGETATIVE VASOMOTORII

Curentul galvanic are o acțiune hiperemizantă, de activare a vascularizației.

După o scurtă perioadă de vasoconstricție se instalează o hiperemie prin vasodilatație reactivă, manifestată prin apariția unui eritem cutanat la locul aplicării și o creștere moderată a temperaturii locale, tradusă printr-o senzație de căldură plăcută. Această reacție se menține și după întreruperea curentului, fiind mai pronunțată și mai persistentă sub electrodul negativ, dispărând lent după câteva ore. Această vasodilatație se produce atât la nivelul vaselor superficiale, cutanate, cât și la nivelul celor profunde, din straturile musculare, efect deosebit de avantajos pentru aplicațiile terapeutice prin curent galvanic.

Îmbunătățirea vascularizației profunde a fost dovedită prin metode pletismografice, infrasonooscilografice (Baucke-Brech, Edel, Füssel, Lissner) și fluorografice (Hille). Astfel, s-au putut demonstra creșteri ale circulației cutanate cu până la 500% și ale circulației musculare subiacente cu până la 300% (în raport cu circulația de repaus), efecte persistente timp de 15–30 minute după întreruperea aplicației terapeutice.

Unii autori consideră aceste efecte ca superioare celor obținute prin băile parțiale ascendente Hauffe.

Activarea circulației loco-regionale prin curent galvanic are drept consecință o argumentare a irigației sanguine cu efecte biotrofice prin îmbunătățirea nutriției tisulare și o resorbție crescută a exsudatelor și edemelor locale. Din aceste efecte derivă principalele indicații terapeutice în acrocianoză, angioneuropatii, crioparestezile funcționale nocturne ale membrelor inferioare, arteriopatiile periferice atherosclerotice din primele două stadii, algodistrofile membrelor.

III.4.5. ACȚIUNEA ASUPRA SISTEMULUI NEUROVEGETATIV

Sistemul nervos vegetativ reacționează inconstant și individualizat la aplicarea curentului galvanic, în funcție de predominanța tonusului vagal sau simpatic al bolnavului, de locul de aplicare, de polaritate.

Zona „gulerului Scerbac“ (din regiunea cervicală și dorsală superioară), ca sediu de aplicație al procedurii (ca și în domeniul hidrotermoterapiei), este regiunea electivă pentru influențarea sistemului nervos vegetativ.

III.4.6. INFLUENȚA SISTEMULUI CIRCULATOR

Schnee este cel care a observat acțiunea diferențiată a galvanizării descendente și ascendentă asupra sistemului circulator în baia galvanică patru-celulară. Astfel, curentul galvanic descendant accelerează afluxul sanguin din mica circulație spre inimă (circulația de întoarcere a săngelui venos din plămâni și membrele superioare) și transportul săngelui arterial către sistemul portal. Curentul galvanic ascendent

accelerează circulația venoasă de la extremitățile inferioare și de la organele sistemului portal către inimă, favorizează transportul săngelui arterial către plămâni și extremitățile superioare, precum și viteza săngelui venos de la inimă către plămâni.

ACESTE ACȚIUNI DESCRISE SELECTIV NU SUNT GENERAL-VALABILE, CI SE PRODUC INDIVIDUALIZAT DUPĂ REACȚIA SPECIFICĂ A FIECĂRUI BOLNAV LA TIPUL DE GALVANIZARE APICAT.

DIN ENUMERAREA DESCRIPTIVĂ A PRINCIPALELOR ACȚIUNI FIZIOLOGICE ALE APlicațiilor DE CURENT GALVANIC, SE DESPRIND ȘI PRINCIPALELE EFECTE TERAPEUTICE:

- analgetic (antialgic), prin scăderea excitabilității nervoase la nivelul polului pozitiv și prin resorbția metaboliștilor din procesele inflamatorii;
- stimulare neuro-musculară la nivelul electrodului negativ;
- reglare a modificărilor de excitabilitate a sistemului nervos central, în funcție de modul de aplicație;
- reglare nespecifică a constelației neuro-vegetative;
- biotrophic prin îmbunătățirea loco-regională a irigației sanguine și creșterea difuziunii intratisulare;
- vasodilatator prin hiperemia reactivă la nivelul circulației superficiale și profunde.

III.5. MODALITĂȚI DE APLICARE ALE GALVANIZĂRILOR

Galvanizarea (specificată de autorii germani ca „stabilă“ sau „constantă“, spre a se deosebi de vechea metodă de galvanizare mobilă) poate fi aplicată în mai multe feluri;

- A – Cu ajutorul unor electrozi sub formă de plăci de diferite dimensiuni;
- B – Ca baie hidroelectrolitică (galvanică);
 - a) baie parțială (patru-celulară);
 - b) baie completă sau generală (Stanger).
- C – Iontoforeza (ionogalvanizarea) – metoda de introducere a unor substanțe medicamentoase prin tegument, cu ajutorul curentului galvanic.

III.5.1. GALVANIZAREA SIMPLĂ

Electrozii utilizați sunt confecționați din plăci metalice (cel mai adesea din plumb laminat) de diferite dimensiuni, alese în funcție de regiunea pe care se aplică și de efectele de polaritate pe care le urmărim (pozitive sau negative).

În funcție de efectul terapeutic urmărit se pot aplica doi electrozi de mărime egală (metoda bipolară) sau de mărime diferită. În prima eventualitate, când electrozii sunt așezăți față în față între ei se formează un câmp cu linii de forță paralele, iar densitatea este egală pe toată aria electrozilor. În a doua eventualitate, densitatea liniilor de forță va fi mai mare la nivelul electrodului mic, care devine activ, celălalt rămânând indiferent. Alegerea polarității polului activ-pozițiv sau negativ – va fi în funcție de efectul urmărit (analgezic sau excitant).

Cum am arătat, dimensiunile electrozilor se aleg în funcție de regiunea tratată. În mod obișnuit au forme dreptunghiulare și mărimi variabile, între circa 50 cm^2 și 800 cm^2 ($6 \times 8\text{ cm}$, $8 \times 10\text{ cm}$, $10 \times 15\text{ cm}$, $8 \times 40\text{ cm}$, $8 \times 80\text{ cm}$ etc.).

Există electrozi de forme deosebite utilizate în anumite aplicații: pentru ochi – montați în ocherale speciali pentru aplicații transorbitare (fig. 111) pentru hemifață masca Bergonié utilizată în tratarea parezelor de nerv facial și a nevralgiilor de trigemen (fig. 112), pentru ceafă aplicații pe zona reflexogenă denumită „gulerul Scerbac“, care influențează favorabil sistemul nervos vegetativ.

Legat de efectele terapeutice urmărite, considerăm util a se ține seama de următoarele aprecieri: pentru obținerea unor efecte analgetice, electroodul pozitiv va fi de dimensiuni mai reduse – devenind activ, iar cel de-al doilea – indiferent – va fi plasat, pe cât posibil, distal de anod și la o distanță nu prea mare; pentru obținerea unor efecte vasodilatatoare, electrozii trebuie să fie lungi (cu durată lungă a ședinței de aplicație).

În practica terapeutică se utilizează două modalități de așezare a electrozilor:

- transversal, de o parte și de alta a regiunii afectate, pe care o încadrează astfel față în față (de exemplu la umăr, genunchi, gleznă etc.) (fig. 113);
- longitudinal, cu electrozii plasați la distanță, la extremitățile segmentului tratat (de exemplu la braț, gambă, membrul inferior etc.) (fig. 114).

Acestei ultime modalități de aplicație i se aduc critici asupra eficacității terapeutice, cunoscându-se faptul că segmentele lungi, având un diametru proporțional mic, opun o rezistență mare față de curent (cu polarizare mare tisulară); în aceste condiții este necesară o tensiune foarte mare a curentului și o intensitate considerabilă, incompatibilă cu aplicația.

Unul din elementele importante în aplicațiile de galvanoterapie îl constituie obligativitatea folosirii unui strat hidrofil intermediar între electrod și tegument, cu caracter izolant, în scopul contracarării efectelor polare produse sub electrozi și a prevenirii arsurilor cutanate. Acesta poate fi confectionat din pânză (țesătură cu ochiuri), tifon, frotir etc., având o grosime de $1-1,5\text{ cm}$ sau din burete poros de cauciuc sau textură sintetică, cu o grosime de 2 cm . Materialul folosit nu trebuie să prezinte cute, festoane sau înnădituri și trebuie să depășească cu circa 3 cm întreg conturul electrodului. Acest material hidrofil se umezește bine cu apă călduță, se stoarce suficient – până nu se mai scurge apa – și se aplică bine întins pe regiunea tratată. Materialul utilizat va fi spălat cu apă distilată după fiecare întrebunțare, iar la $2-3$ zile va fi sterilizat prin fierbere. Bureți vor fi spălați cu apă caldă și săpun după fiecare bolnav tratat. La anumite intervale, materialul hidrofil trebuie schimbat, în funcție de texturile utilizate.

Acstea măsuri sunt necesare pentru îndepărțarea ionilor paraziți produși de disocierea electrolitică a apei.

Intensitatea curentului aplicat. Dozarea intensității are o importanță capitală în aplicarea procedurilor de galvanoterapie. Intensitatea este în strânsă dependență de sensibilitatea și toleranța individuală, efectele terapeutice urmărite, stadiul de evoluție al afecțiunii, mărimea electrozilor, durata aplicațiilor.

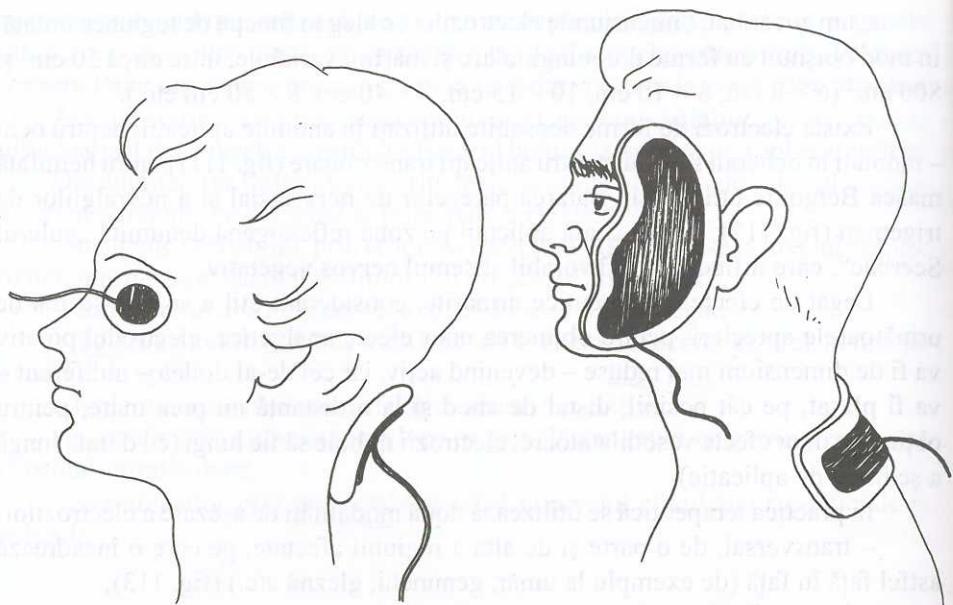


Fig. 111 – Aplicații transorbitare.

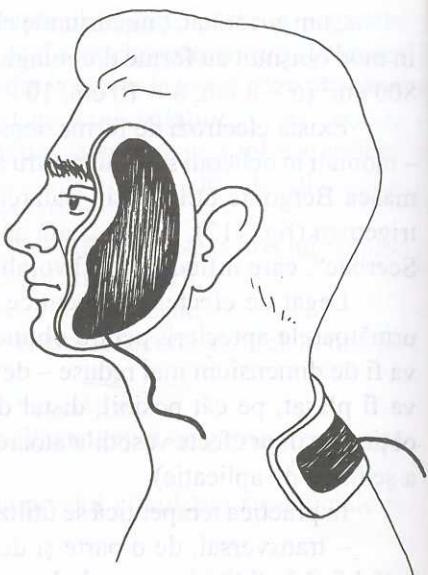


Fig. 112 – Masca Bergonié.

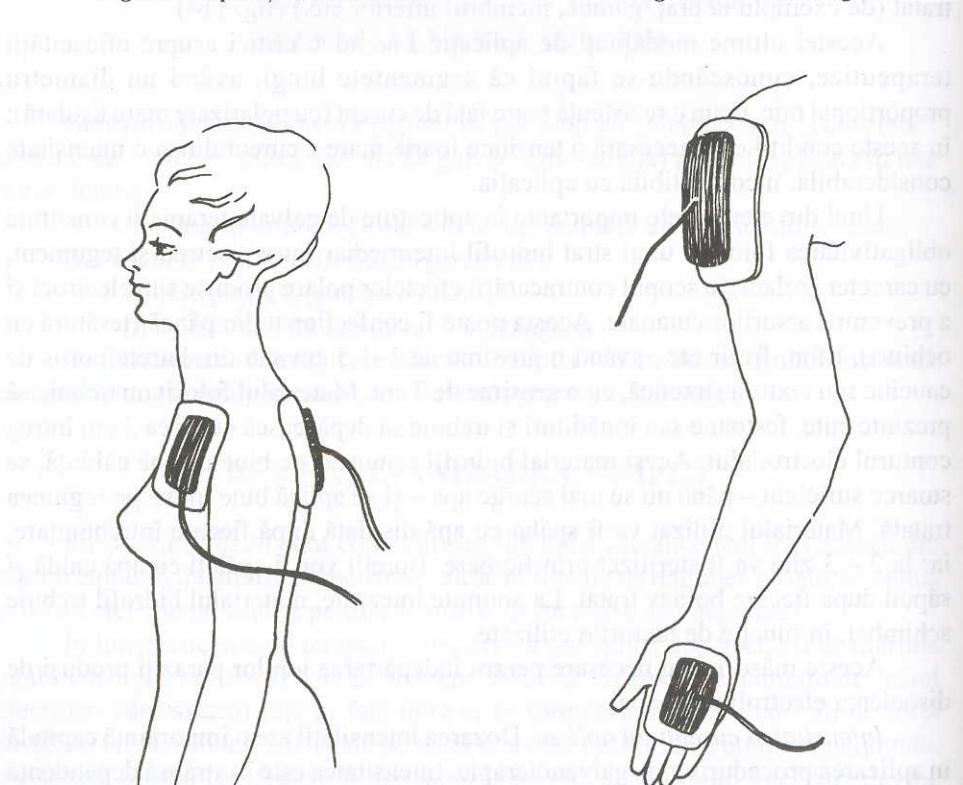


Fig. 113 – Galvanizare transversală.

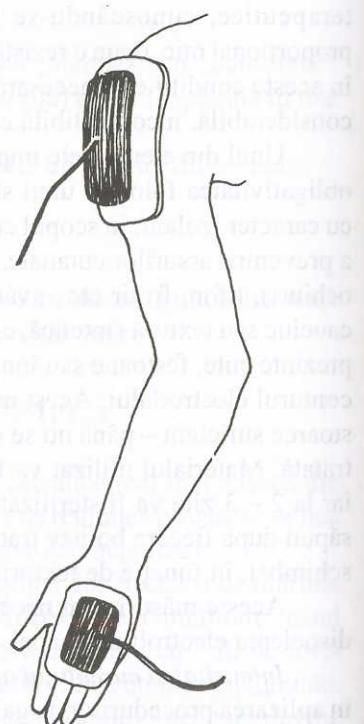


Fig. 114 – Galvanizare longitudinală.

Sensibilitatea cutanată la curent este diferită de la individ la individ, existând persoane mai sensibile și altele mai puțin sensibile în limite fiziole. Mai mult, la una și aceeași persoană, sensibilitatea este diferită pe suprafețele corporale: mai mare pe părțile mediale și flexoare și mai mică pe cele laterale și extensoare.

Pe lângă aceasta, în practică putem să întâlnim cazuri prezentând hiperestezie sau hipoestezie cutanată. La cele dintâi, vom doza intensitatea la „pragul“ de toleranță al regiunii respective; la cei cu hipoestezie se va testa „pragul“ pe zonele cu sensibilitate normală din vecinătate sau alte regiuni (simetrice), urmărindu-se cu atenție reacția cutanată produsă.

Prin „prag de sensibilitate“ înțelegem producerea senzației de furnicături ușoare cu o anumită intensitate, la introducerea lentă a curentului (O. Gillert). La pacienții mai sensibili se recomandă dozarea intensității sub „pragul sensibil de excitație“. Odată cu scurgerea timpului sau cu repetarea ședințelor, va putea crește toleranța individuală la curent și acesta se va putea doza la nivelul „pragului sensibil“ sau peste „pragul sensibil“.

Doza de intensitate maximă pe care o suportă pacientul este limita de toleranță a curentului, care nu trebuie depășit. În cazul apariției senzațiilor de înțepături, presiuni, căldură sau arsuri, intensitatea curentului se reduce la zero, se va controla poziționarea electrozilor și – după caz – se va corecta. Se recomandă ungerea locului cu o vaselină, pomadă calmantă și se va doza cu intensitate „la prag“ sau „sub prag“.

În general, putem să ne orientăm în practică după experiența acumulată și rezultatele obținute de-a lungul timpului, astfel:

- pentru efecte analgetice dozăm o intensitate „la prag“ ($0,1 \text{ mA/cm}^2$), iar în nevralgiile acute, chiar „sub prag“ ($\text{sub } 0,1 \text{ mA/cm}^2$);
- pentru efecte antihiperestezice dozăm cu intensitatea „sub prag“;
- pentru efecte vasodilatatoare dozăm intensitatea „peste prag“ (peste $0,1 \text{ mA/cm}^2$);
- în stadiile acute se preferă intensități „sub prag“;
- în stadiile cronice aplicăm intensități „peste prag“.

În relație cu mărimea (suprafața) electrozilor, se obișnuiește ca nivelul de intensitate al curentului introdus să fie stabilit de raportul $0,1 \text{ mA}$ pe 1 cm^2 de suprafață de electrod, ceea ce ar corespunde intensității la nivelul „pragului de sensibilitate“, după care trebuie oricum să ne ghidăm.

În cazurile de aplicații cu electrozi de dimensiuni deosebite, intensitatea se va doza după polul activ (cel de dimensiune mai redusă).

Există o relație reciprocă între intensitatea curentului și durata unei ședințe de galvanizare și cu această ocazie ajungem și la precizarea duratei aplicațiilor de galvanoterapie.

Durata x Densitatea electrică = 3 (constant).

- Durata se socotește în minute;
- Densitatea curentului este intensitatea acestuia (mA) raportată la unitatea de suprafață de electrod (1 cm^2).

$$\text{Durata} = \frac{3}{0,1 \text{ mA/cm}^2} = 30 \text{ minute}$$

Durata este direct proporțională cu mărimea electrozilor și invers proporțională cu densitatea electrică.

La polii de dimensiuni mici, densitatea este mare și pentru ca produsul să rămână constant în relația dată (3), durata ședinței trebuie să fie proporțional mai mică. De aici rezultă că la aplicațiile cu poli mari, elementele calculului se inversează.

În principiu, trebuie să reținem însă, că, pentru a fi eficientă, o aplicație de curent galvanic trebuie să dureze în jur de 30 minute, deoarece toleranța pielii la voltaj fiind redusă (până la 50 mV), se compensează printr-o durată mai mare. Chiar și la aplicațiile transorbitare (în majoritatea cazurilor sub formă de ionogalvanizări), pentru a avea eficiență, durata ședințelor trebuie să fie de minimum 20 de minute, deoarece intensitatea aplicațiilor este mică (0,6–1,5–2 mA).

Numărul (și ritmul) ședințelor de galvanizare variază cu diagnosticul afecțiunii tratate, stadiul evolutiv și rezultatele obținute. În general, în afecțiunile acute se aplică 8–10 ședințe (în ritm zilnic), iar în cele cronice, 12–15–20 ședințe (ritm zilnic sau la 2 zile).

Ne ferim să prezentăm scheme de tratament (cu catalogarea diagnosticelor și regiunilor de tratat, cu precizarea intensității și duratei ședințelor), deoarece atât practica, cât și principiile metodologice ale galvanoterapiei – prezentate mai sus – arată că tratamentul trebuie să fie individualizat.

Pacientul. Subiectul actului nostru terapeutic este evident, pacientul. El trebuie să fie pregătit de la prima ședință de aplicație a curentului galvanic prin explicații privind în primul rând senzațiile cutanate așteptate și apoi – bineînțeles – scopul acestei terapii.

Pacientul va fi așezat pe pat ținând cont de posturile cele mai antalgice, cât și de regiunile pe care dorim să le tratăm, spre exemplu:

- În cazul unui sindrom dureros lumbosacrat, poate fi în decubit dorsal sau în decubit ventral cu pernă sub abdomen – în condițiile în care lordozarea coloanei lombare provoacă dureri;

- În cazul unui sindrom lombosciatic de cauză discogenă cu iritația discului L₅, poate fi poziționat în decubit lateral cu membrul bolnav pe planul patului, pentru a se asigura un contact intim cu electrozii aplicați;

- În cazul unei aplicații pe regiunea cervicală, bolnavul poate fi în decubit dorsal cu capul așezat în același plan cu ceafa sau în decubit ventral;

- În cazul unei aplicații transorbitare va fi așezat – bineînțeles – în decubit dorsal;

- În cazul unei aplicații la umăr pentru o periartrită scapulo–humerală va sta în poziție sezândă etc.;

- În cazul tratării unei suferințe dureroase a regiunii cervico–occipitale, evităm aplicarea electrodului pe zona păroasă.

Vom urmări neapărat reacția zonei cutanate aflate sub electrozi după terminarea procedurii. Înroșirea pielii pe locul aplicării electrozilor, în special de la nivelul catodului, este normală atâtă timp cât nu apare o leziune tegumentară. După un număr de aplicații, zona respectivă tinde spre înăsprire – semn al unei usoare reepitelizări. Dacă, înainte, pacientul și-a aplicat unguente topice, calmante, le vom îndepărta înaintea fiecărei ședințe următoare. Dacă s-au produs reacții cutanate de eritem accentuat sau leziuni de arsură, vom înceta aplicațiile pe locul respectiv.

III.5.1.1. TEHNICA DE APLICAȚIE A GALVANIZĂRII

Pacientul trebuie poziționat și pregătit pentru tratament, conform indicațiilor și principiilor metodologice expuse mai sus. Pentru executarea în condiții optime a aplicației, fizioterapeutul trebuie să se ghidize după o prescripție terapeutică corectă și completă care va cuprinde: denumirea procedurii, regiunea tratată, locul de fixare, dimensiunile și polaritatea electrozilor, intensitatea curentului aplicat și durata ședinței.

Se va inspecta tegumentul la locurile de aplicare ale electrozilor pentru a se aprecia integritatea sa și a se decela eventualele leziuni sau afecțiuni ale acestuia – oricât de minime ar fi ele.

Înainte de aplicarea electrozilor, se verifică aparatul utilizat, pentru a ne asigura de poziția la zero a comutatorului de intensitate; controlăm polaritatea electrozilor și cuplarea corectă la bornele aparatului a bananelor cablurilor de legătură – sau a mufei cordonului comun (în funcție de modelul pantostatului pe care îl avem la dispoziție).

Electrozii trebuie să fie complet netezi (pentru netezirea lor folosim un rulou metalic), fără cute, fisuri și înădituri, care permit surgeri de curent ce produc efecte polare nedorite și arsuri cutanate. Fisurile marginale, precum și colțurile ascuțite ale electrozilor vor fi ajustate cu ajutorul unei foarfeci.

Vom mai verifica să nu existe nici un contact direct între tegument și clemene cu care sunt fixate cablurile de electrozi. Pentru siguranță (evitarea arsurilor), în cazurile în care clemenele au o dimensiune prea mare și vin în contact cu pielea, se interpune ca strat izolator o bucătică de cauciuc sau pânză cauciucată.

Fixarea electrozilor se face cu ajutorul unor benzi elastice de cauciuc perforate cu butoniere care se încheie cu butonașe special destinate (la membre sau segmente corporale mai înguste), cu săculeți umpluți cu nisip (care să nu fie prea grei, pentru evitarea compresării circulației) sau prin greutatea corpului pe planul patului.

Electrodul se acoperă cu o pânză cauciucată sau cu o folie de plastic izolatoare, care va depăși suprafața stratului hidrofil, iar bolnavul se acoperă cu un cearșaf. Reamintim recomandarea de a se utiliza soluțiile de protecție la umezirea materialului hidrofil – descrise la capitolul efectelor biologice.

După executarea tuturor secvențelor enumerate și descrise mai sus și verificarea legăturii cu pământul a aparatului, declanșăm introducerea curentului în circuitul bolnavului prin acționarea comutatorului general.

Se va fixa ceasul semnalizator după durata prescripției. Manevrarea comutatorului potențiometrului de intensitate se face lent – pentru introducerea progresivă a curentului – până la intensitatea necesară și prescrisă. În timpul ședinței de aplicare, pacientul va fi supravegheat și întrebăt asupra senzațiilor percepute la nivelul electrozilor aplicați. La expirarea timpului fixat, intensitatea curentului se va reduce lent, progresiv, până la poziția zero a comutatorului. Se închide comutatorul general și se ridică electrozii de pe corpul pacientului; se va șterge tegumentul cu un prosop și se pudrează zona tratată cu talc. După terminarea procedurii se examinează pielea bolnavului pe locurile de aplicare ale electrozilor pentru a se controla reacția cutanată produsă.

III.5.2. BĂILE GALVANICE

Pentru tratarea unor regiuni mai întinse sau a întregului corp se recomandă utilizarea băilor galvanice, la care se combină acțiunea curentului continuu cu efectul termic al apei. Apa devine un mediu mijlocitor între electrozi și tegument; curentul este repartizat pe o suprafață corporală mai mare, astfel că densitatea curentului este mai redusă, neexistând pericol de arsuri la intensitatea aplicată, care oricum este mai mare decât la galvanizările simple.

III.5.2.1. BĂILE GALVANICE PATRU-CELULARE

Au fost introduse în terapie la sfârșitul secolului al 19-lea de Schnee la Karlsbad. Bolnavul stă așezat pe un scaun sau taburet (de lemn, metalic), izolat electric de postamentul pe care se află instalată baia galvanică patru-cellulară (fig.115). Apa introdusă în cele patru vase (celule) trebuie să fie la temperatura corpului (34°) sau mai ridicată – până la 38° ; apa rece accentuează senzația neplăcută dată de trecerea curentului, iar în apa caldă (37° – 38°), putem să aplicăm intensități mai mari, mai bine tolerate.

Putem să facem aplicații patru-cellulare, tricelulare, bicelulare sau unicelulare. În cazurile de aplicații uni- sau bicelulare putem să adăugăm un electrod de plumb sau zinc pe o altă regiune corporală (lombară, lombo-sacrată, abdominală și cervicală).

Mărimea suprafețelor de contact a tegumentului cu apa poate fi variată, prin cantitatea de apă din vase. Dacă dorim să avem un pol mai activ, reducem la minimum cantitatea de apă din vana membrului asupra căruia vrem să acționăm.

Putem aplica combinații în diferite variante, în funcție de efectele urmărite și racordurile (aparat – pacient) stabilite:

- membrele superioare la același semn de polaritate și membrele inferioare la semnul contrar;

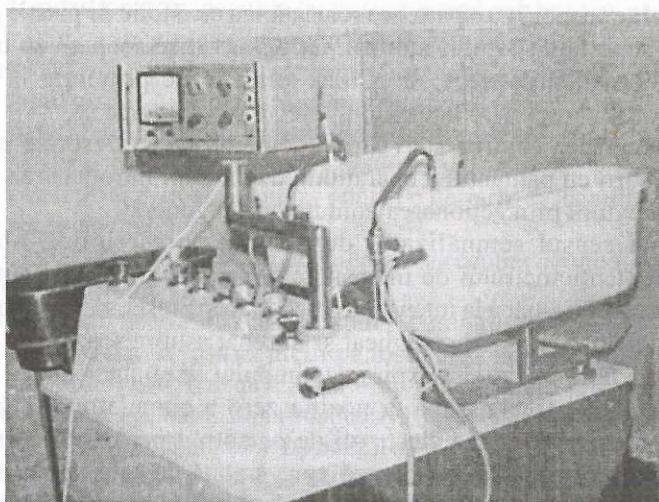


Fig.115 – Baia galvanică 4-cellulară.

– membrele de partea dreaptă la același semn, membrele stângi la semnul contrar;

- 3 membre la același semn și al patrulea la semnul contrar („în evantai“);
- 2 membre la același semn și un membru la semnul contrar;
- un membru la polul pozitiv, alt membru la cel negativ.

Direcția curentului poate fi ascendentă (polul pozitiv-caudal, polul negativ-cranial) sau descendenta, în funcție de scopul terapeutic urmărit.

Înainte ca bolnavul să introducă membrele în vane, se recomandă ca personalul care execută procedura să introducă mâinile în toate vanele pentru a controla senzația la fiecare pol în parte (pozitiv și negativ), bineînțeles, cu aparatul pus în funcțiune. Apoi oprim curentul de la aparat și solicităm bolnavului să intre în baie. După așezarea pe scaun, va introduce mai întâi membrele inferioare – astfel ca apa să ajungă sub genunchi – apoi membrele superioare, apa ajungând la jumătatea brațului. Se indică pacientului să stea liniștit.

Vom pune aparatul în funcțiune prin manevrarea comutatorului general, după ce am verificat o dată polaritatea corectă a electrozilor – după prescripție. Vom manevra lent comutatorul pentru intensitate, ajungând la doza prescrisă de medic. În general, nevralgiile, artralgiile și mialgiile se tratează cu intensitate „la prag“, cu polaritate pozitivă.

Paraliziile flăște – cu intensitate „peste prag“, cu polaritate negativă. Tulburările de circulație din schemele de poliomielită și boala varicoasă – cu intensitate „peste prag“. La cazurile cu tulburări de sensibilitate cutanată și la cele cu angiospasm, nu ne vom ghida după senzația percepță de bolnavi și nu vom introduce o intensitate prea mare, pentru evitarea arsurilor cutanate. Durata sedințelor se stabilește între 10 și 30 de minute, în funcție de diagnosticul suferințelor tratate. Ritmul sedințelor: zilnic sau la 2 zile.

III.5.2.2. BĂILE GALVANICE GENERALE (STANGER)

Au fost descrise de Steve în anul 1866, introduse la Ulm de meșterul tăbăcar german Stanger din Reutlingen și perfecționate în 1930 de fiul acestuia, inginerul Stanger.

La început era confecționată din lemn; actualmente sunt construite din material plastic ca izolant (fig. 116). Sunt prevăzute cu 8 electrozi (de grafit) fixați și conectați în pereții căzii, 3 pe părțile laterale, unul cranial – la nivelul

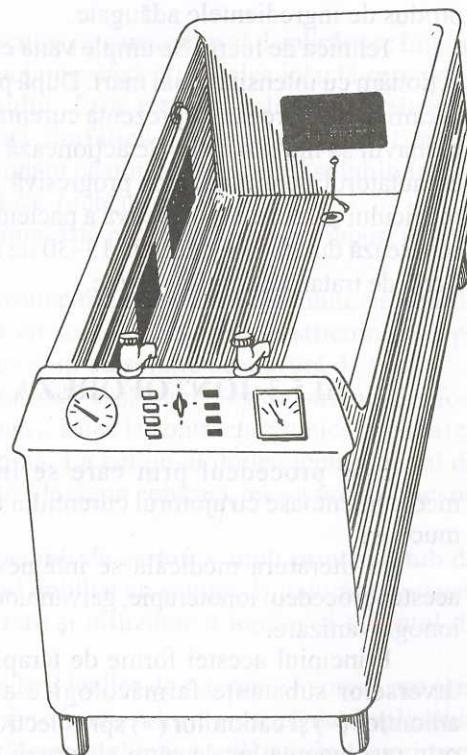


Fig. 116 – Baia Stanger.

regiunii cervico-cefalice și altul, caudal – la nivelul plantelor. Există și electrozi mobili care pot fi plasați în cadă după necesitatea terapeutică, mai frecvent folosiți pentru regiunea lombară sau între membrele inferioare.

Sensul curentului poate fi dirijat în multiple variante între electrozi: descendant, ascendent, transversal (cu polaritatea pozitivă sau negativă fixată de partea stângă sau dreaptă) sau în diagonală.

Intensitatea curentului aplicat este mai mare decât la baia patru-celulară (1 000–1 200 mA), fiind repartizat pe întreaga suprafață corporală. S-a estimat că 2/3 din intensitatea curentului se „scurge” pe lângă corp (apa fiind bun conducător) și numai 1/3 din aceasta trece prin corp.

La baia Stanger este foarte important să ne orientăm după „senzația de curent” a pacientului, aplicând deci dozarea intensității la nivelul pragului senzitiv, până la senzația de furnicătură plăcută și de usoară căldură.

Hille a arătat că un rol important îl are capacitatea de conducere a mediului lichid din baie. În apă distilată nu trece curent. O cantitate mică de săruri prezenta în baie lasă să treacă prin organism o doză de curent mai redusă, deoarece sunt puțini ioni purtători de sarcini electrice către tegument. Maximul concentrației active este de 2 g/l NaCl. În soluții mai concentrate, acțiunea curentului descrește rapid.

Pentru o mai bună eficiență terapeutică a procedurii se pot adăuga diferite ingrediente farmaceutice sau extracte de plante. Acțiunea acestor băi se explică prin efectul termomecanic al apei, prin cel electric al curentului și prin cel chimic produs de ingredientele adăugate.

Tehnica de lucru. Se umple vana cu apă la 36°–38° sau la 38°C dacă dorim să acționăm cu intensități mai mari. După pregătirea băii, controlăm prin introducerea măinii în baie pregătită, prezența curentului electric, apoi opriam aparatul și invităm bolnavul să intre în cadă. Se acționează comutatorul general și se manevrează lent comutatorul pentru dozarea progresivă a intensității curentului – după prescripția medicului și senzația subiectivă a pacientului (în general, la nivelul a 400–600 mA); se fixează durata procedurii la 15–30 de minute. Ritmul ședințelor – una la 2–3 zile. Seria de tratament: 6–12 ședințe.

III.5.3. IONTOFOREZA (IONOGALVANIZĂRILE)

Este procedeul prin care se introduc în organism diferite substanțe medicamentoase cu ajutorul curentului electric, care le transportă prin tegument și mucoase.

În literatura medicală se întâlnesc mai multe sinonime pentru denumirea acestui procedeu: ionoterapie, galvanoionoterapie, ionoforeză, iontoforeză, ionizare, ionogalvanizare.

Principiul acestei forme de terapie se bazează pe disocierea electrolitică a diverselor substanțe farmacologice adăugate polilor aplicați și transportarea anionilor (–) și cationilor (+) spre electrozii de semn contrar încărcării lor electrice, prin respingerea lor de către electrozii de același semn și atragerea către polii de semn contrar.

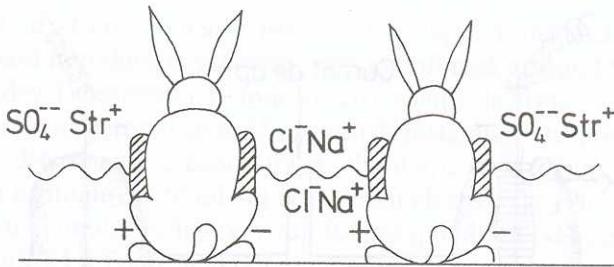


Fig. 117 – Experiența lui Leduc.

Introducerea electrică în organism prin tegument cu ajutorul curentului galvanic a substanțelor chimice farmaceutice se bazează pe fenomenele electrolitice, adică după legile lui Faraday. De altfel, intervenția acestui proces fizico-chimic a fost demonstrată cu remarcabilă precizie. În acest context, trebuie să luăm în considerare intervenția conductivității electrolitice, a mișcării ionice, a relațiilor valabile pentru disociația electrolitică și pentru echilibrul acido-bazic. Aceasta este adeverata iontoforeză.

Electroosmoza poate să apară la nivelul tegumentului numai după schimbul prealabil al tuturor ionilor mobili, ceea ce, pe cale electrolitică durează aproximativ o oră și nu se poate realiza fără o lezare trofică a țesutului cutanat. Cu alte cuvinte, electroosmoza nu are nici o participare la introducerea substanțelor medicamentoase prin tegument (Ipser).

Cu soluția conținând ionul medicamentos pe care dorim să-l aplicăm se îmbină stratul hidrofil, sub electrodul activ. De aici migrează prin pielea intactă spre polul opus și ajunge în interiorul organismului. Prin rețeaua celulelor Malpighi, medicamentele sunt preluate de rețeaua limfatică și sanguină și sunt astfel transportate în circulația generală. Menționăm că numai electrolitii solubili în alte lichide decât apa pot trece prin tegument (S. Licht).

Francezul Leduc a arătat pentru prima dată prin experiență pe iepuri (1907) acțiunea iontoforezei (fig. 117).

Cei doi iepuri sunt legați în serie într-un circuit de curent continuu; pe laturile externe li s-au atașat electrozi prevăzuți cu soluție de sulfat de stricnină, iar pe laturile interne li s-au atașat electrozi prevăzuți cu soluție de clorură de sodiu.

În virtutea principiului fizic enunțat mai sus, ionul (+) de stricnină a fost respins de polul pozitiv și atras de cel negativ, a dus la contracturi tonice și moartea primului iepure prin intoxicație cu stricnină. La cel de-al doilea iepure, ionul de stricnină rămânând la nivelul elec-trodului (de semn contrar), nu s-a produs nici un efect de vătămare.

Experiența lui Schatzky cu doi tuberculi de cartofi – uniți printr-un tub de apă, unul dintre ei având înfipt un electrod îmbibat cu soluție de iodură de potasiu – a demonstrat chiar fenomenul de migrare și difuziune a ionilor și curentul de polarizare (fig. 118).

Una din dovezile concrete ale pătrunderii ionilor de substanțe în organism prin ionogalvanizare – a fost regăsirea în urină (prin excreția urinară crescută după aplicațiile cu această metodă terapeutică) a unor elemente chimice utilizate în experiment (experiențele cu anionii iod, salicilic, cationul procaină, efectuate de Ipser în 1957).

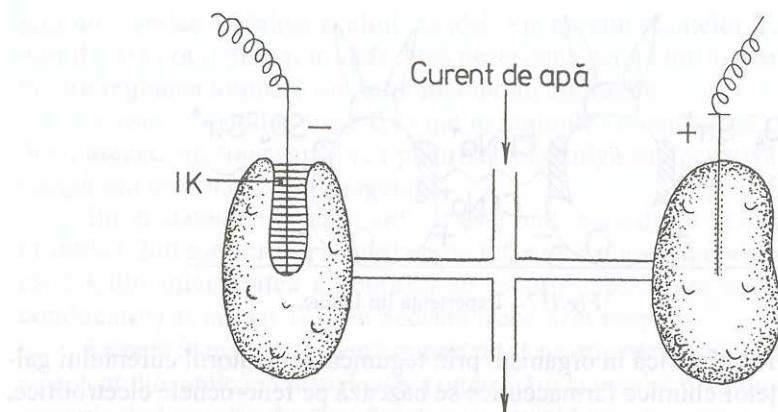


Fig. 118 – Experiența lui Schatzky.

Acizii, bazele și sărurile se disociază electrolytic în ioni simpli care pot fi mobilizați de curentul electric. Substanțele mai complexe care nu se pot descompune în atomi, se vor desface în radicali care, încarcându-se cu sarcini electrice pozitive sau negative, vor fi mobilizați de curentul electric.

S-a observat că ionii ușori migrează mai rapid, iar ionii grei migrează mai încet; substanțele cu greutate moleculară foarte mare nu se pot disocia și vor rămâne pe tegument, fără să-l străbată. Calea de pătrundere a atomilor încărcați cu sarcini electrice o constituie orificiile glandelor sebacee și sudoripare.

Experimentările clinice de ionoforeză (E.P. Mallix, Y.T. Oester, H. Abramson, S. Grosberg) au demonstrat că concentrația ionilor introdusi prin ionogalvanizare nu crește în cuprinsul zonei de țesut aflată între cei doi electrozi străbătută de curent, ci se cantonează superficial sub electrodul de semn opus, unde migrează ionii respectivi de semn contrar, de unde sunt răspândiți în circulația sanguină. Caracterul specific al procedurii este acțiunea locală. Astfel, pătrunderea substanțelor medicamentoase în tegument prin ionoforeză este asemănătă cu cea care se produce prin ungerea acestuia cu pomezi și unguente ce conțin elemente farmacologice active de genul mercurului și sulfului, fapt care ne face să conchidem că indicațiile principale ale ionoforezei sunt date de procesele patologice localizate relativ superficial.

III.5.3.1. FACTORII CARE INFLUENȚEAZĂ PĂTRUNDEREA ÎN TEGUMENT ȘI STRĂBATEREA ȚESUTURILOR A IONILOR DIN SUBSTANȚELE CHIMICE FARMACEUTICE PRIN METODA GALVANIZĂRII

Procesul de transfer (în țesuturi) al substanțelor chimice în cadrul ionogalvanizărilor depinde de greutatea lor atomică, cantitatea și concentrația lor în soluție, puritatea soluției utilizate, intensitatea curentului, mărimea electrozilor și durata procedurii.

Greutatea atomică. Cum am arătat mai sus, ionii grei migrează mai încet, iar cei ușori migrează mai rapid.

Cantitatea și concentrația ionilor în soluție. Cantitățile de substanță medicamentoasă introduse în organism prin iontoporeză au putut fi calculate prin legea lui Faraday. De exemplu, la aplicația cu o soluție de histamină, la o dozare de 10 mA în 15 minute, pătrund circa 15 mg ioni de histamină. Deoarece nu cantitatea de solvent este determinată, ci concentrația soluțiilor, acestea trebuie astfel preparate, încât să fie în cantitate de 20 ml sol N/10 la un electrod de 100 cm². La anod se adaugă (pentru neutralizare/tamponare), 0,4 mEq de bază (soluție NaOH), iar la catod se adaugă 0,4 mEq de acid (HCl).

Experimentele clinice care au urmărit concentrațiile din soluții prin măsurarea cantității de substanță aplicată rămasă în soluția „electrod”, au constatat următoarele aspecte particulare:

- cationii trec mai încet decât anionii (printr-un proces de „frânare”);
- frânarea transmiterii este cu atât mai mare, cu cât este mai mică cantitatea de substanță din soluție.

În timpul scurgerii curentului, crește conținutul de ioni H⁺ în soluția anodică și ca urmare a creșterii conductibilității sale de aproximativ 5 ori, mărește curgerea curentului cationic și astfel, atrage cationii din soluția anodică. Invers, în soluția catodică crește conținutul de ioni OH⁻, care prin mărirea conductibilității sale cu mai mult de 2 ori, atrage anionii din soluția catodică.

Ca rezultat al mobilității mai mari a ionilor de H⁺ în comparație cu ionii de OH⁻, este descrisă influența de frânare la anod (adică la transferul cationilor), mult mai evidentă decât frânarea la catod și, de aceea, totdeauna, transferul cationilor rămâne în urma transferului de anioni.

Intensitatea curentului (doza de curent). Experimental, s-a constatat că prin creșterea intensității curentului, crește cantitatea de ioni transferați (anioni, cationi), dar nu proporțional și nici liniar, ci numai până la o anumită limită, după care descrește, printr-un fenomen de frânare (menționat mai sus). De asemenea, s-a mai constatat că la doze crescând de curent, se produce o acidificare a soluțiilor electrolitice, prin creșterea mEq de H⁺ la anod și la o alcalinizare la catod (prin acumularea mEq de OH⁻). Ambele procese se încetinesc însă odată cu creșterea dozei de curent, deoarece o parte din ionii de H⁺ și OH⁻ apărăuți, trec în piele.

Dacă, în prealabil, se alcalinizează soluția anodică și se acidifiază soluția catodică, se mărește transferul cationilor aplicații inițial de câteva ori, iar transferul anionilor se apropi teoretic de valoarea calculată (75–80% la cationi și 90–95% la anioni, aceasta în condițiile în care se contracarează cu adăos de soluții alcaline la anod și acide la catod, influența nedorită a ionilor paraziți proveniți din piele și transpirație). Aceasta este de fapt și explicația precizării făcute mai sus, prin exemplificarea cu aplicația soluției de histamină.

Mărimea electrozilor. Pentru facilitarea pătrunderilor ionilor din soluție se recomandă aplicarea electrozilor mici, activi, iar soluția trebuie preparată cu apă distilată, pentru a evita prezența altor ioni parazitari ce se află în apa de conductă.

Intensitatea curentului galvanic și durata procedurii se aplică conform formulei expuse la galvanizarea simplă.

Mentionăm că la efectul farmacodinamic al substanțelor medicamentoase se adaugă și efectul analgezic al curentului galvanic, care scade pragul dureros.

Particularitățile de acțiune ale ionoforezei care fac ca aceasta să fie preferată în tratamentul unor afecțiuni, sunt următoarele:

- au un efect local demonstrat și recunoscut;
- au un efect de depozit realizat de acumularea substanțelor farmacologice introduse la nivelul electrozilor;
- au un efect de pătrundere până la stratul cutanat profund (chorion);
- este posibil și o acțiune reflexă cuti-viscerală la nivelul dermatomioamelor;
- este posibilă dozarea precisă a substanțelor medicamentoase aplicate;
- se obțin efecte certe cu cantități infinitezimale de substanțe, evitând totodată tractui gastrointestinal.

Inconvenientele ionoforezei:

- deoarece majoritatea medicamentelor conțin ioni bipolari, în aplicarea curentă acționează de obicei numai componenta influențată de semnul polului respectiv, cealaltă rămânând neutilizată;
- viteza de migrare a ionilor este diferită;
- cantitatea substanțelor care pătrund este necontrolabilă;
- cercetările experimentale sunt încă insuficiente sau imperfekte.

III.5.3.2. DIFERITE SUBSTANȚE FOLOSITE ÎN IONOGALVANIZĂRI

Înțînd seama de principiul care stă la baza pătrunderii și migrării substanțelor farmacologice active în organism – respingerea de către electrozi a ionilor de același semn – trebuie să cunoaștem exact încărcarea electrică a elementului chimic al căruia efect urmărim să-l obținem.

Din acest punct de vedere, toate substanțele se împart în două grupe, în funcție de polul la care se pot aplica:

La anod se aplică: metale (sodiu, potasiu, litiu, calciu, magneziu, zinc, mercur, fier, cupru), radicali de metale (amoniu), acetilcolină, adrenalină, alcaloizi (morphină, novocaină, atropină, pilocarpină, butazolidină), corticoizi, sulfamide, penicilină.

La catod se aplică halogeni (brom, clor, iod), radicali acizi (sulfuric, azotic, carbonic, salicilic, acetic, oxalic, citric), sărurile acizilor organici.

Pentru a exemplifica aria largă a agentilor chimicofarmaceutici utilizabili și utilizați în practica ionogalvanizărilor, diversi autori au simțit nevoie de a prezenta tabele cuprinzând câteva zeci de substanțe medicamentoase (Dinculescu, Dumoulin, Ipser și al.) sau enumerarea entităților patologice indicate (Gillert, Licht). Nu îmbrățișăm ideea și metoda adoptării schemelor și catalogărilor într-o specialitate medicală elastică și deschisă încercărilor novatoare și fertile cum este fizioterapia, dar considerăm utilă partizanilor și practicanților acestui domeniu terapeutic, prezentarea principalelor afecțiuni care pot beneficia de acțiunea substanțelor medicamentoase utilizabile în domeniul ionoforezei. Înem să atragem atenția că acest procedeu terapeutic păstrează un caracter adjuvant alături de alte tratamente, putându-le mări însă eficiența, prin grăbirea ameliorării sau vindecării.

Dermatologie

- Acnee – Histamină sol. 0,2%; adrenalină + sare de amoniu 5%
- Alergii localizate – sol. Hiposulfit de sodiu 2% (pentru radicalul hiposulfit)
- Cicatrice cheloide hipertrofice; – soluție de tiouree în glicerină 5%; hialuronidază 25 VRE la 100 ml apă la polul pozitiv
- Degerături – Novocaină 1%, dionină 0,25–0,50%, histamină 0,1%
- Eczeme – Adrenalină + sare de amoniu 5%
- Epidermofitie – sulfat de cupru 1% (pentru cupru) + electrod de cupru în baie galvanică
- Erizipel cronic – iodură de potasiu 1% (pentru iod)
- Fistule – sulfat de zinc 1–2% (pentru zinc)
- Furunculoze – penicilină 200–1 000 u/cm³ ser fiziologic, aureomicină
- Hematoame superficiale – iodură de potasiu 3–5% (pentru iod)
- Hipertrichoză – Acetat de thaliu 1–2% (pentru thaliu)
- Prurit – Bromură de sodiu, potasiu sau calciu 1–3% (pentru brom) acetat de aconitină 0,2% (pentru aconitină)
- Sclerodermie – sare iodată 3% (pentru iod)
- Seboree – Adrenalină + sare amoniu 5%
- Ulcere atone – Sulfat de zinc 1–2% (pentru zinc).

Oftalmologie

- Conjunctivite, trahom, ulcere corneene – sulfat de zinc 0,25% (pentru zinc)
- Irite, iridociclite – atropină sulfură sol. 0,1%
- Herpes cornean, irite, sclerite – iodură de sodiu 1–2% (pentru iod)

Reumatologie, aparat locomotor

- Artrite – Novocaină 1–2%, dionină 0,25–0,50%; salicilat de sodiu 2–4% (pentru salicilat); hidrocortizon (10–25 mg pe ședință)
- Artroze – fenilbutazonă 1–3% la polul pozitiv; salicilat de litiu 1% (pentru litiu)
- Bursite – hidrocortizon 10–25 mg pe ședință
- Dupuytren – iodură de potasiu sau de sodiu 1–5% (pentru iod), în stadiu incipient; hialuronidază
- Epicondilite – novocaină 1–5%, hidrocortizon
- Gută (manifestări articulare) – salicilat de litiu 1% (pentru litiu)
- Mialgii – novocaină 1–5%, dionină 0,50%, acetilcolină clorhidrică 0,1%
- Nevralgii (sciatică, trigeminală) – calciu clorat 3% (pentru calciu), chinină clorhidrică sau bromhidrică 2–5%; histamină 0,1%; novocaină clorhidrică 1–5%; aconitină 0,2%.
- Poliartrită reumatoidă – citrat de potasiu 1%; salicilat de sodiu 2–4%; hidrocortizon (10–25 mg); histamină 0,1%.
- Spondilită – iodură de potasiu 3–5% (pentru iod); fenilbutazonă 1–3%; hidrocortizon.
- Tendinite, tenosinovite – novocaină 1–5%; hidrocortizon.

Afecțiuni vasculare

- Arterite – adrenalină hidroclorică 1%; novocaină 2–5%
- Tromboflebită – heparină 1 200 u/ședință; salicilat de litiu 1%
- Sechele flebitice – salicilat de litiu 1% (pentru litiu), hialuronidază
- Limfangite, elefantiazis – hialuronidază.

Aplicațiile medicamentoase pentru procedeul ionogalvanizărilor s-au utilizat și în tratamentul unor afecțiuni din sfera ginecologiei și a ORL, dar s-a renunțat treptat la ele.

III.5.3.3. TEHNICA DE APLICAȚIE A IONTOFOREZEI

După cum este de așteptat, tehnica de aplicație a iontoforezei se va desfășura conform principiilor metodologice, regulilor, secvențelor și manevrelor descrise la prezentarea galvanizărilor simple și de aceea, nu considerăm necesar să le repeta. Ceea ce intervine în plus este folosirea din rațiuni terapeutice a unor substanțe farmacologice care se adaugă în acest scop la nivelul electrozilor. În consecință, se desprinde și faptul că prescripția terapeutică va trebui să cuprindă toate elementele menționate la subcapitolul respectiv, plus datele privind soluția medicamentoasă utilizată: denumirea, concentrația și polaritatea electrodului la care trebuie să fie aplicată.

Înainte de aplicație se prepară soluțiile respective în concentrațiile corespunzătoare. Majoritatea soluțiilor anorganice, fiind foarte stabile, pot fi păstrate câteva zile în flacoane de sticlă de culoare închisă, astupate ermetic și menținute în vase cu apă caldă. După cum am arătat mai înainte, soluțiile trebuie preparate cu apă distilată pentru a evita ionii parazitari aflați în apa de conductă. Concentrația soluțiilor trebuie să fie mică, ținând seama de faptul că disociația electrolitică este cu atât mai puternică cu cât soluția este mai diluată. Să mai reținem din trecerea în revistă a substanțelor medicamentoase recomandate că această concentrație este în general de 1–3%, iar pentru substanțele mai active – de 10–100 ori mai mică. Repetăm atenția deosebită ce trebuie acordată semnului încărcăturii electrice a componentului activ – din soluție – al cărui efect urmărim să-l obținem, pentru a l aplica corect la polul de același semn.

Materialul intermediar hidrofil se va imbiba cu soluția medicamentoasă; în cazul folosirii unguentelor medicamentoase – o altă formă de prezentare farmaceutică utilizabilă în iontoforeză – acestea se aplică în strat subțire pe tegument, iar deasupra se aşeză straturile hidrofile umezite cu apă distilată.

Ionizările transorbitocerebrale (transorbitare, transcerebrale) au fost aplicate de G. Bourguignon încă din anii '30. Sunt frecvent utilizate de fizioterapeuți, ca mijloc terapeutic asociat și destul de valoros prin eficiența sa, cu precădere în tratamentul unor sindroame neurastenice, insomnii, hipertensiuni arteriale în stadiu neurogen, stări spasmofilice, sindroame migrenoase și.a.

Substanțele medicamentoase din soluțiile aplicate sunt alese în funcție de afecțiunea tratată: calciul ca sedativ al sistemului nervos în nevrose, migrene,

dereglări hipofizare, spasmofilii etc., magneziul în hipertensiuni arteriale, migrene de origine vasculară, status post-accidente vasculo-cerebrale, alte tulburări vasculare cerebrale.

Cu soluțiile medicamentoase recomandate se îmbibă straturile hidrofile de vată sau tifon montate în electrodul special de tip ochelari care se aplică pe ochi. Intensitatea curentului: 0,6–2 mA, cu dozare până la apariția fosfenelor. Durata ședinței: este de 30 minute pentru a avea eficacitate (intensitatea aplicată fiind foarte redusă). Se pot aplica serii lungi de ședințe (15–25) repetate la intervale mai mari sau serii scurte de ședințe (6–10) repetate la intervale mici, pentru perioade de timp îndelungate – luni și chiar ani de zile.

III.6. INDICAȚIILE ȘI CONTRAINDICAȚIILE GALVANOTERAPIEI

Galvanizarea terapeutică – cu toate formele sale – constituie una din procedurile cel mai des utilizate în electroterapie, având un câmp considerabil de aplicare. Multiplele sale efecte – analgetice, sedative, vasomotorii, trofice de stimulare a excitabilității musculare – determină această frecvență și răspândită utilizare. Un alt avantaj îl reprezintă posibilitatea aplicării sale în orice stadiu de evoluție a bolii.

Indicații

1. Afecțiuni ale sistemului nervos

- a) Nevralgii și nevrite diverse: n. sciatic, plex cervicobrahial, nevralgii intercostale, nevralgia trigeminală, nevralgia dentare, nevralgia occipitală, meralgia parestezică, nevralgia de femuro-cutan;
- b) Pareze, paralizii:
 - paralizii flaște ale membelor, de diferite etiologii;
 - pareze faciale;
 - pareze de sfînctere (anal, detrusor al vezicii);
- c) Afecțiuni ale organelor de simț: otice (otoscleroze), oculare (conjunctivite, irite, sclerite);
- d) Sindroame astenonevrotice de suprasolicitare;
- e) Distonii neurocirculatorii.

2. Afecțiuni ale aparatului locomotor

a) Reumatice

- mialgii și neuromialgii cu diferite localizări;
- tendinite, tenosinovite, bursite, epicondilite, periartrite;
- artroze cu diferite localizări;
- artrite cu diferite localizări;
- poliartrită reumatoidă;
- spondilită ankilopoietică.

b) Sechele posttraumatice

3. Afecțiuni ale aparatului cardiovascular

a) Tulburări de circulație periferică: boala Raynaud, acrocianoza, degerăturile, arteriopatia obliterantă;

b) Flebitele în faza subacută și cronică;

c) Tulburări vasomotorii în teritoriul circulației cerebrale;

d) Boala hipertensivă în stadiul neurogen.

4. Afecțiuni dermatologice: vezi III.5.3.1.

Contraindicații

Afecțiunile care împiedică aplicarea electrozilor pe tegument, precum leziunile de diferite cauze, supurațiile, unele manifestări alergice (însoțite, de urticarie), unele eczeme, tuberculoza cutanată, neoplasmele cutanate.

CAPITOLUL IV

CURENȚII DE JOASĂ FRECVENȚĂ

IV.1. GENERALITĂȚI. PROPRIETĂȚI FIZICE

Întreruperea curentului continuu – cu ajutorul unui întrerupător manual (primele aparate) sau prin reglare electronică (aparatele moderne) – realizează impulsuri electrice succedate ritmic (singulare sau în serii) cu efect excitator.

Curenții cu impulsuri se caracterizează prin forma și amplitudinea impulsurilor, frecvența lor, durata impulsului și a pauzei, ca și prin modulația lor.

Din punct de vedere al formei, impulsurile pot fi dreptunghiulare, triunghiulare, trapezoidale, sinusoidale și forme derivate.

Impulsurile dreptunghiulare („rectangulare“) se caracterizează printr-un front ascendent perpendicular pe linia izoelectrică, un platou orizontal (paralel cu acesta) și un front descendant, tot perpendicular (fig. 119).

Distanța t reprezintă durata impulsului, $t.p.$ = durata pauzei, T = durata întregii perioade ($t + t.p.$), iar i = amplitudinea impulsului. Frontul ascendent perpendicular corespunde creșterii brusă a intensității curentului produsă de închiderea circuitului electric, iar frontul descendant corespunde descreșterii brusă a intensității la deschiderea circuitului. Producerea electronică a impulsurilor prezintă avantajul reglării automate a parametrilor lor.

Din curentul dreptunghiular se pot obține forme derivate prin modificarea platoului superior sau inferior, prin creșterea sau descreșterea intensității, la care putem adăuga variația duratei impulsurilor și a pauzelor.

Impulsurile triunghiulare se caracterizează prin „temporizarea“ intensității de excitare sub formă de pante liniare oblice ascendente și descendente mai lungi sau mai scurte. Cu cât este mai lungă durata impulsului, cu atât este panta mai lină, cu cât este mai scurt impulsul, cu atât este panta mai abruptă.

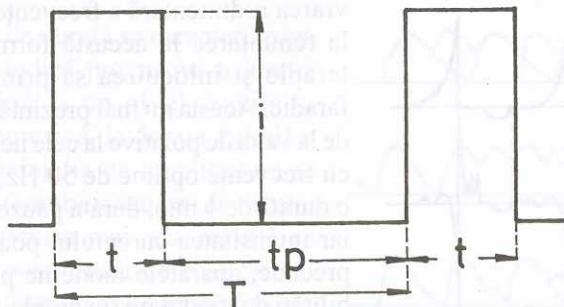


Fig. 119 – Impulsul dreptunghiular („rectangular“).

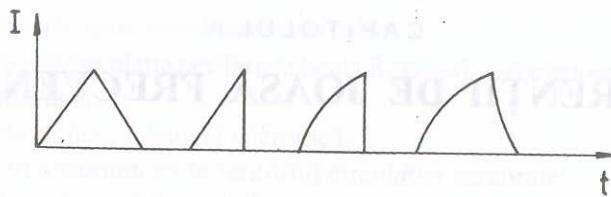


Fig. 120 – Impulsuri triunghiulare și exponențiale.

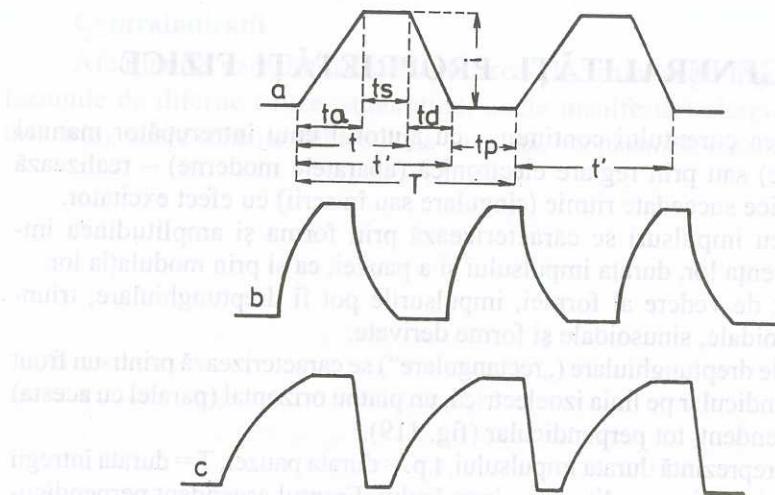


Fig. 121 – Impulsuri trapezoidale.

Impulsurile exponențiale. Dacă panta ascendentă capătă forma unei curbe convexe de formă specială care corespunde unei funcții matematice exponențiale, impulsul capătă denumirea de „exponențial“; acesta este utilizat selectiv în electrostimularea musculaturii total denervate (fig. 120).

Impulsurile trapezoidale rezultă din combinarea impulsurilor dreptunghiulare cu cele triunghiulare (fig. 121). Pantele ascendente și descente pot fi liniare sau curbe.

Curentul faradic. Este obținut din curentul continuu cu ajutorul unui inducător. Reprezentarea curentului faradic clasic – o curbă neregulată în care unde pozitive cu valori crescute alternează cu unde negative – este ilustrată în fig. 122. Imposibilitatea dozării intensității curentului, neregularitatea impulsurilor și manevrarea rudimentară a frecvenței au dus treptat la renunțarea la această formă de curent în terapie și înlocuirea sa prin curentul neofaradic. Acesta nu mai prezintă trecerile brusăte de la valorile pozitive la cele negative, se aplică cu frecvențe optime de 50 Hz, impulsurile au o durată de 1 min, durata pauzei este de 19 ms, iar intensitatea curentului poate fi reglată cu precizie; aparatelor moderne prezintă și posibilități de modulare (exemplu – aparatul TUR RS 10 – fig. 123).

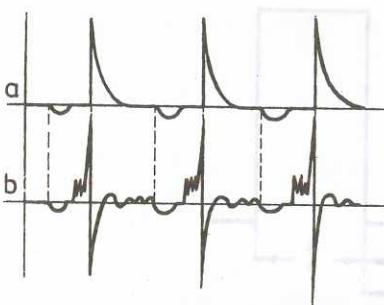


Fig. 122 – Curent faradic.

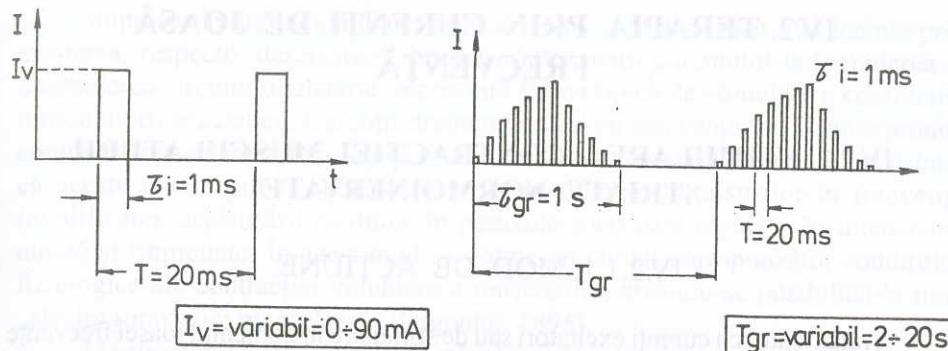


Fig. 123 – Curenții neofaradici generati de aparatul TUR RS 10: a – ca succesiune de impulsuri; b – ca succesiune de grupuri de impulsuri neofaradice modulate exponențial în amplitudine.

Curentul tiratronic (obținut cu ajutorul tuburilor catodice) este un derivat al curentului sinusoidal, având numai semiunde pozitive (curent redresat), cu eliminarea pantei ascendențe (fig. 124). Avantajele sale sunt reprezentate de constanța intensității, ritmicității și a duratei impulsurilor. Pornind de la acest curent sinusoidal redresat Pierre Bernard a obținut curenții diadinamici – cu mai multe variante – la care frontul descendant al impulsului sinusoidal redresat este alungit, lin, revenind la intensitatea zero la începutul impulsului următor (fig. 125).

În general, aparatele de electroterapie pentru joasă frecvență furnizează impulsuri cu frecvențe între 500 impulsuri pe secundă și 5 impulsuri pe minut.

Curenții modulați. Impulsurile de joasă frecvență pot fi modulate prin variația unuia din parametrii lor: amplitudine (intensitate, ritmicitate și durată). Modulația de amplitudine este variația progresiv crescândă și descrescândă a amplitudinii maxime a impulsurilor, proporțională cu amplitudinea semnalului sinusoidal de modulație. Modulațiile sunt destul de lente, durata unei modulații fiind de 0,05–1 secundă și perioada pauzelor de 3–5 secunde. Autorii germani denumesc acest curent modulat *Schwellstrom*, iar cei francezi unde de lungă perioadă.

Modulația de durată se caracterizează prin creșterea periodică, progresivă, a duratei impulsurilor până la un nivel maxim și revenirea tot progresivă, la durata inițială a impulsurilor. Modulația de amplitudine se poate suprapune (combina) cu cea de durată.

Din cele expuse mai sus, rezultă că există multiple posibilități de realizare și combinare a impulsurilor prin variația formei, amplitudinii, duratei și frecvenței lor.

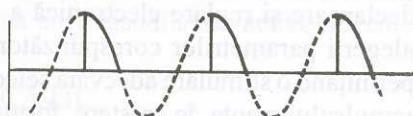


Fig. 124 – Curenț tiratronic.

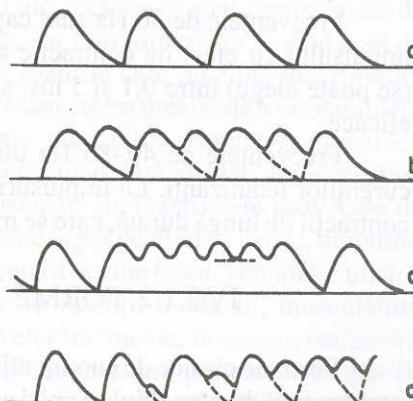


Fig. 125 – Curenți diadinamici.

IV.2. TERAPIA PRIN CURENȚI DE JOASĂ FRECVENTĂ

IV.2.1. STIMULAREA CONTRACTIEI MUSCULATURII STRIATE NORMOINERVATE

IV.2.1.1. MOD DE ACȚIUNE

Tratamentul cu curenți excitatori sau de stimulare în domeniul joasei frecvențe (J.F.), se bazează pe acțiunea caracteristică de excitare a impulsurilor electrice din acest domeniu asupra substraturilor excitable, cum sunt țesuturile musculare și fibrele nervoase. Prin stimularea electrică se poate obține o descărcare electrică a membranei celulare (depolarizare – respectiv modificarea sarcinii electrice), la nivelul substraturilor excitable, sus-menționate. Fiecare membrană – în funcție de tipul celulelor – are o anumită frecvență optimă pentru valoarea de prag a stimulării sale (de exemplu fibrele nervoase A-50 Hz, fibrele vegetative C-5Hz).

Unul din promotorii de notorietate ai terapiei electrice stimulatorii cu curenții de joasă frecvență a fost prof. dr. Ernst Henssge la Jena, înainte de 1950. Cu toate că acesta vorbea de terapie selectivă cu curenți stimulatori de J.F., nu înțelegea prin aceasta numai tratarea țintită a paraliziilor, adică stimularea mușchilor denervati, ci și stimularea fibrelor nervoase simpatice și parasimpatice autonome prin alegerea adecvată a diferenților parametri caracteristici și necesari ai impulsului, pentru substratul anatomic ce trebuie stimulat.

Dar, abia odată cu apariția și dezvoltarea aparaturii moderne (după 1950) cu declanșare și reglare electronică a impulsurilor, s-a putut ajunge la posibilitatea alegării parametrilor corespunzători situației funcționale a substratului stimulat, permitând o stimulare adecvată selectivă, a acestuia. Ne referim la frecvență, durată impulsului, panta de creștere, forma și intensitatea impulsului.

Musculatura scheletică normal inervată răspunde la impulsuri de durată relativ scurtă și cu frecvență relativ rapidă.

Frecvențele de 30 Hz sunt capabile să producă contracții musculare. Durata impulsului cu efect de contracție asupra mușchiului normoinervat este cuprinsă (se poate alege) între 0,1 și 5 ms; sub 0,02 ms, în orice caz, impulsul nu mai este eficace.

Frecvențele de 40–80 Hz utilizate în scop terapeutic reprezintă domeniul curenților tetanizanți. La impulsurile succedate cu aceste frecvențe, se instalează contracții de lungă durată, care se mențin atâtă timp cât curentul străbate mușchiul.

IV.2.1.2. FORME DE CURENȚI UTILIZATE

Formele clasice de curenți utilizate în stimularea musculaturii normoinervate sunt curenții dreptunghiulari unici și trenuri de impulsuri, curenții modulați, curenții faradici și neofaradici.

Impulsurile dreptunghiulare, produse după cum am arătat mai înainte prin creșterea, respectiv descreșterea bruscă a intensității curențului la închiderea și deschiderea circuitului electric, reprezintă forma tipică de stimulare a contracției musculaturii scheletice. Curenții dreptunghiulari cu frecvențe tetanizante produc contracții musculare nefiziologice de durată, obositore și dureroase. S-a constatat că aceste efecte pot fi contractate prin modularea impulsurilor în frecvență (modificarea declanșării continue în perioade succedate regulat), în intensitate, durată și ritmicitate. În acest mod se obține un curent corespunzător condițiilor fiziologice ale contracției voluntare a mușchiului, creându-se posibilitățile unei „electrogimnastici musculare“ (Bergonier, 1895).

Menționăm că în perioada de căutări și în scopul prevenirii acomodării, a fost utilizat în terapie un tip aparte de impulsuri dreptunghiulare și trapezoidale, cu ritm neregulat, având trenuri de unde cu durată variabilă și pauze variabile, numite curenți aperiodici Adam.

Curentul faradic clasic, având pronunțate efecte excitatorii, prezenta inconvenientele menționate mai sus. Din acest motiv, astăzi se folosește curentul neofaradic ai cărui parametri au fost de asemenea menționați.

Receptivitatea electivă a fibrelor nervoase motorii, a fibrelor musculare și a plăcilor neuromotorii față de curentul neofaradic, conturează ca principal efect al acestuia, acțiunea excitomotorie cu producere de contracții musculare pe musculatura cu atrofie de inactivitate, dar cu integritate a fibrelor nervoase motorii. Asupra mușchilor cu degenerescență totală sau parțială, a căror cronaxie este mărită de peste 10 ori, curentul neofaradic rămâne ineficace. De aceea, dispariția excitabilității faradice este un semn revelator al reacției de degenerescență. Mai adăugăm efectul vasomotor cu vasodilatație la acțiunea prelungită, efectele trofice secundare acțiunii vasodilatatoare, efecte antialgice parțiale la utilizări cu frecvențe mari, efecte revulsive obținute la atingerea unei vasodilatații active marcate.

IV.2.1.3. INDICAȚII

Principalele indicații ale aplicării curenților dreptunghiulari, modulați neofaradici, decurg din efectele excitomotorii ale acestora și sunt reprezentate de atoniile și atrofilele musculare de diferite cauze, dar normoinervate. Înținând cont de această importantă subliniere delimitativă, în cazurile care prezintă incertitudini privind afectarea fibrelor neuromotorii, se indică cercetarea prealabilă a excitabilității neuromusculare la curent faradic și cronaxia mușchilor respectivi, deoarece tratamentul se poate aplica numai pe grupele musculare fără afectări ale inervației.

În primul rând, menționăm atrofilele musculare de inactivitate provocate de diverse condiții patologice: imobilizări prelungite la pat de diferite cauze, hipotonii – hipotrofii musculare în suferințele unor articulații vecine (șold, genunchi, umăr).

De asemenea, beneficiază cu eficiență de curenții modulați, musculatura slăbită a spotelui din cadrul scoliozelor și cifozelor incipiente, în care se realizează un adevarat antrenament muscular, precum și musculatura piciorului în caz de picior plat și de prăbușire a bolții anterioare. Mai sunt indicați în prevenirea aderențelor intermusculare, intramusculare și peritendinoase.

În aceste situații se realizează o adevărată electrogimnastică musculară, care nu obosește pacientul, completează și facilitează kinetoterapia activă. Mai adăugăm că, prin electrogimnastică, se pot obține efecte relaxante asupra musculaturii cu contracturi reflexe ce apar în vecinătatea articulațiilor inflamate sau lezate, contribuind la cedarea durerii cauzate de hipertonia musculară și de redorile articulațiilor afectate.

Ca indicații derivează din efectele analgetice, vasomotorii și trofice ale curenților modulați și faradic, cităm:

- unele nevralgii și nevrite;
- stări postcontuzionale și postentorse;
- tulburări ale sensibilității cutanate ca analgezii, hipoestezii, parestezii postoperatorii și postlezionale;
- profilaxia trombozelor și emboliilor în stări postoperatorii și postpartum, în tulburări ale circulației de întoarcere venoasă și limfatică ca tratament al edemelor însoțitoare (intervine și acțiunea asupra mușchilor striați).

Contraindicații: paraliziile spastice, spasmele musculare, musculatura parțial sau total denervată.

IV.2.1.4. FORME DE APLICARE

– Tratamentul musculaturii scheletice rezultă din datele prezentate, privind efectele și indicațiile acestor forme de curenti.

– Electrogimnastica musculaturii respiratorii. Se descriu două modalități de stimulare a musculaturii respiratorii:

1. Stimulare indirectă prin intermediul nervului frenic la punctul de excitație al acestuia (regiunea cervicală latero-internă); prin această modalitate se acționează asupra diafragmului prin impulsuri dreptunghiulare (sau triunghiulare) cu durată de 0,1–1 ms aplicate pe zona sus-menționată. Se stimulează nervul de o singură parte și numai în caz de apariție a manifestărilor de slabire a amplitudinilor respiratorii, putem crește moderat intensitatea de stimulare sau se poate face la stimularea de partea opusă. Indicații: insuficiențe respiratorii de scurtă durată din cadrul unor intoxicații accidentale, stări de soc sau narcoză.

2. Stimularea directă a musculaturii respiratorii cu curenti modulați. Se aplică impulsuri tetanizante moderate prin intermediul a două circuite de stimulare sincronizate cu ritmul respirației spontane, care stimulează separat musculatura inspiratorie (mușchii intercostali interni) și cea expiratorie (mușchii abdominali). Indicații: sunt aceleași ca la gimnastica respiratorie adică, tulburările de ventilație de tip obstructiv și restrictiv din cadrul bronhopneumopatiilor cronice nespecifice. În aceste condiții patologice electrogimnastica realizată, completează și ajută gimnastica respiratorie activă. Contraindicații: paralizia musculaturii respiratorii prin denervare totală.

– Tratamentul musculaturii abdominale hipotone (flaște) din constipațiile atone și după nașteri. Se aplică curenti modulați sau neofaradici în ritmuri rare, cu intensitate crescută, în sedințe zilnice, cu durată progresivă de la 5 la 20 de minute.

– Tratamentul formelor ușoare de incontinență a sfincterelor vezical și anal, prin insuficiență musculară a constrictorilor, cu curenți modulați.

– Stimularea mișcărilor voluntare (după Foerster). Această formă specială de tratament are ca scop refacerea imaginii centrale motorii, după o întrerupere prealabilă a căilor psihomotorii, a unor mușchi cu integritate a inervației. În timpul acestor aplicații, pacientul își declanșează el însuși stimulul electric, care va provoca contracția mușchilor, concomitent cu intenția contracției voluntare. Prin această procedură, el reușește progresiv să-și recapete controlul asupra mișcării pierdute. Acest control se recâștigă prin fenomen de *feedback* senzitivo-motor bazat pe procesul – explicat cibernetic – de învățare și memorizare (Smith și Henry, 1967). În aplicarea acestei metode intervin *feedback*-urile vizuale și tactile la nivelul receptorilor articulari, tendinoși și musculari.

Indicații:

- stările după traumatisme acute ale aparatului locomotor;
- grupele musculare disfuncționale (partiale sau totale) din vecinătatea celor denervate din cadrul sechelelor de poliomielită;
- parezele restante după leziunile de nerv periferic la care s-a realizat o re-inervare completă.

Menționăm că cel mai adesea, această metodă electrică de „reatrenare“ musculară aplicată în situațiile patologice citate, se dovedește a fi foarte utilă și eficientă.

IV.2.1.5. TEHNICA DE APLICARE

Aplicația curenților modulați în electrogimnastica musculaturii striate se execută de regulă prin tehnica bipolară, numai în cazuri excepționale cu cea monopolară (în tratamentul mușchilor mici ai mâinii).

Electrozii, a căror dimensiune se alege în funcție de mărimea regiunii tratate, se plasează la nivelul inserțiilor musculare sau pe zonele de trecere mușchi-tendon.

Teoretic, înainte de aplicație trebuie testată direcția curentului care produce contractiile cele mai eficiente, cu ajutorul inversorului de polaritate. Intensitatea curentului trebuie astfel aleasă încât să producă secuse musculare evidente și eficiente scopului urmărit (antrenament muscular), dar fără să suprasolicite mușchiul.

La aplicațiile de curent neofaradic și neofaradic modulat, electrodul negativ se plasează pe mușchiul afectat la nivelul plăcii neuromotorii, iar electrodul pozitiv, pe o zonă proximală față de acesta.

Pentru efecte analgetice și de combatere a paresteziilor se utilizau înainte faradizări mobile cu rulou sau „pensulări“ cu periute metalice care astăzi sunt abandonate.

La aplicația de curent neofaradic modulat, alegerea grupurilor exponențiale are importanță, în sensul că atunci când avem de-a face cu tratamentul unui mușchi (sau grup muscular) cu tonus mai scăzut (stare de oboseală mai accentuată sau inactivitate prelungită), se preferă o frecvență mai mică, cu o pauză între grupuri

corespunzător mai mare. Durata ședinței este în general de 20–30 minute (H. Edel); numărul ședințelor necesare în funcție de caz, 8–10–12 pe serie și la nevoie se pot repeta.

Mai trebuie să adăugăm posibilitatea curentului faradic în cadrul băilor hidro-electrice (galvano-faradice), la care urmărim și obținerea unui efect excitomotor al musculaturii segmentului afectat.

IV.2.2. TERAPIA MUSCULATURII TOTAL DENERVATE

IV.2.2.1. MOD DE ACȚIUNE

Musculatura normal inervată răspunde la stimuli electrici cu declanșare bruscă (cum sunt impulsurile dreptunghiulare). La stimulii a căror intensitate crește lent, progresiv, sub formă de pantă (impulsuri exponențiale), mușchii normo-inervați nu mai răspund, datorită capacitații lor de acomodare (Nernst). De asemenea, fibrele nervoase senzitive integre prezintă acomodare la stimulii cu pantă. Spre deosebire de acestea, musculatura total denervată răspunde selectiv la stimularea prin impulsurile exponențiale de lungă durată, cu pantă de creștere lentă sau foarte lentă (Kowarschik, 1929), deoarece degenerescența nervoasă a dus la pierderea capacitații de acomodare a mușchiului care poate răspunde la intensități mai reduse de curent. Cu cât este mai lungă durata impulsului, cu atât este mai lină pantă sa de creștere. Descoperirea și precizarea acestor caracteristici a făcut deci posibilă excitarea selectivă a mușchilor striați denervați și utilizarea metodei în tentativele terapeutice de recâștigare a capacitații lor de contracție.

IV.2.2.2. FORME DE CURENȚI

Una din formele de curenți cu creștere treptată a intensității a fost reprezentată de curenții progresivi Lapique, utilizati mai demult în tratarea selectivă a musculaturii denervate. Aceștia au durate de impuls cuprinse între 100 și 1 000 ms și frecvențe cuprinse între 1 și 10 impulsuri pe secundă.

Curenții cu impulsuri trapezoidale rezultate din combinarea celor triunghiulare și dreptunghiulare, având platouri de intensitate staționară și fronturi de creștere și descreștere de diferite forme, au fost utilizati și ei în stimularea grupelor musculare prezentând diferite grade de denervare (vezi fig. 121).

Curenții triunghiulari, cu fronturi de creștere liniare – dar mai ales exponențiale – sunt astăzi cel mai frecvent utilizați în stimularea selectivă a mușchilor scheletici afectați prin lezarea și deteriorarea integrității nervilor periferici (vezi fig. 120). Utilizarea lor evită – după cum am văzut mai sus – excitarea musculaturii normal inervate precum și a fibrelor nervoase senzitive, care datorită creșterii treptate a intensității curentului la curenții triunghiulari și exponențiali, „îi suportă“ pe aceștia la valori crescute. Stimularea cu impulsuri triunghiulare previne, frânează și încetinește instalarea atrofiei musculaturii denervate, în aceasta constând valoarea

terapeutică a metodei, ea nefiind o procedură de recuperare în sine, ci pregătind inițierea kinetoterapiei recuperatorii. Pentru a avea succes, tratamentul trebuie instituit cât mai precoce după producerea leziunii neuronului motor periferic și apariția semnelor sale, înainte de instalarea modificărilor atrofice musculare (la maximum 7–10 zile).

Semnele de leziune de nerv periferic sunt următoarele:

- inversarea răspunsului muscular la excitația electrică, respectiv contracție la polul pozitiv (Brenner, Pflüger); este unul din cele mai frecvente semne ale reacției de degenerescență ERB;
- reobaza crescută;
- cronusia crescută;
- coeficientul de acomodare α al mușchiului lezat aproape de 1 sau sub 1;
- curba intensitate-durată (I/t) se deplasează spre dreapta și în sus;
- curba intensitate-durată (I/t) fragmentată în trepte, ceea ce denotă existența de unități musculare cu fibre neuromotorii lezate neuniform.

Se înțelege din enumerarea semnelor de mai sus că electrostimularea selectivă poate începe numai după efectuarea electrodiagnosticului.

IV.2.2.3. ELECTRODIAGNOSTICUL. DIAGNOSTICUL PRIN ELECTROSTIMULARE

Diagnosticul de electrostimulare al leziunilor neuromusculare cuprinde în general următoarele metode: testul galvanic al excitabilității, testul faradic al excitabilității și metoda curbei I/t . În toate aceste metode se folosesc stimuli din domeniul joasei frecvențe. Metoda curbei I/t prezintă față de testul galvanic și testul faradic aprecieri cantitative mai precise ale proceselor de denervare și permite o apreciere cantitativă a procesului de reinervare. Pe de altă parte, cu ajutorul curbei I/t se pot stabili parametrii optimi ai impulsurilor triunghiulare utilizate pentru tratarea paraliziilor flaște, în vederea obținerii unor rezultate cât mai bune. În cele ce urmează se va expune numai metoda curbei I/t care este mai complexă, celelalte două teste fiind simple și în general cunoscute.

O posibilitate relativ facilă de ridicare a curbei I/t o oferă aparatul TUR RS 12 fabricat în Germania – de altfel bine cunoscut și răspândit în rețeaua de specialitate din țara noastră.

Determinarea curbei I/t se face, atunci când mușchiul în cauză o permite, în tehnică bipolară, deoarece aşa cum se arată în figura 126, spre deosebire de tehnică monopolară, curentul străbate mai multe fascicule musculare. Electrozi, de mărime egală, se dispun la capetele mușchiului. Mărimea lor se adaptează la dimensiunile acestuia. Catodul se dispune distal în toate cazurile în care nu există răspuns paradoxal, adică $IA > IC$. În cazul răspunsului paradoxal, se inversează catodul cu anodul. La folosirea tehnicii monopolare electrodul diferent se plasează pe punctul motor al mușchiului, iar electrodul indiferent la capătul proximal al acestuia. Electrodul diferent reprezintă catodul, cu excepția cazurilor de răspuns paradoxal, când se inversează cu anodul.

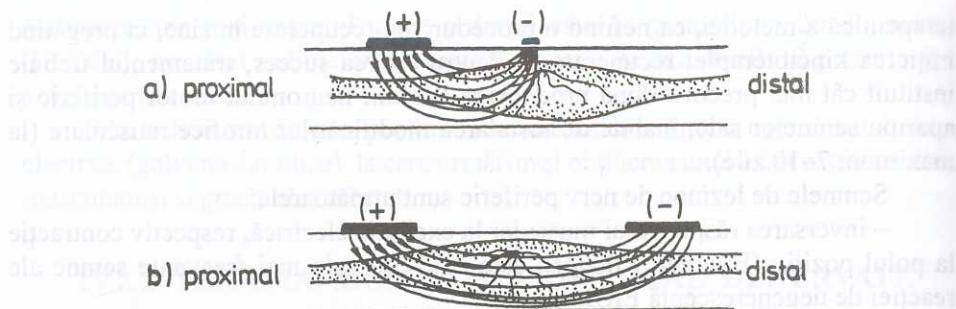


Fig. 126 – Stimularea prin tehnică monopolară (a) și bipolară (b).

Datele obținute în măsurările făcute pentru ridicarea curbei I/t se trec într-un grafic cu scări logaritmice, ca cel din fig. 127. Pe ordonată se reprezintă curentul I în miliamperi, iar pe abscisă timpul t exprimat în milisecunde.

Măsurările se fac cu două tipuri de curenti și anume: impulsuri dreptunghiulare care vor da curba notată CID (curba cu impulsuri dreptunghiulare) și impulsuri triunghiulare care vor da curba notată CIT (curba cu impulsuri triunghiulare). Înainte de determinările propriu-zise se stabilește cu impulsuri dreptunghiulare (având o durată de 1 000 ms și pauză între ele de 2 000 și 3 000 ms) răspunsul la fiecare dintre polarități în parte – pentru a stabili răspunsul normal sau paradoxal. După cunoașterea acestui răspuns se plasează electrozi conform indicațiilor de polaritate menționate mai sus.

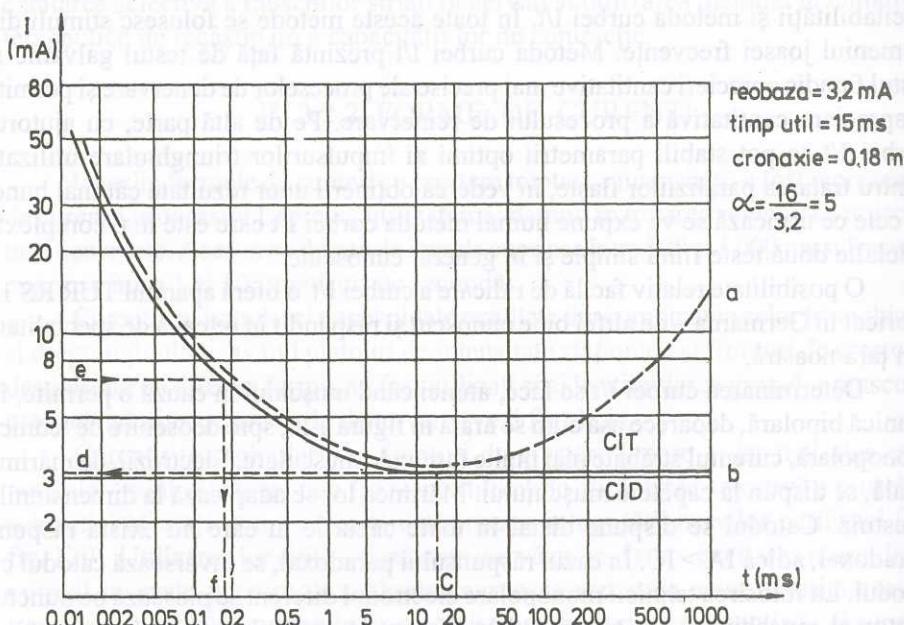


Fig. 127 – Curbele I/t pentru un sistem mușchi-nerv normal, ridicate cu impulsuri dreptunghiulare (CID) și cu impulsuri triunghiulare (CIT).

1. Se selectează forma de impuls dreptunghiular ca succesiune de impulsuri. Durata impulsurilor se fixează la 1 000 ms, iar pauza între 2 000 și 3 000 ms. Cu electrozii montați pe pacient, se crește treptat intensitatea curentului până se obține contracția minimă. Valoarea intensității (mA) cu care se obține această contracție minimă se numește REOBAZĂ; aceasta se notează în grafic (fig. 127 d).

2. Se scurtează apoi durata impulsului, de exemplu în succesiunea 500 ms, 400 ms, 300 ms, 200 ms, 100 ms, 50 ms și a.m.d. măsurându-se de fiecare dată, ca la punctul precedent, intensitatea curentului care produce contracția minimă. Valorile obținute se trec în grafic. La scăderea duratei impulsului, valoarea intensității curentului care produce contracția minimă rămâne un timp egală cu reobaza, ceea ce se traduce printr-o porțiune orizontală a curbei CID (fig. 127 b). La o anumită durată a impulsului pentru obținerea contracției minime este necesară o intensitate mai mare decât reobaza. Din acest punct curba I/t devine ascendentă pe măsură ce durata tinde spre zero. Timpul, sau cu alte cuvinte, durata impulsului de la care curba începe să devină ascendentă este denumit în literatura de specialitate (Gildemeister) TIMP UTIL (fig. 127 c). De menționat că valoarea timpului util variază foarte mult în funcție de poziția electrozilor și de presiunea lor pe tegument.

Din acest motiv, timpul util nu este considerat ca un parametru important pentru electrodiagnostic.

3. Se determină CRONAXIA, definită ca durata impulsului de curent dreptunghiular cu amplitudine egală cu dublul reobazei, care produce contracția minimă. Cronaxia poate fi determinată în două moduri și anume:

– pe graficul curbei I/t determinată în fazele precedente se trasează o dreaptă paralelă cu abscisa la valoarea de curent reprezentând dublul reobazei (fig. 127 e), iar de la punctul de intersecție al acestei drepte cu curba I/t, se duce o perpendiculară pe axa timpului unde se obține valoarea cronaxiei (fig. 127 f);

– prin determinarea directă pe pacient, în timpul ridicării curbei I/t, se fixează valoarea de vârf a curentului la o valoare egală cu dublul reobazei, durata impulsului fiind foarte redusă, și apoi se mărește treptat durata impulsului până la obținerea contracției minime; durata impulsului corespunzătoare contracției minime este cronaxia.

4. Se ridică curba CIT în aceleși condiții descrise la curba CID (prin manevrarea butonului corespunzător formei de impuls triunghiular). Durata frontului de descreștere se alege practic zero. Valorile se trec în același grafic ca și curba CID.

5. Se determină coeficientul de acomodare notat cu α , care se definește ca raportul dintre intensitatea curentului triunghiular cu durată de 1 000 ms și intensitatea curentului dreptunghiular cu aceeași durată, pentru valorile care produc contracții minime. Prescurtat, se poate exprima:

$$\alpha = \frac{I_{tr} (1000 \text{ ms})}{I_{dr} (1000 \text{ ms})}, \text{ la contracție minimă.}$$

Din curbele determinate conform celor arătate anterior se poate determina imediat coeficientul de acomodare α , făcând raportul dintre curenții corespunzători celor două curbe, pentru durata de 1 000 ms. În exemplul dat în fig. 127, α este

egal cu $16/3,2 = 5$, adică reprezintă raportul curenților din punctele a și n. Coeficientul de acomodare are la mușchii sănătoși ai scheletului valori cuprinse între aproximativ 2,5 și 6. Limita inferioară variază după diversi autori între 2 și 3. O scădere a valorii sub limita inferioară denotă o denervare parțială a mușchiului, iar o scădere sub 1 arată o denervare totală. Determinarea coeficientului de acomodare este foarte importantă deoarece în valoarea acestuia se reflectă chiar leziunea incipientă a nervului. Valorile normale date mai sus pentru coeficientul de acomodare sunt valabile numai pentru durata de 1 000 ms a impulsurilor.

Criteriul pentru mărimea excitației în determinările curbelor I/t este contracția musculară minimă, care se apreciază subiectiv și deci, poate da naștere la erori. Din acest motiv, trebuie luate măsuri în vederea menținerii erorilor la valori cât mai reduse. Pentru aceasta, este indicat ca lumina să fie dirijată oblic pe mușchiul testat și suficient de intensă.

La pacienții care au un strat de țesut celulo-adipos subcutanat abundant se recomandă palparea pentru decelarea contracției musculare.

Contractiona minimă trebuie să fie percepță similar cu amplitudinea pulsului radial normal. Obiceala survenită după un număr mare de determinări, reduce amplitudinea contracției. Este importantă și recomandabilă de asemenea, o poziție relaxată a pacientului. Mai adăugăm necesitatea unei temperaturi de confort termic în încăperile unde se execută testările (pe extremități reci nu se obțin valori utile). De asemenea, este important de cunoscut efectul de „mascare“, produs de contrația mușchilor vecini normoinervați, mai ales cu ocazia scăderii duratei impulsurilor și a creșterii intensității. În aceste situații se întrerupe ridicarea curbei în punctul în care contrația mușchiului testat nu mai poate fi stabilită cu certitudine. De reținut că această curbă I/t nu are valoare în sindromul de neuron motor central și în miopatii.

Forma curbei I/t din fig. 127, așa cum s-a menționat, valabilă numai pentru un sistem mușchi-nerv intact. Pentru mușchii, denervați, forma curbei se modifică mai mult sau mai puțin și din alura ei se pot trage concluzii privind gradul afectării. Ca exemplificare, în fig. 128 se prezintă variația curbei I/t (CID) în cursul regenerării unui nerv. Astfel, la mușchiul total denervat, curba este deplasată în dreapta și în sus, ca urmare a cronaxiei crescute a fibrelor musculare, care sunt excitate în locul fibrelor nervoase.

La un mușchi parțial denervat, curbele ocupă un loc intermedian între curba precedentă și curba mușchiului sănătos. Se observă că pe măsură ce are loc inervarea, curbele se deplasează de sus în jos și de la dreapta spre stânga. Din variația curbelor din această figură se poate trage concluzia importantă pentru diagnostic că partea stângă a curbei I/t dă în primul rând informații asupra stării nervului motor, iar partea dreaptă asupra stării fibrelor musculare. O deteriorare în funcționarea nervului motor se traduce prin ridicarea părții stângi a curbei, adică prin necesitatea utilizării unor intensități mai mari pentru excitație. Segmentul orizontal al curbei CID se reduce, după cum rezultă din fig. 129, în care sunt reprezentate curbele I/t pentru un mușchi denervat parțial. Afectarea nervului se reflectă și în scăderea coeficientului de acomodare, care rămâne însă în cazul de față mai mare de 2.

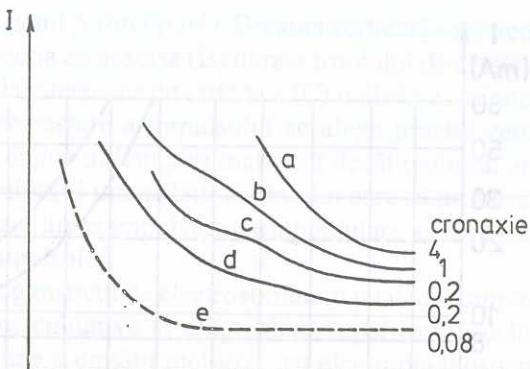


Fig. 128 – Variația curbei I/t (CID) în cursul regenerării nervului: *a* – mușchiul denervat; *b*, *c* – după 16 și respectiv 20 de săptămâni de tratament; *d* – după 24 săptămâni și refacerea nervului; *e* – mușchiul sănătos.

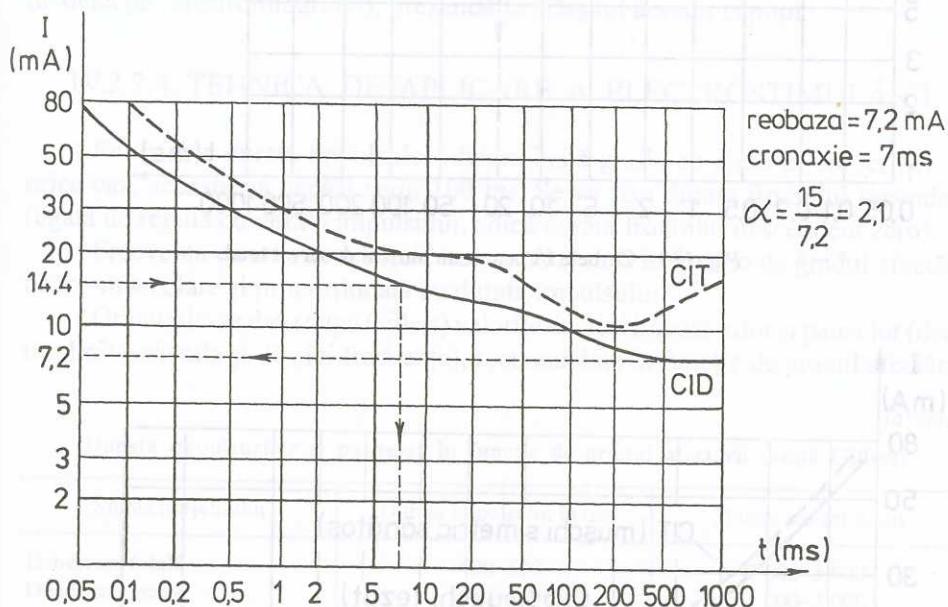


Fig. 129 – Curbele I/t pentru un mușchi denervat parțial cu α peste valoarea 2.

În figura 130 sunt reprezentate curbele I/t pentru un mușchi total denervat. După cum se observă, cronicăia are valori mult mărite, iar capacitatea de acomodare este aproape complet pierdută. Coeficientul de acomodare se apropie de valoarea 1.

Pentru optimizarea parametrilor aleși pentru electrostimularea terapeutică este utilă determinarea curbei CIT pentru mușchiul corespunzător sănătos al membrului simetric (prezentată în fig. 131 alături de curba CID determinată în testarea mușchiului afectat).

Această din urmă curbă este denumită în literatura de specialitate și CLIMALIZA. Pe grafic se trasează, începând de la origine, o dreaptă aproape tangentă la curba climalizei. Suprafața triunghiului hașurat descris de curba CID și această dreaptă reprezintă domeniul de intensități și durate care pot fi alese pentru excitarea mușchiului bolnav cu impulsuri triunghiulare. De obicei, se alege un punct situat pe dreapta tangentă, căruia îi corespunde o intensitate mai mare cu

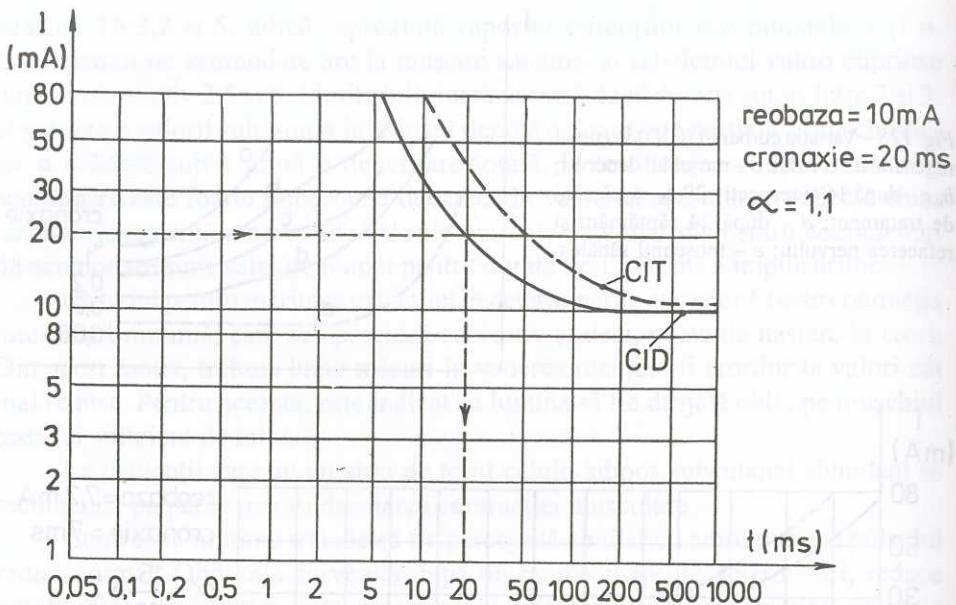


Fig. 130 – Curbele I/t pentru un mușchi denervat total.

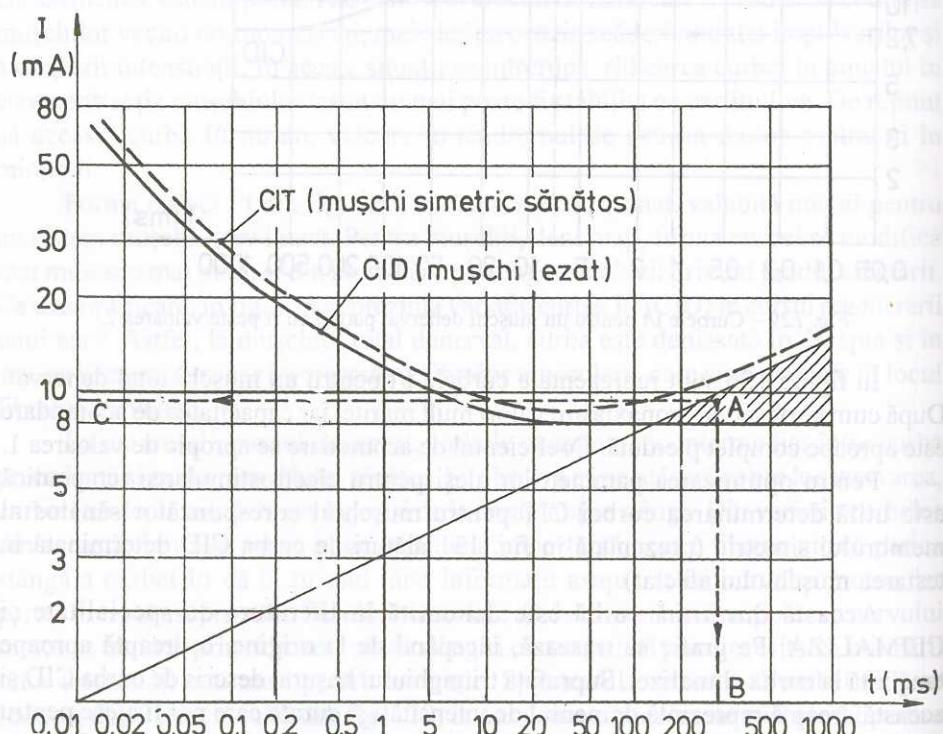


Fig. 131 – Determinarea duratei impulsului pentru tratament cu ajutorul curbelor I/t.

câțiva miliamperi decât reobaza (punctul A din figură). Dreapta verticală care trece prin acest punct determină la intersecția cu abscisa (B) durata frontului de creștere a impulsului, iar dreapta orizontală la intersecția cu ordinata (C) indică intensitatea curentului. Durata frontului de descreștere a impulsului se alege practic zero. Alegerea punctului pe tangentă cu câțiva miliamperi mai mult decât reobaza, are în vedere nedepășirea unui anume nivel al intensității curentului care să provoace oboseala mușchiului stimulat. Pauza dintre impulsurile triunghiulare se alege de câteva ori mai mare decât durata impulsului.

În încheiere menționăm că diagnosticul de electrostimulare poate fi completat – pentru decelarea modificărilor calitative și o apreciere superioară a celor cantitative ale potențialului de acțiune a unității motorii – cu electrodiagnosticul de detecție (electromiografia), prezentat la sfârșitul acestui capitol.

IV.2.2.4. TEHNICA DE APLICARE A ELECTROSTIMULĂRII

Se va fixa durata impulsului (determinată grafic cu ajutorul curbei I/t). În orice caz, aceasta va depăși sigur 100 ms. Se va fixa durata frontului ascendent (egală de regulă cu durata impulsului, adică durata frontului descendent zero).

Frecvența cu care se instituie tratamentul va fi în funcție de gradul afectării neuro-musculare și proporțională cu durata impulsului.

Orientativ, se dau (după Gillert) valorile duratei impulsurilor și pauzelor (deci, implicit perioada și de aici frecvența), recomandate în funcție de gradul afectării.

Tabelul 3

Durata impulsurilor și pauzelor în funcție de gradul afectării (după Gillert)

Starea mușchiului	Durata impulsului în ms	Durata pauzei în ms
Denervare totală	400–600	2 000–5 000
Denervare gravă	150–400	1 000–3 000
Denervare medie	50–150	50–150
Denervare redusă	10–5	20

Intensitatea curentului de stimulare este furnizată de electrodiagnostic, aceasta trebuie să producă o contracție minimă eficientă (stabilită pe diagramă după determinarea curbelor I/t descrise mai sus); în absența curbelor I/t, se stabilește la începutul tratamentului prin tatonare. Modalitățile de fixare a electrozilor sunt: tehnica bipolară și tehnica monopolară.

Tehnica bipolară. Cei doi electrozi se aplică pe extremitățile mușchiului afectat. Electrodul negativ cu care se începe stimularea se aplică distal, în zona anatomică de trecere spre tendon; electrodul pozitiv se amplasează proximal. Această metodă este indicată la denervările accentuate, deoarece ea permite o trecere (longitudinală) a curentului prin mai multe fibre musculare.

Tehnica monopolară. Electrodul negativ se aplică pe punctul motor al mușchiului afectat, iar electrodul indiferent se fixează la capătul proximal al mușchiului.

Se va proceda în felul următor:

- dacă poziționarea este corect stabilită și mușchiul nu va răspunde la stimulare, se inversează polaritatea;
- dacă nici astfel nu avem răspuns din partea mușchiului, se va stimula cu electrodul negativ punctul motor al nervului respectiv (stimulare indirectă);
- dacă nici astfel nu obținem contracția musculară dorită, se inversează polaritatea și la nerv; va trebui să căutăm cu răbdare și atenție mai multe puncte apropriate pe zona distală a mușchiului pentru a reuși să obținem contracția vizată cea mai adecvată. Dacă mușchiul nu răspunde la poziționările corecte ale electrozilor (și bineînțeles cu parametrii corespunzători ai currentului de stimulare) după toate variantele încercate, se poate mări eventual durata impulsului de stimulare, dar în nici un caz nu se va mări intensitatea currentului.

Se recomandă ca durata unei ședințe să fie scurtă, ea fiind direct determinată de numărul de excitații aplicate, la frecvența stabilită.

În prima etapă se vor aplica numai 15–20 stimulații pe ședință, la leziuni accentuate de nerv. Deci, în cazul în care un impuls este dat la 5 secunde, durata ședinței va fi de aproximativ un minut și jumătate. În aceste condiții, se pot efectua 4 ședințe pe zi la un interval de cel puțin 15–30 minute, pentru a nu provoca oboseală musculară (Keith-Stilwell și Wakim). Aplicațiile se fac zilnic. Pe măsură ce starea mușchiului tratat se ameliorează sau dacă aceasta este de la început mai puțin afectată, se pot aplica 20–30 impulsuri pe o ședință. Contrația musculară obținută trebuie să fie tot timpul optimă (evidentă și globală); în momentul în care ea scade în amplitudine (se instalează oboseala musculară), aplicația se sisteză.

Teoretic, se recomandă la 7–10–14 zile de tratament, repetarea determinării curbelor I/t pentru a putea constata dacă se poate modifica (reduce) durata impulsului, în funcție de progresele obținute. Pe parcursul tratamentului, cu cât se îmbunătășește calitatea contrației (constatătă clinic și confirmată electromiografic) se poate crește progresiv numărul de impulsuri excitatorii pe o ședință, frecvența impulsurilor, durata aplicației și se poate scădea progresiv durata impulsurilor și durata pauzelor.

În situația în care – după un număr considerabil de aplicații – se constată un progres al stării funcționale a mușchiului tratat, prin testingul muscular (acesta ajungând la valoarea 2 după gradația Rocher), se poate trece la stimularea cu grupuri de impulsuri modulate exponențial în amplitudine (în scopul prevenirii acomodării).

Principii și condiții de respectat în aplicațiile de electrostimulare:

- Pe fișa de prescripție terapeutică va trebui menționată mișcarea ce trebuie redobândită prin tratament (flexie, extensie etc.).
- În timpul aplicației, pacientul trebuie să se concentreze asupra tratamentului, să-și privească mișcarea, să numere (în gând sau cu glas tare) pe timpul pauzei, pentru a-și da singur comanda mișcării voluntare deoarece și-a pierdut imaginea acestei mișcări și cooperarea lui va ajuta la redobândirea mișcărilor compromise.
- Poziționarea segmentului locomotor afectat se va face astfel ca pacientul să fie așezat în postura cea mai adecvată, într-un plan lipsit de influență forței de gravitație.

– Segmentul locomotor tratat trebuie să aibă articulația vecină indemnă (normală), pentru probarea cinematică a efectului terapeutic.

– Se recomandă a se face înainte de ședința de electrostimulare o procedură de încălzire locală cu efecte trofice tisulare, care prin nutriția produsă aduce mai mult oxigen la nivelul mușchiului tratat și va facilita astfel solicitarea sa în condiții de mușchi afectat. Se pot aplica băi ascendente de 37°–39° de scurtă durată (5–10 minute), microunde, unde scurte sau parafină.

– Masajul este recomandat înainte de stimulare, activând circulația locală, el este util și după ședința de electrostimulare.

– Înainte și după ședință, unii autori recomandă o aplicatie locală de curent galvanic de 10 minute, pentru posibilele sale efecte trofice. În aceste situații se impune însă o atenție deosebită, existând riscuri de apariție a arsurilor, datorită faptului că unii dintre bolnavii tratați pot prezenta tulburări senzitive cutanate, datorită perturbării pragului de sensibilitate la curentul electric.

– Dacă toate datele necesare aplicăției au fost corecte, verificate și respectate și totuși, pe parcursul tratamentului se obțin rezultate paradoxale (de exemplu mișcarea inversă decât cea așteptată), se va întrerupe tratamentul pentru 10–14 zile, după care se va relua cu aceiași parametri sau după o nouă testare electrică.

– Durata totală a tratamentului este nedefinită, deseori fiind necesare câteva luni, până ce se obține minimum valoarea 2 pe scara testingului muscular.

– După introducerea programelor de kinetoterapie, se poate continua cu stimularea selectivă a mușchilor afectați, la parametrii corespunzători etapei de evoluție favorabilă a acestora.

IV.2.3. TERAPIA MUSCULATURII SPASTICE

IV.2.3.1. PRINCIPIUL METODEI

De la începutul deceniului al 6-lea, o serie de autori americanii (Lee și colab., Levine, Knott și Kabat, Newmann și colab.) au încercat să trateze musculatura spastică din paraliziile centrale prin aplicarea succesiunilor de impulsuri de joasă frecvență tetanizante. Rezultatele nu au fost concludente și nici satisfăcătoare, atât în ceea ce privește durata relaxării muskulare obținute, cât și numărul cazurilor care au răspuns la aceste aplicații.

Metoda actuală, aplicată frecvent cu rezultate concludente, este rezultatul modelului de excitație electrică elaborat de Hufschmidt în 1968. Aceasta a permis obținerea unor efecte de durată la majoritatea cazurilor tratate. Ea constă în aplicarea a două circuite de excitație separate, dar sincronizate, fiecare cu câte doi electrozi. Una-din modalitățile cele mai cunoscute de aplicatie utilizează circuitele rezultate din cuplarea – printr-un cablu special – aparatelor RS 10 și RS 12 (TUR – RDG). Metoda a fost perfecționată prin construirea aparatului TUR RS 21, care permite utilizarea combinată a 3–4 circuite separate.

Stimulul se realizează prin impulsuri de formă dreptunghiulară, având durată de 0,2–0,5 ms și frecvență de 0,7–1 Hz. Între primul și al doilea circuit de excitație

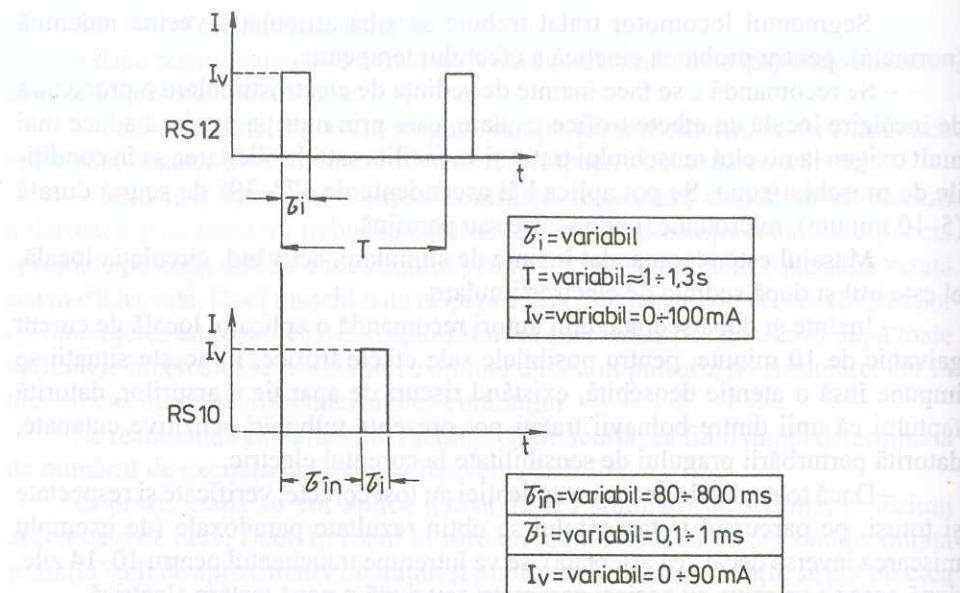


Fig. 132 – Curenții pentru tratarea musculaturii spastice generați de cuplul de aparate TUR RS-10 și TUR RS-12.

se realizează un decalaj de timp de 100–300 ms (fig. 132). Astfel, se stimulează mai multe grupe musculare, de obicei antagoniste, cu intensitate crescândă, până la apariția unor contracții (secuse) musculare puternice. Rezultă o excitație alternată ritmic a acestor mușchi (agoniști – antagoniști), cu întârzierea indicată între cele două circuite excitatorii.

Principiul de acțiune al acestei metode este expus în cele ce urmează.

Printr-un efect de inhibiție a motoneuronilor mușchilor spastici, se induce un efect de relaxare vizând musculatura spastică tratată. Excitoterapia electrică a mușchilor se adresează receptorilor contractili și aparatului Golgi. Impulsurile aferente ce sosesc la măduva spinării de la proprioreceptorii excitați, declanșează efecte de inhibiție a musculaturii spastice, respectiv efecte de stimulare a antagoniștilor corespunzători. Concomitent, antagoniștii musculaturii spastice – de obicei hipotoni – își îmbunătățesc tonusul (pe baza principiului intervenției reciproce – Sherrington).

Ambele efecte contribuie la obținerea unei coordonări a mișcărilor, evidențiată printr-o mai bună corelare funcțională a antagoniștilor și agoniștilor. Prin această excitație repetitivă se transmit informații motorii și centrului motor supraspinal, care a pierdut capacitatea de „programare“ optimă (coordonare) a desfășurării mișcării și prin stimularea realizată de aplicarea excitantului electric, acesta va primi din nou „informațiile“ motorii necesare.

Efectul de relaxare a mușchilor spastici se menține la început, de obicei numai 24–48 ore, dar prin repetarea aplicațiilor se pot obține relaxări de durată mai lungă (3–4 săptămâni), facilitându-se astfel instituirea programelor de kinetoterapie și gimnastică corespunzătoare. Hufschmidt a menționat și obținerea unor efecte analgetice.

Trebuie să menționăm însă că, dacă bazele teoretice ale acestui succes terapeutic au fost astfel puse, multe date sunt încă ipotetice și mai există câmp suficient pentru noi explicații neurofiziologice, în scopul perfecționării metodei, pentru îmbunătățirea rezultatelor obținute.

Considerăm important faptul că rezultatele favorabile ale metodei preconizate și aplicate de Hufschmidt au fost confirmate și de alți autori, ca Feldkamp, Güldenring, Hentschel, Jacobi, iar Edel și colab. au reluat-o și aplicat-o cu succes în tratamentul paraliziilor spastice centrale.

IV.2.3.2. INDICAȚIILE METODEI

Dintre indicații menționăm:

- spasticitatea în pareze-paralizii de origine cerebrală, în special infantilă, spasticități consecutive traumatismelor la naștere, fără atetoză;
- leziuni traumaticice cerebrale și medulare, cu excepția paraplegiilor spastice;
- pareze spastice din cadrul sclerozei în plăci;
- hemipareze spastice după accidente vasculocerebrale cu redori articulare dureroase persistente;
- boala Parkinson (după Jusic și colab.), în care se pot obține ameliorări ale tonusului muscular cu ajutorul acestei metode.

Contraindicațiile cunoscute sunt:

- scleroza laterală amiotrofică;
- scleroza difuză avansată.

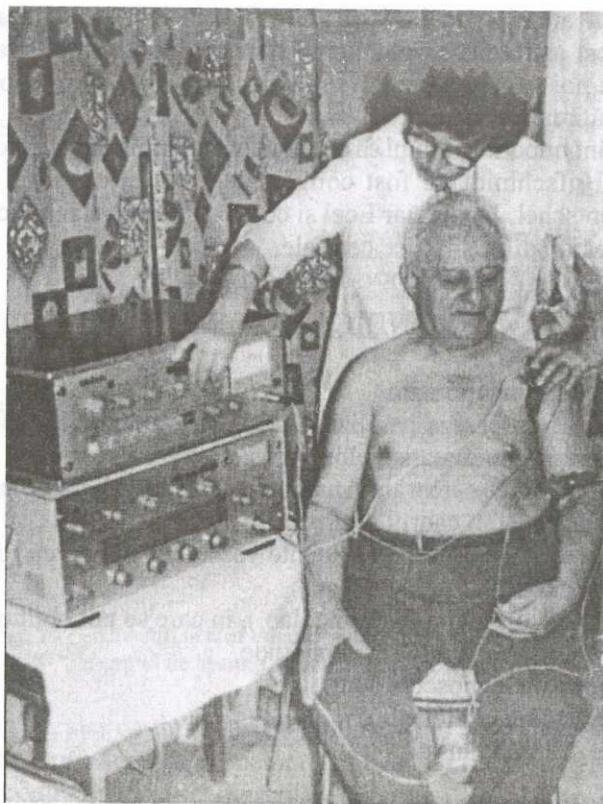
IV.2.3.3. TEHNICA DE LUCRU

Vom prezenta modelul de aplicație utilizând cuplul de aparate RS 12–RS 10. Aparatul RS 12 reprezintă circuitul 1 de excitație, iar RS 10, circuitul 2 (fig. 133). Cuplarea lor se face cu ajutorul unui cablu special ce face parte din accesoriile aparatului RS 10.

Excitarea mușchilor se face prin impulsuri dreptunghiulare (ca și la SPASMOTRON – RFG).

Reglarea parametrilor se face prin manevrarea comutatoarelor corespunzătoare ale aparatelor respective. Durata impulsurilor la RS 12 se fixează între 0,1 ms și 0,5 ms, iar frecvența lor, de aproximativ 1 Hz (perioada corespunzătoare 1 000 ms), în cazul tratamentelor aplicate pe membrul superior și de 0,6–0,8 Hz (perioadele corespunzătoare 1 660–1 250 ms), în cazul tratamentelor aplicate pe membrul inferior.

La RS 10 se fixează timpul de întârziere dintre impulsurile celor două circuite între 80 ms și 300 ms, precum și durata impulsurilor între 0,1 ms și 0,5 ms. Intensitatea curentului trebuie astfel aleasă încât să se producă o contractie musculară puternică și fără senzație cutanată neplăcută. Durata tratamentului la o poziționare segmentară este de maximum 10 minute, iar în cazul mai multor poziționări successive, durata totală a ședinței nu va depăși 40–50 minute. Dacă bolnavul sesizează febră musculară după primele ședințe de tratament, se va intercala o zi de pauză și se va scurta eventual durata aplicației.



*Fig. 133 – Cuplarea aparatelor TUR RS-10 și TUR RS-12
în aplicația de terapie a spasticității musculaturii striate.*

În mod obișnuit se recomandă aplicații zilnice, cel puțin în etapa inițială a tratamentului. Dacă efectul terapeutic se menține, intervalul poate fi mărit. În general se aplică serii mai lungi de tratament (cel puțin 12–18 ședințe). În cazurile în care rezultatul obținut se reduce în câteva săptămâni, tratamentul se instituie din nou. Ședința de tratament cuprinde câteva poziționări succesive de excitare musculară obținută prin amplasări ale electrozilor celor două circuite dinspre extremitatea proximală a membrului superior spre membrul inferior pe partea hemiplegică; circuitul de excitare I se aplică în general deasupra musculaturii spastice, iar circuitul II deasupra mușchilor antagoniști corespunzători. Se folosesc de regulă electrozi în formă de placă, mici, aplicați bipolar deasupra punctelor de excitare ale mușchiului. Electrozi se aplică pe un strat intermediar hidrofil bine umezit sau ca pastă de electrozi. Se fixează cu benzi elastice.

Pozitionarea electrozilor

I. Spasticitatea membrelor superioare

Pozitia 1

Circuitul de excitare I – marginea superioară a mușchiului trapez (+);
– porțiunea mijlocie a mușchiului deltoid (–).

Circuitul de excitație II – pe mușchiul romboid, (+) proximal și (-) distal.

Pozitia 2

Circuitul de excitație I – electrozii plasați pe capetele bicepsului brahial;

Circuitul de excitație II – electrozii plasați pe capetele tricepsului brahial.

Pozitia 3

Circuitul de excitație I – flexorii degetelor (+) și eminența ternară (-);

Circuitul de excitație II – pe mușchii radiali ai antebrațului.

II. Spasticitatea membrelor inferioare

Varianta 1

Circuitul de excitație I – m. biceps femural (flexor) și pe extensorii dorsali lungi (în porțiunea distală), pe partea sănătoasă;

Circuitul de excitație II – pe m. fesier mijlociu (+) și pe m. adductori ai coapsei sau pe dreptul femural (-) pe partea spastică.

Varianta 2

Circuitul de excitație I – ca mai sus, dar ipsilateral;

Circuitul de excitație II – ca mai sus, dar contralateral și apoi inversare.

Notă: S-a observat că tratarea cu curenți de excitație a musculaturii gambei produce frecvent o accentuare a spasticității acesteia și ca atare se recomandă evitarea aplicării la gambă.

III. Spasticitatea trunchiului

Circuitul de excitație I – pe extensorii dorsali din partea spastică;

Circuitul de excitație II – pe extensorii dorsali din partea opusă.

În funcție de caz, se tratează și musculatura lombară sau cervicală.

IV.2.4. STIMULAREA CONTRACTIEI MUSCULATURII NETEDE

Stimularea electrică a musculaturii netede se poate realiza, ținându-se seama de caracteristicile fiziologice ale contracției acesteia. Astfel, cronaxia mușchilor netezi este lungă (până la sute de ms), capacitatea de acomodare este neglijabilă și prezintă o capacitate foarte mare de sumărie. Curenții care prin particularitățile prezentate pot acționa cu efecte asupra musculaturii netede, sunt impulsurile exponențiale. Astfel, se pot aplica stimuli exponențiali – impulsuri unice sau serii de impulsuri – cu durată mare (sute de ms), pauză mare (raport D.I./D.P. = 1/2–1–6) și frecvență rară (un inimpuls la 1–4 secunde).

Indicațiile principale probate în practica terapeutică cu bune rezultate sunt reprezentate de constipațiile cronice atone, atonia vezicală postoperatorie și contracțiile uterine slabe primare la naștere.

Tehnica de aplicare. Se folosesc electrozi plăti de dimensiuni egale, 200–400 cm², aplicați pe abdomen, între rebordul costal și creasta iliacă, pe flancurile abdominale drept și stâng în constipația cronică; în atoniile vezicale și uterine, polul negativ se plasează deasupra simfizei pubiene, iar cel pozitiv, posterior pe regiunea sacrată.

Durata impulsului este de regulă 400–500 ms în constipațiile atone și 200 ms în atoniile vezicale și uterine; durata pauzei, 1 000–3 000 ms. Intensitatea curentului aplicat se regleză în jurul a 20–30 mA.

Durata ședinței: s-au dovedit mai eficiente ședințele de 10–15 minute în atoniile vezicale, 30–50 minute în constipații, 30–60 minute în contractiile slabe de naștere, când se pot și repeta.

Ritmul ședințelor: la început zilnic și se pot rări pe parcurs la 2–3 zile, în funcție de rezultatele obținute. În constipațiile cronice, adesea sunt necesare 20–25 ședințe; atoniile vezicale răspund mult mai repede la acest tratament.

IV.2.5. APLICAȚII CU SCOP ANALGETIC ALE CURENȚILOR DE JOASĂ FRECVENTĂ

IV.2.5.1. MOD DE ACȚIUNE

Încă de la începuturile aplicațiilor terapeutice cu curenți excitatori (decenile 3 și 4) și constatarea efectului lor analgetic, s-a încercat explicarea acestui mod de acțiune. Bineînțeles, s-a pornit de la studierea amănunțită a fenomenului dureros, a componentelor sale subiective și obiective, a reacțiilor somatice și vegetative reflexe, ca fenomene cvasinormale, de apărare, a receptiei la nivelul nociceptorilor periferici specifici, a căilor de transmisie și integrare, a zonelor de percepție.

Multitudinea cercetărilor efectuate a dus la conturarea și definirea cunoștințelor existente privind receptorii senzitivi, structura lor anatomică, răspândirea lor topografică, condițiile lor variate de stimulare, selectivitatea lor, nivelul diferit al pragurilor de excitabilitate.

S-a stabilit că toți receptorii pentru durere nu sunt altceva decât ramificații ale dendritelor neuronilor senzitivi, care iau parte la alcătuirea unui nerv cutanat. Fibrele nervilor cutanați au prag de excitabilitate diferit, fiind astfel capabile să conduc impulsuri generate în circumstanțe deosebite. La om, fibrele A-alfa conduc impulsuri pentru apariția senzațiilor tactile, fibrele A-delta pentru durere tolerabilă, relativ bine localizată, de tipul înțepării scurte, iar fibrele C conduc impulsuri responsabile de apariția durerii intense și difuze. Fibrele A-delta subțiri și fibrele C sunt sărace în mielină și lent conducătoare, în timp ce fibrele A-alfa, cu diametrul mare, sunt rapid conducătoare ale informațiilor nociceptive.

Fibrele sensibilității somatice abordează măduva spinării pe calea rădăcinii posterioare, în timp ce impulsurile viscerale prin intermediul ramurii comunicante albe. Axonii neuronilor senzitivi din ganglionul spinal fac sinapsă cu „neuronii de releu” localizați în substanța cenușie a cornului posterior medular. Nociceptorii cutanați au acțiune excitatoare independentă asupra cel puțin doi neuronii din cornul posterior. Unul este excitat exclusiv de impulsuri venite de la receptorii de durere, iar celălalt neuron primește excitări și de la mecanoreceptorii senzitivi. Axonii neuronilor din straturile medulare 1, 2 și 5 se proiectează la nivele diferite ale encefalului, alcătuind căile durerii. Prin căile spino-talamice și spino-reticulare,

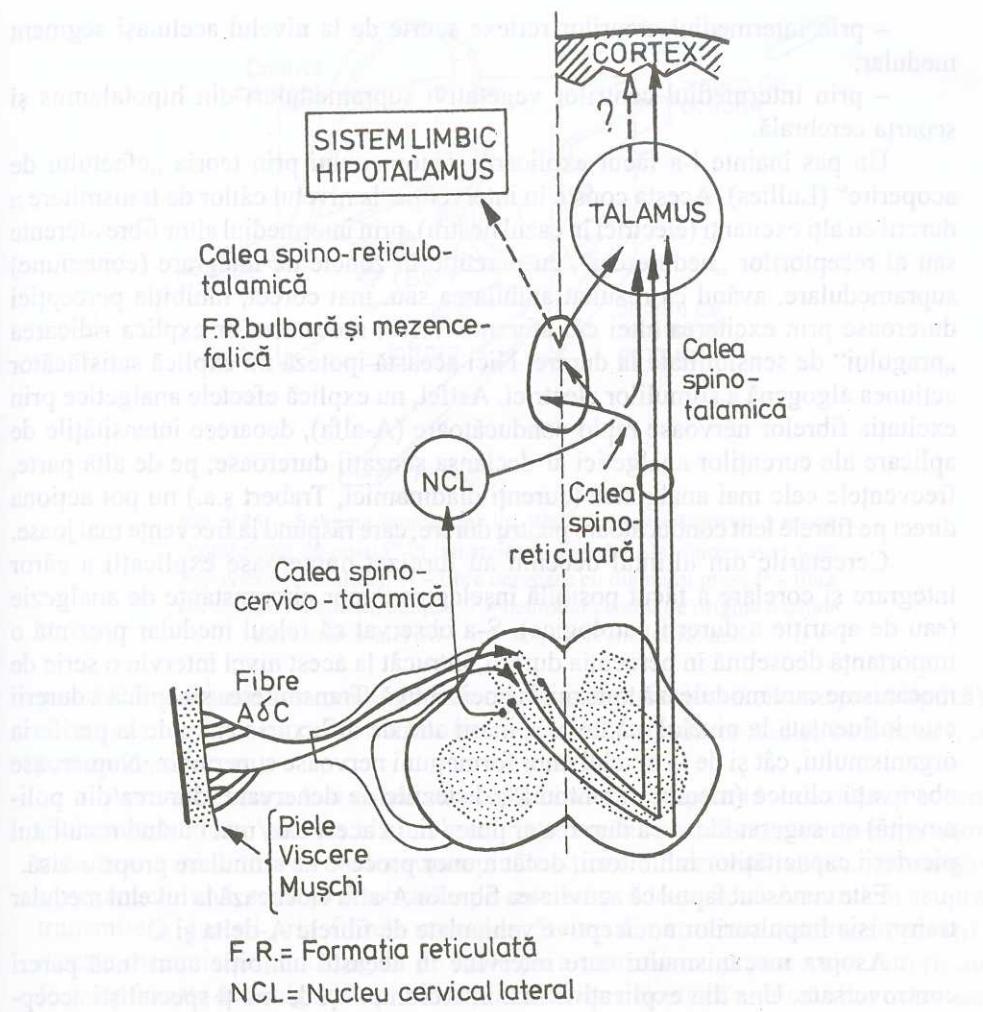


Fig. 134 – Căile sensibilității dureroase (după Popoviciu și Haulică).

informațiile sunt conduse și proiectate pe cortexul cerebral, după ce acestea mai fac o stație sinaptică la nivelul mezencefalului („conducere subcorticală a durerii“) (fig. 134).

Pentru înțelegerea și explicarea acțiunii analgetice a stimулilor electrici s-au emis de la început o serie de ipoteze. Unele, evident incomplete și nesatisfăcătoare, scoteau în evidență efectele locale de ischemizare și decongestionare a zonelor tratate sau „înlocuirea“ senzației de durere cu senzațiile de vibrație și parestezie produse de excitațiile „faradovibratoare“ locale. Altele au căutat să explice analgezia electrică pe cai reflexe și anume:

- acțiunea hiperemizantă a curenților excitatori de joasă frecvență cu producere de substanțe vasoactive – mediatori ca acetilcolină, histamină și a. (fenomen asemănător celui produs de masaj);

- prin intermediul arcurilor reflexe scurte de la nivelul aceluiasi segment medular;
- prin intermediul centrilor vegetativi supramedulari din hipotalamus si scoarta cerebrală.

Un pas înainte l-a făcut explicarea fenomenului prin teoria „efectului de acoperire“ (Lullies). Aceasta constă în intervenția la nivelul căilor de transmitere a durerii cu alți excitanți (electrici în cazul nostru), prin intermediul altor fibre aferente sau al receptorilor „nedureroși“, cu percuție în zonele de integrare (conexiune) supramedulare, având ca rezultat anihilarea sau, mai corect, inhibiția percepției dureroase prin excitarea altelor căi aferente. Acest mecanism ar explica ridicarea „pragului“ de sensibilitate la durere. Nici această ipoteză nu explică satisfăcător acțiunea algogenă a stimulilor electrici. Astfel, nu explică efectele analgetice prin excitarea fibrelor nervoase rapid conducătoare (A-alfa), deoarece intensitățile de aplicare ale curenților analgetici ar declanșa senzații dureroase; pe de altă parte, frecvențele cele mai analgetice (curenți diadinamici, Trabert și alții) nu pot acționa direct pe fibrele lent conducătoare pentru durere, care răspund la frecvențe mai joase.

Cercetările din ultimul deceniu au furnizat numeroase explicații a căror integrare și corelare a făcut posibilă înșelegerea unor circumstanțe de analgezie (sau de apariție a durerii patologice). S-a observat că reul medular prezintă o importanță deosebită în percepția durerii, întrucât la acest nivel intervin o serie de mecanisme care modulează transmisia nociceptivă. Transmiterea sinaptică a durerii este influențată la nivelul măduvei spinării atât de influxuri venite de la periferia organismului, cât și de la nivelul unor formațiuni nervoase superioare. Numeroase observații clinice (membru „fantomă“, distezii de denervare, durerea din polinevrită) au sugerat ideea că durerea ar putea fi, în acest caz, mai curând rezultatul pierderii capacitaților inhibitorii, decât a unor procese de stimulare propriu-zisă.

Este cunoscut faptul că activitatea fibrelor A-alfa blochează la nivelul medular transmisia impulsurilor nociceptive vehiculate de fibrele A-delta și C.

Asupra mecanismului care intervine în această inhibiție sunt încă păreri controversate. Una din explicațiile mai interesante – și de mulți specialiști acceptată – este oferită de teoria „controlului de poartă“ propusă de Melzack și Wall (1965), care se bazează pe fenomenul de inhibiție presinaptică, adică printr-un proces de control axonal. Acest fenomen de inhibiție presinaptică se petrece la nivelul cornului posterior medular și este explicat astfel: stimularea fibrelor cu diametru mare, rapid conducătoare (A-alfa), nespecifice pentru durere, ce conduc informațiile tactile generate de vibrații și presiune, produce la nivelul straturilor 2 și 3 din cornul posterior medular (interneuronii inhibitori din substanța gelatinosă Rolando), un câmp electric negativ, cu scăderea activării sistemului T (neuronul central de origine a căilor ascendențe extralemniscale) și astfel, cu „închiderea porții“ (a barierei de control) pentru transmiterea informațiilor nociceptive prin fibrele nervoase lent conducătoare A-delta și C (fig. 135).

În acest mod, durerea nu este perceptă la nivelul creierului. Invers, dacă stimularea periferică a fibrelor specifice pentru durere (A-delta și C) devine predominantă prin intensitate, frecvență sau condiții patologice (nevralgii postherpetice, diestezii de denervare etc.), se deschide „poarta de control“ prin contrareacție

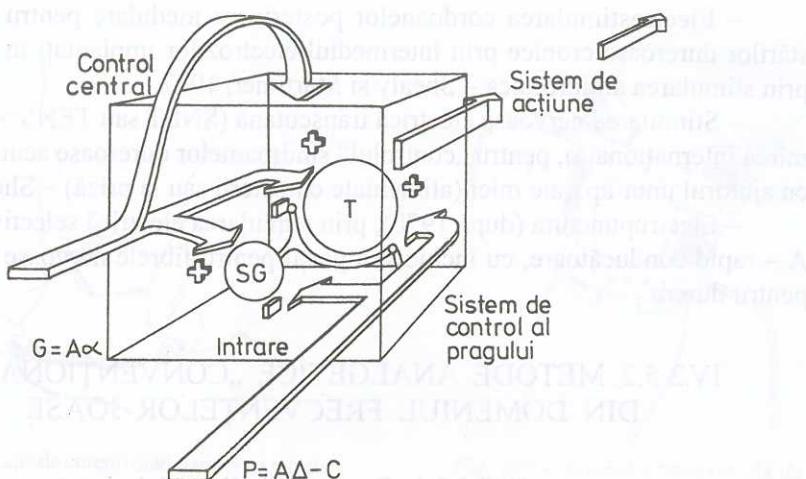


Fig. 135 – Schema conceptiei lui Wall și Melzack privind teoria „controlului de poartă“ în transmiterea impulsurilor dureroase (după Popoviciu și Haulică): G – fibre nervoase cu diametru gros; P – fibre nervoase cu diametru subțire; T – neuronul central de origine a căilor extralemniscale; SG – substanță gelatinăoasă Rolando.

pozitivă în straturile sus-menționate ale cordonului posterior (facilitare presinaptică) și va avea loc în acest caz o transmitere a informațiilor dureroase și, consecutiv, o percepere a durerii.

Această teorie a fost corectată – mai bine zis completată – de diferiți autori (Schmidt, Nathan, Wall și alții) în unele privințe, aceștia postulând și intervenția unor mecanisme inhibitorii a etajelor supraspinale – trunchiul cerebral, substanța cenușie a mezencefalului, scoarța cerebrală – pe care acestea le exercită descendent asupra transmiterii durerii prin fibrele corespunzătoare din structura măduvei spinării. Aceste mecanisme centrifugale de inhibiție a transmisiei și percepției durerii au fost confirmate de analgeziile produse prin stimulare electrică a structurilor nervoase centrale supraspinale (Oliveras și colab., Mayer și Liebeskind și alții) și sunt considerate similare celor produse prin acțiunea opiateelor (morphina și derivatele) la aceleși nivele, cu producere (eliberare) de encefaline – polipeptide endogene care blochează transmiterea informațiilor nociceptive prin măduva spinării (Hughes).

Semnificațiile fiziologice ale acestei noi teorii, cu toate că nu este chiar unanim acceptată, au o serie de implicații terapeutice deosebit de eficace, atât la nivel de chimioterapie cât și de electroterapie a durerii.

Referindu-ne la ultimul aspect al analgeziei prin electrostimulare, trebuie să subliniem că în acest mod s-a explicitat într-o bună măsură modalitatea de acțiune a unor metode electroterapeutice „convenționale“ (clasice), precum curenții dia-dinamici, curenții Träbert, curenții stohasticici, pe de o parte, iar pe de altă parte s-a ajuns la dezvoltarea unor metode noi de electroanalgezie, dintre care cităm pe cele mai importante:

– Electrostimularea nervilor periferici cu electrozi implantati (percutană) pentru „controlul“ durerii – Wall și Sweet, 1967.

– Electrostimularea cordoanelor posterioare medulare pentru „controlul“ stărilor dureroase cronice prin intermediul electrozilor implantati în dura mater, prin stimularea antidromică – Shealy și Martimer, 1967.

– Stimularea nervoasă electrică transcutană (SNET sau TENS – după denumirea internațională), pentru „controlul“ sindroamelor dureroase acute și cronice, cu ajutorul unor aparate mici (alimentate cu baterii sau la priză) – Shealy, 1972.

– Electropunctura (după 1970), prin stimularea electrică selectivă a fibrelor A – rapid conducătoare, cu închiderea porții pentru fibrele nervoase nociceptive pentru durere.

IV.2.5.2. METODE ANALGETICE „CONVENTIONALE“ DIN DOMENIUL FRECVENTELOR JOASE

IV.2.5.2.1. Curenți diadinamici

Efecte și mod de acțiune. Principalele efecte – după opinia quasiunanimă a autorilor – sunt cele analgetice, hiperemiante și dinamogene. Acestea sunt determinate de nivelul intensității, forma curentului diadinamic și modalitatea de aplicare a electrozilor.

Intensitatea curenților se reglează progresiv, ajungându-se la senzație de vibrații bine tolerate, nedureroase, deci până la pragul dureros. Deoarece acomodarea se instalează repede, intensitatea să mai crește în timpul tratamentului, sub pragul dureros. Dacă se urmărește obținerea contracțiilor musculare, intensitatea se crește la pragul de contractie, fără senzație de crampă musculară (acțiune dinamogenă, mai pregnantă la frecvența de 50 Hz).

Menționăm că răspunsul obținut este influențat în mare măsură de particularitățile reacției individuale și adaptării organismului la curent, în sensul că hiperreactia (analgezia) prin ridicarea pragului la durere și hiperreactia (dinamogenia) apar diferit, de la individ la individ.

Formele clasice de curenți diadinamici, descriși pentru prima dată de Pierre Bernard (1929) sunt monofazat fix (MF), difazat fix (DF), perioada scurtă (PS) și perioada lungă (PL). Alte forme – monofazat modulat (MM), difazat modulat (DM), ritm sincopat (RS) sunt forme derivate, produse de diferite aparate.

Au fost descrise unele particularități ale defectelor acestor diferite forme, după cum urmează:

– MF – are un efect excitator, crescând tonusul muscular; subiectiv, produce vibrații ce acționează ca un masaj electric profund, totodată evidențierind zonele dureroase din cadrul neuro-mialgiilor reflexe; tonicizează pereții arteriali prin acțiunea vasoconstrictoare.

– DF – este considerat ca cel mai analgetic, ridicând pragul sensibilității la durere. I se atribuie un efect de îmbunătățire a circulației arteriale prin inhibarea simpaticului (indicat în hipertonia simpanică). Din aceste motive este utilizat ca formă de introducere în aplicațiile cu scop primordial analgetic.

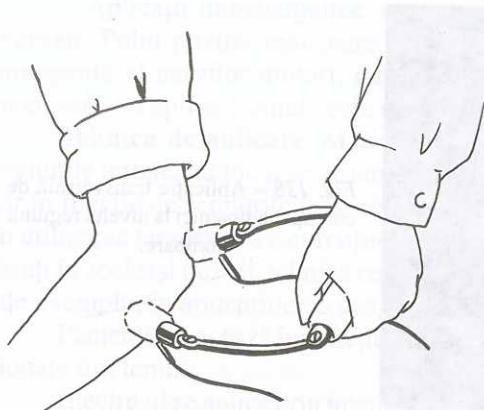


Fig. 136 – Aplicație de curenții diadinamici pe puncte circumscrise cu electrozi „gemelari”.

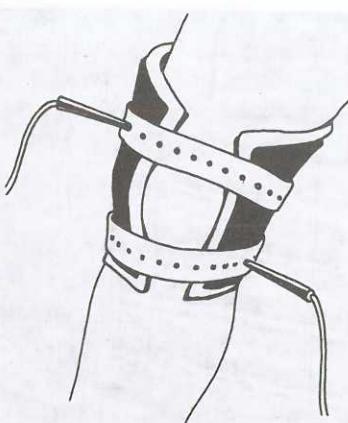


Fig. 137 – Aplicație transversală de curenții diadinamici la nivelul articulației genunchiului.

– PS – are un efect excitator, tonicizant, acționând ca un masaj profund mai intens; componenta vasoconstrictoare (MF) îi conferă un efect resorbțiv, cu acțiune rapidă în sufuziunile și hematoamele posttraumatic, în edemele cu tulburări trofice din stazele circulatorii periferice. După mai multe minute, produce o analgezie secundară cu o durată destul de lungă.

– PL – prezintă un efect analgetic și miorelaxant evident și persistent, de asemenea anticongestiv. Este preferat în stările dureroase pronunțate și persistente.

– RS – are cel mai pronunțat efect excitomotor, realizând o adevărată gimnastică musculară și fiind astfel cel mai indicat în atoniile musculare (normo-inervate) postoperatorii.

Modalitățile de aplicare. Acestea depind de scopurile terapeutice urmărite:

– Aplicații pe puncte dureroase circumscrise. Se utilizează electrozi mici, rotunzi, de mărime egală („gemelari”); polul negativ se aplică direct pe locul dureros, iar cel pozitiv la circa 2–3 cm distanță (fig. 136).

– Aplicații transversale (transregionale) la nivelul articulațiilor mari, a zonelor musculare ale membelor sau trunchiului; se utilizează electrozi plăti de mărime corespunzătoare și egală, așezați de o parte și cealaltă a regiunii dureroase (fig. 137 și 138).

– Aplicații longitudinale de-a lungul unui nerv periferic sau a unei căi vasculare. Pentru nervi, electrodul pozitiv, de regulă mai mare, se aşază proximal, în zona de emergență, iar cel negativ, mai mic, distal, pe zona afectată. Pentru vase, polaritatea electrozilor – ca mai sus.

– Aplicații paravertebrale, pe regiunile rădăcinilor nervoase, în radiculite, mialgii paravertebrale etc., cu electrozi plăti de mărime adaptată de la caz la caz; pot fi aplicații transversal și paralel cu coloana vertebrală – catodul pe locul dureros (fig. 139) sau de-a lungul coloanei, cu anodul proximal și catodul distal.

– Aplicații gangliotrope – la nivelul ganglionilor vegetativi. Se utilizează electrozi mici rotunzi, cu catodul pe zona ganglionilor respectivi și anodul la 2–3 cm distanță (fig. 140).

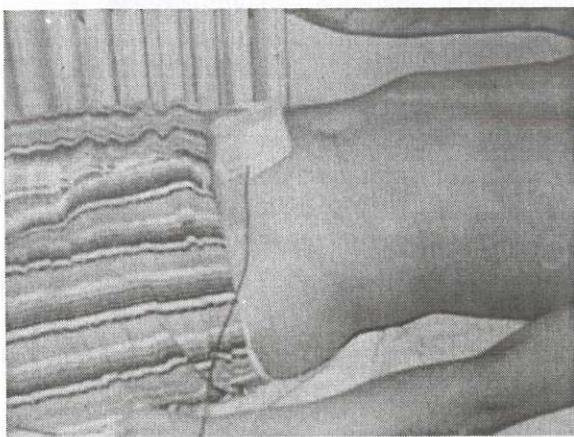


Fig. 138 – Aplicație transversală de curenți diadinamici la nivelul regiunii lombare.

ab electrovazatoarei și înțepătorul să fie înlocuit cu un alt deosebit de durabil și rezistent la apă. Curenții diadinamici sunt aplicati pe periferia zonei de tristezi și de sensibilitate.

Curene și mod de aplicare. Curenele și modul de aplicare sunt identice cu cele de la aplicația transversală, diferența fiind că se aplică pe o suprafață mai mare și mai profundă. Curenții diadinamici sunt aplicati pe o suprafață de 10-15 cm².

Fig. 139 – Aplicație paravertebrală longitudinală de curenți diadinamici la nivelul coloanei vertebrale.

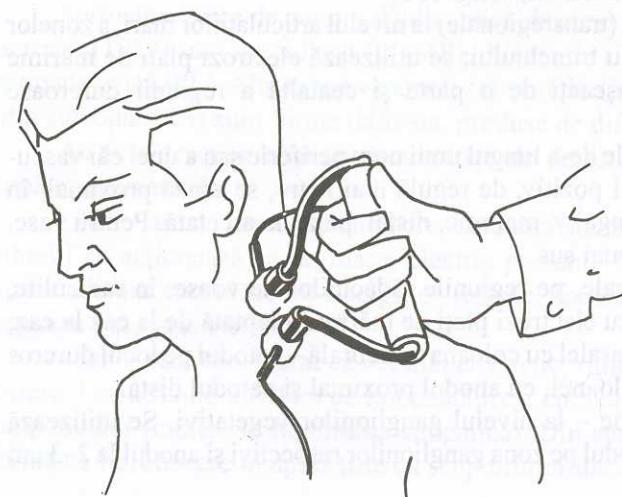


Fig. 140 – Aplicație gangliotropă de curenți diadinamici pe regiunea latero-cervicală.

– Aplicații mioenergetice, care urmăresc tonicizarea unor mușchi normo-inervați. Polul pozitiv mai mare, ca electrod indiferent, se plasează la locul de emerență al nervilor motori, iar cel negativ pe punctele motorii ale mușchilor interesați. Se aplică formele cele mai dinamogene de curent.

Tehnica de aplicare. Mărimea și forma electrozilor se alege în funcție de regiunile tratate, iar locurile de amplasare, modalitatea de poziționare și polaritatea lor în funcție de scopurile terapeutice urmărite. Menționăm că Bernard a introdus în utilizarea terapeutică a curenților diadinamici inversarea polarității cu electrozii lăsați în aceleși poziții, tehnică ce își are rostul numai în anumite situații patologice (de exemplu, în aplicațiile cu scop dinamogen, miostimulant).

Pacienții se aşeză în funcție de regiunea tratată, pe paturi sau scaune confecționate din lemn.

Electrozii se aplică prin intermediul învelișurilor de protecție hidrofile, confecționate din diferite structuri textile sau material spongios elastic, bine umezite și fixați cu ajutorul benzilor elastice sau a săculeștilor cu nisip.

Aparatele vor avea fixate la începutul tratamentului comutatoarele potențiometrelor în poziția zero. Formele de diadinamic aplicat se aleg în funcție de scopul terapeutic, ținând cont de defectele prezентate mai înainte. Deseori, la aplicațiile cu scop analgetic se recomandă începerea ședinței cu forma D.F. pentru 30–60 s.

Intensitatea curențului se regleză prin creștere progresivă la o doză (nivel) corespunzătoare efectului urmărit (analgetic, dinamogen), fără a atinge pragul sensibilității dureroase. Majoritatea specialiștilor aplică la începutul ședințelor de tratament un „pat“ de curent galvanic (aparatele permit aceasta), reglat sub pragul de curent continuu, adică, fără să producă senzație de curent, de 1–3 mA (în funcție de mărimea electrozilor).

În cursul ședinței, trebuie crescută intensitatea pentru menținerea senzațiilor de vibrație nedureroasă (prin procesul de acomodare, acestea scad la un interval de timp după stabilirea pragului inițial de intensitate). Durata ședințelor de tratament este diferită, în raport cu scopul terapeutic urmărit. Ea va fi scurtă, din rațiunea evitării acomodării, de 4–8 minute sau chiar mai puțin; o durată mai lungă poate diminua eficacitatea unei aplicații cu scop analgetic. Dacă trebuie efectuate aplicații pe mai multe zone în aceeași ședință, se scad duratele succesiv de la zonă la zonă cu câte 1 minut, astfel încât să nu se depășească 10–12 minute. În aplicațiile cu scop hiperemiant, vasculotrop, se pot aplica ședințe de durată mai lungă, de 20–30 minute.

Ritmul ședințelor este determinat de stadiul afecțiunii tratate; în stadiile acute se pot aplica de două ori pe zi (efectul primar poate dura câteva ore) sau cel puțin o dată pe zi, zilnic. Numărul ședințelor aplicate este dictat de efectele obținute. În tratamentele cu scop analgetic este inutil a se depăși 6–10 ședințe; în unele situații, mulți specialiști obișnuiesc ca după 6–8 ședințe să facă o pauză de 7–10 zile, după care reiau o a doua serie de 6–8 ședințe. În aplicațiile cu scop dinamogen sau hiperemiant pot fi efectuate peste 10 ședințe, în funcție de caz.

Indicațiile curenților diadinamici

– Afecțiuni ale aparatului locomotor

– Stări posttraumatice. Se exclud de la tratament zonele cu fracturi certe sau suspecte, rupturi ligamentare sau meniscale. Contuzii, entorse, luxații recente: DF, PS, cauzurile cu sechele tardive și recidive; PS, PL.

Întinderi musculare: DF, PS.

Redori articulare: PS sau DF, PS sau DF, MF sau MF, PL.

- Afecțiuni reumatice

- Artroze reactivate

Artrite

Mialgii

Manifestări abarticulare: stiloïdite, epicondilite, P.S.H., nevralgii cervico-brahiale, lumbago discogen, lombosciatică, sindroame algodistrofice (DF, PS, PL), utilizând modalitățile de aplicare indicate și prezentate mai sus.

- Tulburări circulatorii periferice. Maladie Raynaud, acrocianoză, boală varicoasă, stări după degerături sau arsuri.

Arteriopatii periferice obliterante – Bürger sau atherosclerotice.

Se aplică tehnici segmento-regionale, de-a lungul vaselor sau transversal și gangliotrop pentru inhibarea simpaticului (DF, PS, PL).

- Aplicații segmentale ce vizează zonele neuro-reflexe în suferințele cu patogenie neurovegetativă ale stomacului, colecistului, colonului, astmul bronșic, migrenele cu deregarea echilibrului vaso-motor. Certitudinea efectelor obținute prin aceste metode de aplicație nu este unanim conformată și acceptată.

IV.2.5.2.2. Curenții Träbert

Sunt curenți dreptunghiulari cu efect analgetic și hiperemiant, ale căror particularități au fost menționate la capitolul consacrat descrierii caracteristicilor fizice ale joasei frecvențe. Descrierea lor și a efectelor produse (asemănătoare cu a curenților Leduc descoperiți în 1902) aparțin lui Träbert (1957). Autorii germani îi mai denumesc curenți de „ultrastimulare“, iar în 1959, Koeppe i-a denumit „masaj cu impulsuri excitatorii“. Acțiunea lor este cunoscută ca pronunțat analgetică.

Tehnica de aplicație: Această formă de curent poate fi produsă și aplicată cu orice aparat modern de curenți excitatori de J. F. Electrozii, de aceeași dimensiune în funcție de zonele tratate 3/4 cm, 6/8 cm, 8/12 cm se aplică bipolar. Se aplică cu strat hidrofil de protecție foarte gros.

Electrodul negativ se plasează pe locul cel mai dureros, iar cel pozitiv, de obicei proximal de catod, la numai 3–5 cm distanță. În lumbago, electrozii pot fi așezăți paravertebral în sens transversal; în lombosciatică catodul se poate amplasa distal pe punctul de maximă durere. Intensitatea să crește până la o senzație de vibrație caracteristică și suportabilă. Aceasta nu trebuie depășită pentru a se evita categoric instalarea unei contracții tetanice dureroase. Intensitatea sub pragul excitomotor se va menține până la scăderea senzației tipice de vibrație, care se produce datorită procesului de acomodare. Din acest moment, va trebui să creștem intensitatea în secvențe succesive, în decurs de circa 10 minute, până la obținerea senzației maxime de vibrație nedureroasă ce va fi menținută circa 15 minute („dozare succesivă“ după Gillert, citat de Edel). La sfârșitul ședinței intensitatea se va scădea foarte lent.

Cu totul orientativ se recomandă următoarea doză de intensitate: 5–10 mA, pentru membre, 10–15 mA pentru regiunea coloanei cervicale, 15–20 mA pentru regiunile dorsală și lombară.

Efectul analgetic trebuie să se instaleze imediat la sfârșitul ședinței. Se fac aplicații zilnice, 6–8 ședințe. Se menționează că în situațiile în care după primele 3 ședințe nu se obțin efecte, tratamentul trebuie sistat.

Principalele indicații terapeutice:

- manifestări dureroase din radiculopatiile de cauză vertebrogenă artrozică;
- artoze dureroase;
- spondilită anchilozantă;
- P.S.H. și alte localizări abarticulare;
- miogeloze dureroase;
- stări posttraumatice: contuzii, entorse, luxații, întinderi tendo-musculo-ligamentare și.a.

Utilizarea terapeutică a curenților Träbert în decurs de 10–13 ani prin numeroase aplicații în diferite acțiuni dureroase ale aparatului locomotor – prezente la indicațiile mai sus-menționate – ne-au permis unele constatări pe care le putem eticheta drept considerații certe, utile fizioterapeuților și anume: este corectă și eficientă utilizarea unor electrozi mai mari (exemplu 60, 20 cm²) decât cei menționați în tehnica originală de lucru descrisă de inițiator; electrodul pozitiv poate fi plasat la o apreciere justificată a medicului față de manifestarea individualizată a sindroamelor tratate și la distanțe mai mari față de cel negativ, decât în tehnica clasică propusă; la majoritatea cazurilor tratate cu aplicații corecte, bine tolerate și cu dureate de circa 20 minute pe ședință, am obținut rezultate concluzive, manifestate după primele 2–3 ședințe (mai bune deseori decât la utilizarea curenților diadinamici) fiind suficiente 7–8 aplicații zilnice.

IV.2.5.2.3. Curenții stohastici

Încercările și strădaniile specialiștilor în electroterapie caută neconitenit să descopere noi forme de curent care să răspundă cerințelor unei terapii cu rezultate din ce în ce mai bune. În acest sens, în ultimii ani atenția cercetătorilor se îndreaptă spre găsirea posibilităților de producere a unor curenți care să evite cât mai mult posibil instalarea „obișnuinței“ structurilor excitabile la curent. Apariția acestui fenomen fiziologic este inherentă la aplicațiile de stimuli electrici cu repetare periodică (prezentați până aici). Cu toate dificultățile tehnice existente s-au putut produce curenți cu stimuli aperiodici, adică neregulați sau STOHASTICI.

Această particularitate a lor reduce reacțiile de adaptare – obișnuință, crescând astfel efectul analgetic prin ridicarea mai pronunțată a pragului la durere, precum și durata acestui efect. Reușitele în acest domeniu nu sunt încă numeroase, dar rezultatele cercetătorilor unor autori ca Edel, Fücker, Sterneck și alții sunt interesante și revelatoare.

Astfel, cercetări clinice au demonstrat prin măsurarea pragului la durere înainte și după tratament, că aplicarea acestor curenți stohastici produce efecte analgetice semnificativ superioare celor obținute cu cele mai analgetice forme de curenți cu stimuli periodici (Träbert – 140 Hz). Aceleași cercetări au stabilit că cele mai eficace în acest sens sunt impulsurile stohastice din domeniul 5–30 Hz, rezultatele fiind apreciate atât în privința nivelului pragului dureros, cât și a duratei

de menținere a efectelor după terminarea aplicației. Primii pași s-au făcut și considerăm că vom asista în continuare la o dezvoltare a acestor forme de stimuli analgetici din domeniul joasei frecvențe.

IV.2.5.2.4. Stimularea nervoasă electrică transcutană (SNET sau TENS după terminologia recunoscută pe plan internațional)

Constituie o metodă netraumatizantă de combatere a stărilor dурeroase acute – mai ales – și cronice de diverse cauze, utilizând curenți cu impulsuri dreptunghiulare de joasă frecvență furnizați de aparate mici (cu baterie sau adaptare la priză), cu unul sau două canale de ieșire, prin intermediul unor electrozi aplicați pe tegumentul bolnavilor. Modul de acțiune a fost descris detaliat anterior, la prezentarea acțiunii analgetice a curenților de joasă frecvență.

După ce Shealy le-a utilizat prima dată în S.U.A. (1972) ca *screening* la selecționarea bolnavilor pentru stimularea electroanalgezică a cordonului posterior medular, metoda s-a extins rapid în tratamentul stărilor dурeroase acute de diferite etiologii.

Înainte de a prezenta datele principale despre această valoioasă metodă de terapie, considerăm necesar să menționăm câteva remarci făcute cu multă obiectivitate de studiile analitice și critice ale reputatului Prof. Dr. V.G. Jasnogorodski de la Minsk. În primul rând, acesta se referă la intitularea metodei, care poate crea confuzii. Pe de o parte, utilizarea termenului de STIMULARE contravine mecanismului de INHIBARE a durerii (vezi teoria „porții“); pe de altă parte, autorul sus citat consideră metoda ca un mijloc terapeutic numai simptomatic, comparativ cu altele, din domeniul frecvențelor joase sau medii, care în cadrul efectelor antialgice excitante, cuprind și mecanisme de acțiune facilitante, trofice, pe verigile circulatorii sanguine și metabolice.

Aparatele moderne care permit aplicarea SNET au realizat o serie întreagă de avantaje și deziderate și anume:

- forma dreptunghiulară fidelă a impulsurilor;
- domeniu larg de reglarea frecvenței și duratei impulsurilor;
- reglare complet independentă a acestor parametri, cât și a amplitudinii impulsurilor;
- dimensiunea redusă a aparatului, condiție importantă pentru utilizarea la domiciliu;
- consum redus de curent la conectare;
- cheltuieli progresiv diminuate.

Caracteristici

Frecvența impulsurilor. Cercetările și aplicațiile efectuate cu SNET au dus la producerea de aparate cu o gamă largă de frecvență, majoritatea între 15 și 500 Hz (reglabilă).

Durata impulsurilor. La aparatele cele mai cunoscute, este cuprinsă între 50 și 500 µs (0,05–0,5 ms).

Electrozii. Sunt în formă de placă, confectionați din metal (utilizați cu un strat de burete umezit) sau din cauciuc electroconductor, de dimensiuni diferite – în funcție de mărimea zonelor tratate: 4, 10, 12, 16, 18 cm² sau mai mari.

Tehnica de aplicare

a) În primul rând trebuie stabilită poziționarea cât mai adecvată a electrozilor, care este de o importanță deosebită pentru reușita tratamentului. Cel care abordează prima oară un caz trebuie să tatoneze cu multă răbdare punctele cele mai indicate, stăpânind cunoștințele necesare de anatomicie și neurofiziologie. În această privință se recomandă câteva principii și linii de orientare:

1. Plasarea electrozilor direct pe suprafața dureroasă sau în imediata ei vecinătate, situație mai facil de respectat în cazurile cu localizări relativ circumscrise și limitate ale durerii. În cazul aplicării a 4 electrozi, pentru acoperirea acestora.

2. Dacă prima tentativă de așezare a electrozilor nu duce la ameliorarea dorită, se va acționa asupra rădăcinii nervoase principale a nervului periferic care străbate zona dureroasă sau cât mai aproape de ea. O confirmare a poziționării corecte a electrozilor este apariția senzației de furnicături, începuturi sau minime vibrații pe locul dureros tratat, ca de altfel și în prima variantă de aplicație (după majoritatea autorilor).

3. În cazul aplicațiilor pe zonele de durere referită și a punctelor „trăgaci“ din miogelozele dureroase (sindromul miofascial dureros) trebuie găsite zonele de stimulare proprii regiunilor corporale îndepărtate unde se află afecțiunile organice cauzale.

Menționăm că spre deosebiște de alte metode electroterapeutice analgetice, polaritatea electrozilor nu are importanță la aplicațiile cu SNET.

b) Dozarea intensității. După metoda originală a aplicării ei, intensitatea trebuie aleasă astfel încât să se ajungă la o stimulare selectivă a fibrelor nervoase groase, mielinizate (A-alfa), pentru a închide „poarta“ pentru influxurile transmise prin fibrele subțiri A-delta și C. Aceasta înseamnă că vom aştepta din partea pacientului o senzație de vibrație – furnicătură la limita tolerată pe locul tratat.

c) Alegerea frecvenței. Frecvența impulsurilor trebuie aleasă prin tatonare de la caz la caz, în funcție de etiologia durerii și de caracterul acut sau cronic al acesteia, autorii recomandând diferite game de frecvență după experiența personală însușită prin tratarea diverselor afecțiuni cauzale (în general, de la 15 la 200 Hz).

d) Durata impulsului. Este preferabil ca și aceasta să fie reglabilă, pentru a fi adaptată – în raport cu frecvența – la cazurile tratate. În general, autorii relatează despre tratamente efectuate cu impulsuri cuprinse între 50 și 500 µs (Linzer, Long, Nathan, Wall, Sweet, Wepsic, Picaza, Hymes și al.).

e) Durata ședinței. Diferă mult, în funcție de afecțiunile și cazurile tratate, Melzack a utilizat pentru varianta stimulării intensive, durete scurte, de 20 minute. Majoritatea specialiștilor aplică durete mai mari ale ședințelor, de 20–60 minute, mai rar 2 ore sau peste 2 ore (Heydenreich, Hentschel, Lange, Hörenz, Reitmann).

f) Intervalul dintre ședințe. Frecvența repetării aplicațiilor într-o zi sau într-o săptămână se orientează după stările particulare, individuale de durere și durata ameliorării obținute. Durata efectului obținut evoluează îndeobște asemănător, adică

ea crește odată cu progresia seriei de tratament, astfel încât intervalul dintre sedințe poate fi crescut. Considerăm util a prezenta eventualitățile de evoluție favorabilă a durerii în cursul unei serii de tratament, descrise de Melzack:

– Examinare inițială în spital timp de 1–2 zile (câte 2–3 ore), până se găsește cea mai bună poziționare a electrozilor și parametrii optimi de stimulare individuală (în cooperare cu pacientul).

– Control periodic al pacienților în ambulator (la o săptămână, două săptămâni sau lunar).

– Dacă aplicațiile individuale efectuate la domiciliu dau rezultate, se recomandă cumpărarea aparatului.

– Supraveghere periodică medicală a bolnavului și tehnică a aparaturii.

Indicațiile metodei

Aria indicațiilor este vastă și cuprinde stări dureroase acute și cronice de diferite etiologii, după cum urmează:

- afecțiunile reumatice diverse;
- stăriile dureroase posttraumatic;
- durerile din afecțiuni neurologice periferice;
- nevralgiile postherpetice;
- durerile „fantomă“ după amputațiile membrelor;
- durerile după anestezie;
- stăriile dureroase acute și cronice postoperatorii;
- cicatricele dureroase postoperatorii;
- durerile din anurii;
- durerile din carcinoame.

În privința eficacității metodei în tratarea durerilor cu caracter cronic, majoritatea autorilor relatează procente de 25–30%, cu intensități de 15–60 mA în funcție de autor.

Contraindicații

– stăriile dureroase tratabile și rezolvate cu mijloacele terapeutice etiologice corespunzătoare;

- purtătorii de pacemaker cardiac;
- stimularea regiunii nodului sino-carotidian;
- durerile psihogene (la psihonevrotici);
- hipersensibilitatea la curent;
- sarcina în primul trimestru;
- regiunile cutanate anestezice;
- sindroame dureroase de origine talamică;
- zonele cu iritație cutanată.

Efecte secundare

Sunt foarte reduse. Este vorba de iritațiile cutanate apărute sub electrozi la aproximativ 5% din pacienții tratați. Acestea apar mai frecvent la densități mai mari de curent (intensități mai mari și electrozi mai mici), durete mai lungă ale aplicațiilor sau în cazurile la care electrozii rămân pe aceleași zone într-un număr mare de sedințe.

Avantajele metodei

- poate aborda o gamă foarte largă de stări dureroase;
- poate trata stări dureroase care nu răspund la alte metode terapeutice indicate (farmacologice, electrice etc.) sau care constituie contraindicații la alte mijloace terapeutice fizice (neoplazii);
- este fiziologică;
- este netraumatizantă;
- poate fi aplicată de pacienți la domiciliu.

Dezavantaje

Principala critică adusă metodei este aceea de a fi numai un tratament simptomatic.

IV.2.5.2.5. Electropunctura

– Scopul – combaterea durerii; mecanismele fiziologice de acțiune asemănătoare și răspândirea rapidă a metodei ne determină să consemnăm câteva date mai importante și cunoscute asupra acesteia.

Este un mijloc de tratament ce câștigă teren, fiind netraumatizant, economic, ușor de executat și având rezultate rapide când este indicat și aplicat.

Face parte din metodele reflexoterapice, având ca loc de acțiune punctele (zonele) dureroase reflexe, care sunt identice cu punctele de acupunctură în proporție de 80%. Ca și în electroterapia segmento-neurală, datele electrice ale punctelor cutanate stabilite (ca valori de relație față de suprafață înconjurătoare) trebuie să coreleză cu anumite stări funcționale ale organismului. Patologia indicată este reprezentată de tulburări funcționale, diverse contracturi musculare produse prin mecanisme neuroreflexe (vertebrogene, artrogene, viscerogene).

Contraindicațiile sunt reprezentate de afecțiunile organice cu remedii terapeutice etiologice bine stabilite, degenerările neoplazice, psihonevrozele, depresiile, schizofrenia, zonele hormonoreceptoare din timpul sarcinii.

Se utilizează curenți de joasă frecvență reglabilă (0–50 Hz), cu durata impulsului de obicei 30–50 µs, intensitatea de asemenea reglabilă – între 0 și 100 mA – până la senzația de ușoare furnicături.

Se aplică mai mulți electrozi (3–4) ce pot trata simultan 6–8 puncte. Vârfurile electrozilor (cu diametru de 1–2 mm) vor efectua electrostimulări cu dure de la câteva secunde la câteva minute, până la reducerea efectivă a acuzelor dureroase și a contracturii locale. În funcție de starea inițială se vor stimula mai multe puncte, concomitent sau succesiv. Aplicațiile se pot face zilnic sau la 2 zile – în funcție de caz; în manifestările acute sunt suficiente 2–6 ședințe, în cele cronice pot fi necesare 10–20 ședințe.

Când metoda este corect indicată și aplicată, se pot obține rezultate favorabile (immediate) în 90% din cazuri. Mecanismul de acțiune are la bază teoria „controlului porții“ expusă mai sus.

Menționăm că această metodă terapeutică nu este similară și nu înlocuiește procedeul TENS (vezi substratul de acțiune anatomofuncțional, indicațiile, tehnica de tratament) și nici electroacupunctura, la care intervine un al doilea stimul, realizat de introducerea acelor în punctele bine stabilite pe meridianele tradiționale de acupunctură.

IV.2.6. APARATURA GENERATOARE DE IMPULSURI DE JOASĂ FRECVENTĂ

Aparatura generatoare de impulsuri de joasă frecvență este extrem de variată, de-a lungul anilor fabricându-se în multe țări numeroase și felurite modele de aparate, care produc diferite forme de curenți cu diferite posibilități de aplicare ale acestora.

De la modelele mai vechi, precum Impulsator, Bipulsator (Bulgaria), Neuroton 621 (RFG), TUR RS (2, 6, 8 – RDG), s-a ajuns la modele mai noi, de pildă TUR RS (10, 12), Diajyn (DD5, DD6 – Polonia), Diadin (1 și 2 – România) sau mai recente – Neodynator (RFG), TUR RS 21, Diadin 3 și multe altele.

Dacă la început modelele erau în general mai voluminoase și de greutate mare, tendința spre o manipulare mai comodă a aparatelor în pas cu progresul tehnic ce a dus la realizarea de echipamente electronice, a făcut posibilă fabricarea de aparate de dimensiuni reduse, ușor de transportat (chiar portabile) și înzestrate cu tipuri perfecționate de comutatoare, presupunând adesea și unele noutăți în manevrarea lor. În aceste condiții, modalitățile de utilizare ale diferitelor modele de aparate nou produse sunt descrise în cărțile lor tehnice.

Procesul de modernizare și creare de aparete perfecționate a dus de asemenea la producerea tot mai frecventă a unor modele care furnizează câteva tipuri și forme de curent terapeutic de joasă frecvență precum: curent galvanic și curenți de stimulare, curent galvanic și curenți diadinamici (cu posibilitatea aplicării concomitente), curenți diadinamici și curenți de stimulare de diferite forme de impulsuri; în context, menționăm utilizarea multor modele (ex.: Neuroton, Eltron – RFG, TUR RS – RDG etc.) în scop diagnostic și terapeutic.

În terapia musculaturii spastice s-a ajuns – după metoda Hufschmidt la utilizarea combinată (concomitantă) a două aparete (TUR RS 10 și TUR RS 12) sau chiar a 3–4 aparete cuplate (TUR RS 21).

Necesitățile crescânde de combatere a durerilor din suferințele aparatului locomotor – de diferite tipuri și etiologie – cu un mijloc mai fizologic și facil de aplicat, cum este curentul de joasă frecvență analogic, au dus la fabricarea aparatelor miniaturale (de tipul TENS – RDG, Calmostim – România) care pot fi utilizate individual și la domiciliul bolnavului.

Observațiile rezultate din cercetările medicale cu scop aplicativ din domeniul electroterapiei, tot în scopul diversificării și optimizării acestia în tratarea unor afecțiuni dureroase, au dus la realizarea unor aparete generatoare de curenți din domenii de frecvență diferite, precum Sonodynator – Siemens. În același context

menționăm că se produc (și în acest proces continuă, producția extinzându-se) adevărate „combine“ electroterapeutice, care furnizează curenți cu impulsuri de joasă frecvență de diferite forme și curenți de medie frecvență interferențiali. Avantajele acestor aparate sunt reprezentate de posibilitățile multiple de utilizare terapeutică a aceluiași aparat la un singur bolnav sau – în alt sens – la mai mulți bolnavi.

Dezvoltarea impetuoasă a aplicațiilor de electroterapie, mai ales din domeniul joasei și mediei frecvențe, fiind în beneficiul terapeutic al suferințelor umane, este de dorit să fie cunoscută și însușită de căi mai mulți specialiști din domeniul fizioterapiei, cât și din alte specialități medicale.

IV.3. ELECTROMIOGRAFIA DE DETECȚIE. NOTIUNI GENERALE

Prin electromiografie (EMG) se cercetează activitatea bioelectrică a unității motorii, respectiv a subunităților musculare striate și nervilor periferici (cilindraxul) care le inervează. Cu ajutorul ei se detectează modificări calitative și cantitative ale potențialului de acțiune față de normal. Mai precis valoarea EMG constă în posibilitățile de detecție a următoarelor situații patogenice:

- denervările parțiale ușoare (latente), în care examenul electric al excitabilității clasice este insuficient pentru evidențierea leziunii. Teoretic, cu ajutorul EMG putem evidenția dispariția unei singure unități motorii;

- denervările parțiale evidente;
 - denervările totale;

- permite delimitarea și localizarea leziunilor cauzale în diferitele sectoare ale traseului nervos: la nivel radicular, fascicul primar sau secundar al plexului sau la nivelul periferic;

- permite depistarea precoce a afectărilor primare de tip neurogen sau miogen și diagnosticul diferențial între suferințele motorii neurogene, miogene și psihogene;

- urmărește procesul de regenerare (reinervare), apreciindu-se astfel eficacitatea tratamentelor instituite pentru facilitarea regenerării și având valoare prognostică.

Principiul. Captarea, amplificarea și înregistrarea potențialelor de acțiune cu ajutorul unui ac și mai rar cu electrozi de suprafață.

Tehnica de examinare. Este necesar ca bolnavul să fie bine informat asupra acestei investigații, pentru ca acesta să fie cât mai relaxat fizic și psihic și să coopereze bine în timpul examinării; trebuie să știm că starea psihică poate influența rezultatul înregistrărilor. În stare de confort termic, bolnavul va fi așezat în poziția corespunzătoare, adevarată mușchilor investigați. Tegumentul se degresează și se dezinfecțiază. Acele – coaxiale – sunt sterilizate și se înfig în interiorul corpului muscular. Examinarea se face numai de medic și în colaborare cu examenul clinic neurologic.

Elementele cercetate în timpul examinării

A. Comportamentul electromiografic al mușchiului relaxat în condiții de repaus complet. În mod normal, nu există activitate electrică. Apariția unor activități electrice spontane are o semnificație patologică. Cele mai importante forme de activitate spontană sunt:

- a) potențialul de fibrilație;
- b) potențialul de fasciculație.

B. Examinarea activității voluntare la intensități diferite ale concentrației.

- a) la concentrații ușoare intră în activitate numai potențialul de acțiune al unor unități izolate;
- b) la concentrații medii intră în contracție un număr mai mare de unități motorii – aspect intermediu;

c) la contracția maximă apar frecvențele de descărcare interferențială maximală. Acestea se instalează progresiv, până când toate unitățile motorii sunt stimulate treptat.

C. Activitatea de inserție este acea modificare electromiografică observată la introducerea acului în segmentul muscular explorat. Mai este denumită și activitate electrică indușă.

În cazul mușchilor normali, la introducerea acului în mușchi se obține o descărcare ritmică ce durează câteva secunde, după care se instalează liniștea electrică. Aceste modificări apar și atunci când se mișcă acul.

Electromiografia patologică

A. După cum s-a arătat, ne interesează dacă există activitate bioelectrică spontană la examenul EMG în repaus. Existența acesteia constituie un element patologic și reprezintă expresia unei leziuni a motoneuronului periferic sau a miopatiei.

a) Potențialul de fibrilație. Sunt potențiale de acțiune de durată scurtă, de 1–3 ms, cu amplitudine de 10–400 µV, de formă mono-, bi- sau trifazică, cu apariție la distanțe neregulate (asincrone), spre deosebire de descărcările de unități motorii normale cu amplitudine de 2–6 mV și o durată de 5–8 ms. Uneori, aceste potențiale de fibrilație sunt puține, de aceea trebuie căutate sistematic. Aceste potențiale reprezintă activitatea bioelectrică a unor fibre izolate. Ele sunt semne importante ale unei denervări pe traseul nervului periferic. Pot fi descoperite în săptămânilile a 2-a și a 3-a după leziunea axonului și dispar când mușchiul este reinervat sau când este fibrozat. Există și mușchi denervați fără fibrilație.

b) Potențialele de fasciculație. Sunt semne de denervare ce apar tardiv, și corespund activității bioelectrice spontane a unui grup de fibre musculare inervate de un singur neuron motor. Durata acestor potențiale este de 15–20 ms. Ele apar în leziunile celulare din cornul anterior al măduvei, cât și în leziunile nervilor periferici. Pentru afectările cornului anterior medular sunt tipice potențialele gigant, caracterizate prin durată și amplitudine foarte mare.

B. Examinarea EMG a activității voluntare. Se analizează răspunsul la contracția slabă, medie și maximă. Trebuie urmărit dacă gradul de solicitare corespunde normalului. În diferite miopatii, la solicitări mici pot apărea răspunsuri de interferență (maxime), în loc de potențiale izolate. Alteori, la solicitări maximale

apar răspunsuri izolate sau intermediare, ceea ce înseamnă că mai multe fibre musculare nu răspund din cauza procesului patologic și, astfel, nu se mai realizează imaginea de interferență. În afecțiunile neurogene dispar unități motorii întregi, pe când în cele miogene dispar numai unele din fibrele musculare din cadrul unității motorii.

C. Activitatea de inserție. În caz de denervare și în unele miopatii – mai ales în miotonie – la introducerea acului (la inserție) apare o activitate de inserție deosebit de pronunțată și de durată, de la mai multe secunde până la câteva minute.

În diagnosticarea afectărilor neuromusculare, o semnificație patologică deosebită o au abaterile de la normal a următorilor parametri ai potențialului de acțiune:

- durata: 3–15 ms;
- amplitudinea: 200–2000 μ V;
- forma: bi- sau trifazic.

Durate scurte sau prelungite, reduceri (în miopatii) sau creșteri ale amplitudinii (potențiale gigant), apariția de potențiale polifazice (produse de incompleta sincronizare a potențialelor de acțiune) sunt semne evidente de leziune. De asemenea, o formă patologică de potențial de acțiune este considerată și unda pozitivă ascuțită, semnificativă ca semn de denervare.

Aspecte ale EMG în diferite situații patologice

În leziuni neurogene:

- activitate spontană cu fibrilații și fasciculații;
- activitate de inserție prelungită;
- la solicitare maximă apar aspecte intermediare sau potențiale izolate;
- potențialul de unitate motorie cu durată prelungită, amplitudine crescută și deseori potențiale polifazice frecvente.

În leziuni miogene:

- activitate spontană cu potențiale de fibrilație;
- activitate de inserție de lungă durată;
- la solicitare maximă, frecvența de descărcare este mărită, chiar dacă forța musculară este redusă;
- modificări tipice ale potențialului de unitate motorie: scurtarea duratei potențialului de acțiune, amplitudine mică, frecvență de descărcare motorie crescută: 600/s în loc de 60–200/s, polifazie multă mărită.

Modificările patologice ale EMG privind situația de relaxare musculară, solicitarea contracției voluntare, activitatea de inserție, parametrii potențialului de unitate motorie, îmbracă diferite nuanțe în funcție de sediul și gradul leziunii neuronului motor periferic (denervări parțiale, denervări totale, lezuni în cornul anterior sau rădăcina anterioară etc.).

În stadiul de regenerare a nervului, potențialele de reinervare apar sub formă de complexe de potențiale polifazice cu multiple vârfuri cu amplitudine mică și durată prelungită, cu frecvență progresiv crescută. Ele reprezintă activitatea unității neuromotorii neoformate și trebuie căutate cu răbdare, ele apărând cu câteva săptămâni înaintea modificărilor curbei I/t și cu câteva luni de zile înaintea semnelor clinice de reinervare.

În leziunile de neuron motor central, EMG are un aport deosebit, mai ales în diagnosticul diferențial cu paraliziile spastice medulare, latente sau manifeste.

Principalele modificări sunt:

- potențiale pseudospontane care reprezintă o activitate de repaus ce apare din cauza influențelor impulsurilor proprioceptive;
- activitate electrică prelungită peste normal (0,5 s) după contractia voluntară;
- apariția unui clonus latent și activitate contralaterală;
- modificarea reacției postreflectorii: amplitudine mărită și polifazie a potențialului reflex.

IV.4. RISURI, CONTRAINDICAȚII ȘI MĂSURI GENERALE DE PRECAUȚIE ÎN APLICAȚIILE CURENȚILOR DE JOASĂ FRECVENTĂ

Curenții de joasă frecvență nu trebuie aplicati pe regiunea precordială.

Examinarea atentă a tegumentului zonei de tratat pentru decelarea unor escoriații, plăgi, leziuni dermatologice, aplicații de creme cosmetice, în scopul evitării acestora sau a aplicării unor măsuri de protejare cu materiale gumate, mușama cauciucată, latex etc. precum și a unor alergii cutanate la diferite substanțe decelate anamnestic, înainte de aplicarea ionizărilor cu diverse substanțe farmaco-chimice.

Verificarea integrității și calității electrozilor. Respectarea condițiilor de utilizare a materialului hidrofil de protecție; grosime corespunzătoare stratului; să depășească marginile electrodului metalic; să fie bine netezit; să fie îmbibat uniform cu apă sau soluție medicamentoasă.

În cazurile cu tegument sensibil sau cu leziuni superficiale, intensitatea curentului nu va depăși 0,1 mA pe cm^2 de suprafață de electrod activ, indiferent de toleranța individuală relatată de pacient.

Evitarea regiunilor în care sunt încorporate piese metalice de osteosintează, endoproteze (chiar nemetalice – cum este proteza totală de șold), sterile.

Înainte de aplicarea unor ionogalvanizări transorbitare trebuie să ne asigurăm de absența unor leziuni conjunctivale, a leziunilor de fund de ochi și a glaucomului.

Respectarea tuturor acestor precauții reduce accidentele posibile la 1 la 10 000 de aplicații.

De asemenea, reamintim evitarea stărilor hemoragice locale, a trombozelor venoase superficiale și profunde, a regiunii abdominale în timpul menstruației și a uterului gravid.

La aplicațiile de curenți excitomotori se evită zonele cu edem localizat, cicatricele și aderențele musculare, zonele cu temperatură locală scăzută și cu pierderea sensibilității termice, leziunile dermatologice, infecțiile localizate, precum și regiunile cu piese metalice intratisulare.

CAPITOLUL V

ACȚIUNILE CURENȚILOR DE MEDIE FRECVENTĂ (MF)

Curenții de medie frecvență în domeniul medicinii sunt curenți alternativi sinusoidali cu frecvențe cuprinse între 1 000 Hz (1 kHz) și 100 000 Hz (100 kHz), limite stabilite de Gildemeister și Wyss.

V.1. ACȚIUNILE BIOLOGICE ALE CURENȚILOR DE MF

În terapie sunt utilizate în general aparate care furnizează curenți cu frecvențe cuprinse între 3 și 10 kHz (3 000 Hz – 10 000 Hz). Curenții alternativi din acest domeniu au o serie de proprietăți, care le conferă particularități și efecte distințe față de curenții de joasă tensiune.

Spre deosebire de aceștia din urmă, la care fiecare perioadă de curent cu impulsuri este urmată de o excitație (principiul excitațiilor sincrone), la media frecvență, apariția excitației fibrelor nervoase mielinice este posibilă numai după o succesiune de perioade de curenți alternativi, deci după o sumărie de oscilații de medie frecvență. Acesta este efectul „sumăției temporare“ descris de Gildemeister.

Pentru realizarea acestuia, curentul de MF trebuie să depășească un anumit prag de intensitate și un anumit timp util. Este deci necesar și aici, ca și pentru excitația de joasă frecvență, un anumit timp util – dependent de substratul excitat – pentru a fi declanșată o stimulare. Acest timp util este cu atât mai mic, cu cât intensitatea de excitație este mai mare. O prelungire a timpului de trecere a curentului de MF peste timpul util, rămâne fără importanță pentru declanșarea efectului de excitație.

Cu cât crește frecvența curentului (de MF), cu atât crește și numărul perioadelor necesare pentru declanșarea unui potențial de acțiune. Acest efect nu crește continuu, liniar, ci cunoaște două maxime evidențiate de Schwartz pe mușchiul croitor de broască.

O altă particularitate a modului de excitare produs de curenții de MF este așa-numita excitație „apolară“ sau „ambipolară“. Semnalată și demonstrată de Katz (1936), Gildemeister (1944) și Wyss (1973), ea constă în faptul că excitația poate fi produsă la oricare din cei doi poli și concomitant, dacă ei sunt aplicări simetric.

Wyss a demonstrat că efectul apolarității mediei frecvențe este posibil prin respectarea unor condiții:

- Impulsurile de curent alternativ trebuie să aibă o formă exact simetrică.

– Curentul de MF trebuie să fie modulat în amplitudine adică să apară și să dispară lent, la intervalul de câteva perioade de curent alternativ.

– Frecvența curenților trebuie să fie neapărat peste 1 000 Hz.

Absența polarității curenților are avantaje esențiale pentru electrodiagnostic, dar mai ales pentru terapie, permitând obținerea unei excitații adecvate transversale prin cuplul structural și funcțional nerv-mușchi, precum și posibilitatea unei blocări reversibile a conductibilității nervoase (Müller și Hunsberg).

Relația dintre timpul de excitație și intensitatea curentului (curba I/t). Ea există și în domeniul mediei frecvențe, cu deosebirea că la curba stabilită cu MF, pragul de excitabilitate corespunzător unei intensități duble reobazei este mai mic decât în cazul curenților rectangulari.

„Negativarea primară sau „locală“ este un alt fenomen care apare în cazul excitării cu MF. La stimuli de MF cu intensitate subliminară, după trecerea unui anumit număr de perioade, apare local o „negativare primară“ exprimată de descreșterea potențialului de repaus a membranei excitabile (depolarizare reactivă după Wyss).

Negativarea produsă sub formă de platou dispare lent, abia după întreruperea curentului. Înălțimea platoului de negativare atinge jumătate din înălțimea vârfului potențialului de acțiune.

Rezistența cutanată este considerabil scăzută la curenții de MF, permitând o aplicare nedureroasă, utilizarea unei intensități mai mari, precum și obținerea unei penetrații mai mari, în țesuturi mai profunde. Dacă vom considera pentru o suprafață de contact (suprafață de aplicare a electrodului) de 100 cm^2 , la o capacitate de 1 microfarad, atunci rezistența tegumentului față de un curent alternativ de 50 Hz este de aproximativ 3 200 ohmi; pentru un curent alternativ de 5 000 Hz, rezistența pielei scade, în aceleași condiții de 100 de ori, deci la 32 ohmi.

Rapiditatea schimbării direcției curentului alternativ de MF diminuă risurile efectelor electrolitice cu lezarea tegumentului, măryind toleranța la tegument și realizând avantaje evidente, mai ales la copii și la indivizii cu sensibilitate cutanată crescută la curent. De asemenea, această schimbare rapidă a alternanțelor curentului îl face inexcitabil pentru nervii și receptorii cutanăți.

Contrațiiile musculare obținute cu MF percutantă sunt puternice, reversibile și bine suportate, chiar nedureroase, mai ales la curenții de 2 500–5 000 Hz (d'Arsonval), probabil printr-un efect de blocaj al proceselor la nivelul fibrelor nervoase pentru durere. În afară de aceasta, caracterul nedureros al contrației musculare este datorat și existenței fenomenului „încrucișării pragurilor“, constatat și descris de Djourno în 1949, care a demonstrat că la frecvențe între 6 000–8 000 Hz, pragul contrației musculare tetanice rămâne evident sub pragul dureros, printr-o disociere între aceste două praguri.

Prin această proprietate a curenților de MF este posibilă declanșarea fără durere a contrației musculare tetanice, se explică și inofensivitatea curentului de MF față de mușchiul cardiac, putându-se aplica și transcardiac (Djoumo – 1952).

V.2. PRINCIPALELE EFECTE FIZIOLOGICE ALE CURENTILOR DE MF

- Acțiune stimulatoare asupra musculaturii scheletice, producând contracții musculare – cum am văzut mai sus – puternice, reversibile și bine suportate.
 - Efect de stimulare asupra mușchilor netezi hipotoni (ai unor organe interne), posibil de obținut prin modulații crescute mai lent (în 3–5 secunde) și mai lungi.
 - Acțiune analgetică.
 - Acțiune vasomotorie cu efect hiperemizant (probabil prin eliberare de substanțe vasoactive) și resorbțivă.
- Efecte derivate: decontracturante – miorelaxante, trofice (prin vasodilatații produse) și asupra structurilor vegetative (stimulare a vagului).

Multitudinea acestor acțiuni fiziologice explică și motivează indicațiile terapeutice și valoarea aplicării mediei frecvențe într-o serie întreagă de afecțiuni – radiculopatii, stări posttraumatici, reactivări artrozice, tulburări de circulație periferică și alte stări morbide ale aparatului locomotor. Trebuie să menționăm însă de acum, înainte de a prezenta variații exploatări și utilizări în scop terapeutic ale frecvențelor purtătoare de MF, că încă nu sunt explicate pe deplin toate avantajele terapeutice ale acestui domeniu, existând totuși speranțe întemeiate că cercetările mai amănunțite asupra acestora vor putea lărgi pe baze riguroase biochimice și fiziologice, aria de aplicare terapeutică a mediei frecvențe.

V.3. POSIBILITĂȚILE DE APLICARE A CURENTILOR DE MF

V.3.1. ÎN SCOP DIAGNOSTIC

Se știe că existența activității electrice spontane a unui mușchi în repaus este caracteristică mușchiului denervat. Aplicația locală a unui curent de medie frecvență reușește să provoace contracție numai pe un mușchi normoinervat. Față de diferențele frecvențe purtătoare ale impulsurilor de medie frecvență se manifestă aceeași reactivitate din partea țesutului muscular.

Intensitatea curentului necesar pentru producerea contracției musculare trebuie să fie cu atât mai mare, cu cât frecvența purtătoare este mai mare. La mușchii denervați nu s-a putut produce nici o contracție musculară, cu nici o frecvență din acest domeniu și cu nici un nivel al intensității de curent aplicabil. În această situație, autorii germani din Dresda (A. Lange și colab.) au propus și conceput un test electrodiagnostic cu medie frecvență, simplu și exact, care în condițiile unui răspuns contractil din partea mușchiului testat, confirmă (și evită) un examen electromiografic – metodă mai laborioasă, relativ „traumatizantă“ și des utilizată. Autorii mai sus-citați, cu un aparat MFA-1, au aplicat un electrod

punctiform de 1,5 cm pe punctul de stimulare musculară, provocând o stimulare la frecvență de 2, 4, 8 sau 16 kHz, cu un impuls trapezoidal de 300 ms și pantă ascendentă și descendenta de 0,2 ms. Provocarea unei contracții musculare denotă un test pozitiv și nu mai impune efectuarea unui examen electromiografic.

V.3.2. ÎN SCOP TERAPEUTIC

V.3.2.1. PROCEDEUL DE APLICATIE CU UN SINGUR CURENT DE MF MODULAT

Au fost imaginat mai multe modalități, corespunzătoare cu posibilitățile tehnice realizate pentru modularea în amplitudine. Astfel, s-a putut realiza modularea de amplitudine prin cuplarea a două aparate – unul de joasă frecvență și celălalt de medie frecvență (aşa-zisa modulare de amplitudine „externă“ după Edel și Fucker) sau printr-un singur aparat – după procedeul sovietic Amplipuls (Jasnogorodsky și Ravic).

La acesta din urmă, prin intermediul unui oscilator care dă forma, durata și frecvență dorită, modularea curentului de bază se poate realiza automat, cu parametrii impulsurilor stabiliți în prealabil. Modularea amplitudinii curentului se face în ritm de joasă frecvență: curentul „purtător“ de MF este modulat în intensitate și frecvență, în funcție de curentul de joasă frecvență ai cărui parametri îi putem varia în funcție de necesitățile terapeutice. Prin această modalitate se evită procesul de acomodare. La aparatele Amplipuls (Amplipuls 3, Amplipuls 3 T), generatoare de curenți de MF de 5 kHz, succesiunile de stimuli de medie frecvență în joasă frecvență pot fi variate în forma lor prin modificarea profunzimii modulației – cu cât profunzimea acesteia este mai mare, cu atât stimularea este mai puternică. Se obține o formă „monodinamică“ continuă între 0 și 100 Hz peste care se poate realiza o a doua modulare, prin introducerea de pauze între impulsurile modulate, pauze ce pot ajunge până la 30% din durata impulsului propriu-zis.

Pe lângă această formă de curent monodinamic cu diferite frecvențe și grade de modulare în amplitudine, cu acest aparat se mai pot realiza și trei forme de curenți cu modulare diadinamică în care alternează diferite game de frecvențe modulate și fixe (între 0 și 150 Hz), cu durata impulsurilor variind între 1 și 5 secunde. Cu cât se realizează alternanțe mai pronunțate ale modulațiilor cu atât efectele excitomotorii obținute sunt mai importante.

Prin utilizarea aparatului de producție franceză Miodinaflux. Acest aparat, unul din tipurile de „pionierat“ din acest domeniu, permite aplicarea terapeutică a următoarelor forme de curenți de MF:

- medie frecvență pură (MFP);
- medie frecvență pură redresată (MFPR);
- medie frecvență cu modulare a frecvenței de repetiție a trenurilor (într-o secundă) în perioadă scurtă – sau prescurtat – MF modulată în PS;
- medie frecvență modulată în PS – forma redresată;
- medie frecvență cu modulare a duratei trenurilor în perioadă lungă sau prescurtat MF modulată în PL;
- curent de MF modulată în PS – modulată în PL (dublu modulat).

Oricare dintre aceste forme se putea aplica în două regiuni de frecvență: 5 kHz (5 000 Hz), cu o durată a perioadei corespunzătoare de 0,2 ms și 10 kHz (10 000 Hz), cu o durată a perioadei de 0,1 ms.

Acțiunea curenților de 5 kHz se manifestă în straturile superficiale ale zonei de aplicare, influențând cu predilecție musculatura striată și având în principiu un efect mai excitomotor față de frecvență de 10 kHz cu acțiune mai profundă și efect mai analgetic.

Media frecvență pură (MFP) este constantă în frecvență și intensitate.

Redresarea curentului de MF elimină (anulează) semiundele negative ale oscilațiilor sinusoidale, conferindu-i acestuia un efect mai analgetic și vasodilatator și putând fi aplicat și ca iontoporeză. La modularea curentului de MF în PS are loc o succesiune a trenurilor de unde și a pauzelor cu viteze mari, de la 10 Hz până la 500 Hz în trepte alese, în funcție de scopul dorit: mai analgetice la frecvențele de peste 100 Hz, acest efect crescând progresiv până la 500 Hz, și mai excitomotorii la frecvențele descrescănde sub 100 Hz. Durata pauzelor este egală cu durata trenurilor; forma trenurilor este exponențială. La modularea MF în PL se obțineau următoarele particularități, cu nuanțări diferite ale modului de acțiune și a efectelor:

a) Durata trenurilor modulate variază în trepte, de la 1 la 10 secunde, trenurile cu durată de 1 până la 4–5 secunde prezintând efecte mai puțin excitomotorii, iar cele cu dure de peste 5 secunde având efecte mai excitomotorii;

b) Raportul dintre durata unui tren și a pauzei corespunzătoare putea fi ales între 1/1 și 1/2, influențând astfel caracterul excitator al aplicației, acesta fiind mai redus la raportul tren/pauză de 1/2, la care se conferă o perioadă mai lungă refacerii metabolice a fibrei musculare;

c) Panta de creștere a trenurilor modulate poate avea forme diferite, triunghiulară sau trapezoidală.

Dubla modulare era realizată de „grefarea“ unui curent de MF modulat în PS pe o modulare în PL, la frecvențele respective alese în funcție de cazul tratat. Această dublă modulare are un caracter de stimulare mai pronunțat, preferat în cazurile în care se dorește o „microgimnastică musculară“.

Rezumând, dintre formele de curent de MF aplicabile cu aparatul Myodinaflux, cele mai excitomotorii sunt cele în regim de 5 kHz, cu lungimea trenurilor modulate în PL peste 4 secunde și cele dublu modulate în PS (mai ales sau 100 Hz) cu PL (mai ales peste 4 secunde), iar cele mai analgetice sunt cele în regim de 10 kHz, formele de MFP, MFPR și MF modulate în PS cu frecvență de repetiție peste 100–200 Hz.

Efectele fiziologice (și terapeutice) al acestor forme descrise mai sus sunt cele clasice ale mediei frecvențe: excitomotorii și analgetice (în funcție de formă) – ca efecte principale și vasodilatatorii, trofice, miorelaxante, și vegetativoreglatoare – ca efecte derivate.

În practică se obișnuia ca o aplicație să înceapă cu un curent de MF constant și redresat timp de 5–10 minute (în funcție de caz), cu scopul de a se ameliorează troficitatea structurii musculare tratate și apoi se trecea la una din formele modulate, în funcție de efectul prioritar urmărit: analgetic sau excitomotor.

Pentru obținerea efectului de contracție a musculaturii netede se utilizează la acest aparat – cu bune rezultate – MF modulată în perioada lungă, cu durată mare a trenurilor (6–10 secunde), cu frecvență de bază mare (10 kHz), care acționează profund și fără durere în straturile superficiale; duretele perioadelor de excitație și a celor de repaus egale între ele (1/1), iar durata totală a unei ședințe minimum 10 minute.

Deoarece, după cum vom remarcă în continuare, avantajele terapeutice ale aplicațiilor de curenți de MF interferențiali sunt mai mari, s-a renunțat treptat la fabricarea și utilizarea aparatelor ce produc un singur circuit de MF, de tipul celor menționate mai sus.

V.3.2.2. PROCEDEUL PRIN CURENT INTERFERENȚIAL DUPĂ NEMEC

Acsta constă în încrucișarea a doi curenți de MF cu frecvențe diferite (în general, decalați cu 100 Hz); la locul de încrucișare endotisular se realizează efectele terapeutice prin unde modulate în intensitate (fig. 141).

V.3.2.2.1. Particularitățile fizice ale curenților interferențiali

În zona de întâlnire a celor doi curenți cu frecvențe diferite se produce un câmp electric numit câmp interferențial, în care direcția și amplitudinea curentului de interferență se modifică repetitiv, având loc o amplificare și o scădere până la dispariția totală a intensității. Trecerile de la amplificare la anulare sunt lente; oscilația intensității se produce cu o frecvență proprie care definește interferența. Ea variază progresiv între 0 și 100 Hz; astfel, acțiunea propriu-zisă de stimulare aparține domeniului de joasă frecvență.

Calcularea matematică a câmpului obținut în situații reale este extrem de dificilă deoarece țesuturile organismelor prezintă un grad mare de neomogenitate. Pentru înțelegerea esenței fenomenului de interferență este necesară simularea lui pe un model idealizat. Un astfel de model poate fi constituit de o baie electrolitică, întrucât țesuturile se comportă la aplicarea unui potențial electric, ca o soluție electrolitică (fig. 142).

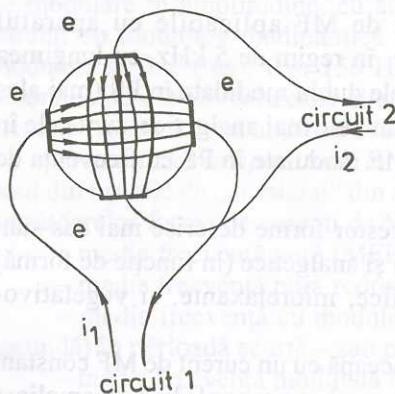


Fig. 141 – Încrucișarea a doi curenți de MF cu frecvențe diferite.

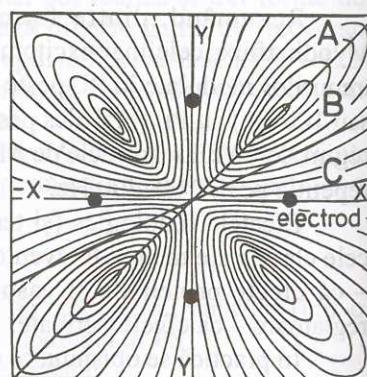


Fig. 142 – Distribuția amplitudinilor curenților interferențiali într-o baie electrolitică.

În figură este reprezentată prin curbe de nivel distribuția amplitudinilor curentului interferențial într-o baie electrolitică, obținută cu electrozi punctiformi.

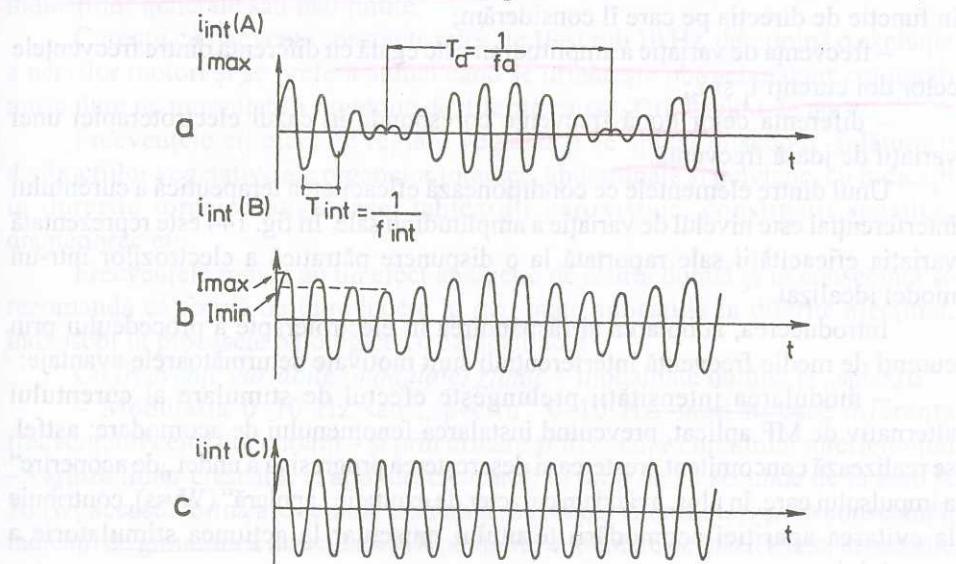
Amplitudinea curentului este cu atât mai mare cu cât curbele de nivel sunt mai dese. Înținând seama de aceasta, rezultă că pe direcțiile diagonalelor axelor formate de cei doi curenti, amplitudinile de interferență sunt maxime. Pe direcțiile celor doi curenti (x , $-x$ și y , $-y$) amplitudinile de interferență sunt egale cu zero. Prin urmare, există direcții preferențiale, pe direcțiile diagonalelor obținându-se efectele de interferență maximă. În timp, pe diverse direcții, curentul interferențial variază în mod diferit (fig. 143). Pe direcția A (direcția diagonalei) din fig. 142 variază ca în fig. 143 a, pe direcția B ca în fig. 143 b, iar pe direcția G (direcția axei), ca în fig. 143 c.

Din examinarea fig. 143 rezultă următoarele:

– pe direcția diagonalei (A) curentul interferențial variază cu amplitudinea maximă, între valoarea I_{\max} și zero, cu frecvența „ f_a “ care este egală cu diferența frecvențelor celor doi curenti. Astfel, dacă i_1 are frecvența 5 000 Hz, iar i_2 4 950 Hz, variația amplitudinii curentului interferențial se produce cu frecvența de 50 Hz;

– pe direcția B curentul variază între I_{\max} și I_{\min} , deci amplitudinea de variație este mai mică decât pe direcția A. Variația are loc tot cu diferența frecvențelor celor doi curenti;

– pe direcția C (direcția curentului i_2), nu mai există nici un fel de variație.



f_a = frecvența de interferență

T_a = perioada corespunzătoare frecvenței de interferență

f_{int} = frecvența curentului interferențial

T_{int} = perioada corespunzătoare frecvenței curentului interferențial

Fig. 143 – Variația curentilor interferențiali pe diverse direcții:
a) – variația pe direcția A (direcția diagonalei); b) – variația pe direcția B; c) – variația pe direcția C (direcția axei).

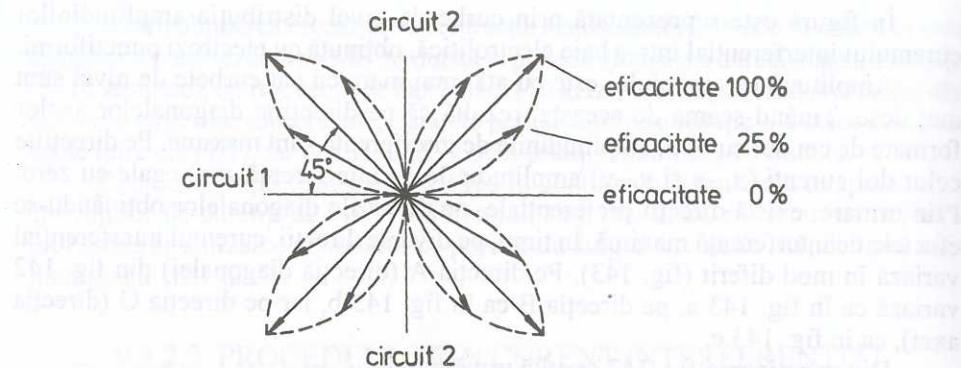


Fig. 144 – Variația eficacității curentului interferențial cu direcția.

Pe alte direcții cuprinse între A și C, variația curentului interferențial are valori intermediare cuprinse în intervalul I_{\max} și zero.

În concluzie se pot afirma următoarele:

- curentul interferențial rezultă din doi curenți de medie frecvență i_1 și i_2 , cu amplitudini constante, dar cu frecvențe puțin diferite;
- rezultatul este tot un curent de medie frecvență, dar cu amplitudine variabilă în funcție de direcția pe care îl considerăm;
- frecvența de variație a amplitudinii este egală cu diferența dintre frecvențele celor doi curenți i_1 și i_2 ;
- diferența celor două frecvențe corespunde în cazul electroterapiei unei variații de joasă frecvență.

Unul dintre elementele ce condiționează eficacitatea terapeutică a curentului interferențial este nivelul de variație a amplitudinii sale. În fig. 144 este reprezentată variația eficacității sale raportată la o dispunere pătratică a electrozilor într-un model idealizat.

Introducerea, adoptarea și răspândirea în electroterapie a procedeului prin curenți de medie frecvență interferențiali sunt motivate de următoarele avantaje:

- modularea intensității prelungesc efectul de stimulare al curentului alternativ de MF aplicat, prevenind instalarea fenomenului de acomodare; astfel, se realizează concomitent creșterea și descreșterea progresivă a undei „de acoperire“ a impulsului care, în plus, având un caracter de excitație „apolară“ (Wyss), contribuie la evitarea apariției acomodării țesutului muscular la acțiunea stimulatorie a curentului;
- utilizarea frecvențelor „purtătoare“ din domeniul medie frecvențe întâmpină o rezistență electrică redusă din partea tegumentului;
- pot fi utilizate intensități mai mari de curent, cu un efect corespunzător crescut;
- interferențele de joasă frecvență sunt considerate cele mai active din punct de vedere biologic la nivelul celulelor. Aceste efecte se pot obține prin amplasarea corespunzătoare a electrozilor în aşa fel ca cele două circuite să fie perpendiculare unul față de celălalt într-o poziționare tetrapolară.

V.3.2.2.2. Variantele modulațiilor de frecvență aplicabile cu curenții interferențiali

În funcție de acțiunea fiziologică optimă și efectele urmărite, se aleg, de la caz la caz, tipurile de frecvență dorite, oferite de diferitele modele de aparate realizate în domeniu. Indicațiile generale privind excitoterapia electrică realizată de joasa frecvență rezultată din interferență endogenă a celor doi curenții de medie frecvență, derivă din următoarele posibilități principale de aplicație.

Cu *frecvențe constante* – modalitate de aplicație numită și „manual“ constă în alegerea unei frecvențe constante între zero și 100 Hz; alegerea acestor frecvențe se face în general după efectele urmărite și care au fost apreciate a avea asupra mușchilor striați sănătoși următoarele moduri de acțiune:

- frecvențele „mici“ (sub 10 Hz) ar fi îndeobște excitomotorii;
- frecvențele „mijlocii“ (12–35–50 Hz și cu intensitate subliminară), s-a constatat a fi decontracturante, vasomotorii – vasculotrofice și cu efect de reglare neurovegetativă, în sensul inhibării hipertoniei simpatice și a stimulării sistemului vag;
- frecvențele „rapide“ (80–100 Hz) au efect analgetic.

Alegerea preferențială a acestor trepte de frecvență se constituie în motivația indicațiilor generale sau mai întîpte.

Curenții cu frecvențe constante mici, de 10 și sub 10 Hz, determină o excitație a nervilor motori și se preferă atunci când se urmărește obținerea unor contracții musculare pe musculaturi hipotone de diferite cauze, fără leziuni de nerv.

Frecvențele cu efect de reglare vegetativă se aplică în scopul înlăturării disfuncțiilor vegetative ale organelor toracice, abdominale și pelviene, cu indicații în durerile toracice anginoase, tahicardii paroxistice, constipații spastice, dismenoree etc.

Frecvențele rapide au un efect analgetic de scurtă durată și în consecință se recomandă ca formă de introducere în mai toate aplicațiile în diferite afecțiuni, îndepărându-se însă în procesele patologice cu caracter acut.

Cu *frecvențe variabile (modulate) ritmic* – modalitate numită și „spectru“.

– Modulația 0–10 Hz sau „spectru“ 0–10 Hz, mod în care diferența frecvențelor celor doi curenții – și prin urmare și frecvența curentului interferențial – variază liniar crescător și apoi descrescător, în timp de 15 secunde de la zero la 10 Hz; această formă are acțiune excitantă asupra nervilor motori și, în consecință, indicații de gimnastică musculară în hipotoniiile musculare de inactivitate, în redorile articulare posttraumatice cu imobilizare, în constipații atone etc.

– Modulația 90–100 Hz sau „spectru“ 90–100 Hz, mod în care diferența frecvențelor celor doi curenții variază liniar, crescător și apoi descrescător în timp de 15 secunde între 90 și 100 Hz; această formă are acțiune și indicații asemănătoare cu cele ale frecvenței constante de 100 Hz, predominând efectele analgetice.

– Modulația 0–100 Hz sau „spectru“ 0–100 Hz, mod în care diferența frecvențelor celor doi curenții variază liniar, crescător și descrescător în timp de 15 secunde de la zero la 100 Hz; se produce astfel o alternanță ritmică de efecte inhibitorii cu efectele excitatorii, adică stări de relaxare alternate ritmic cu stări de

stimulare tisulară. Consecințele acestei acțiuni sunt: activarea funcțiilor celulare, reglarea tonusului modificat patologic al țesuturilor, inclusiv al peretilor vasculari, o hiperemie activă a vaselor profunde, o hiperlimfemie, resorbție rapidă și evidentă a edemelor și exsudatelor perineurale, mai ales posttraumatice, realizând și un micromasaj activ de profunzime al musculaturii striate, cu efecte benefice în contracturi și retracturi musculare.

Din aceste efecte, rezultă ca indicații prioritare: diferite tulburări trofice tisulare, inclusiv și electiv cele din sindromul algoneurodistrofic posttraumatic, dar și cele juxtaarticulare din artrite, periartrite și artroze, diverse afecțiuni localizate cronice și subcronice ale aparatului locomotor cu substrat osteoarticular și vascular (deficit de circulație venoasă, sechete flebitice, edeme limfatice, celulite), precum și diskinezii ale organelor abdominale, inclusiv ale micului bazin.

Acțiunea diferențiată a frecvențelor constante (manual) și variabile (spectru) nu este strict delimitată, deoarece de regulă mai intervine și acțiunea celeilalte modulații ca efect secundar. De aceea, la orice aplicație terapeutică cu interferențiali se urmăresc trei factori principali, în funcție de forma curentului aplicat:

- creșterea pragului dureros;
- efectul stimulant;
- influențarea SNV.

În concluzie, și acest procedeu electroterapeutic trebuie să fie aplicat individual, ca și toate celelalte forme de curenți, ca și drogurile din arsenalul terapiei medicamentoase, astfel că modurile nuanțate de acțiune descrise mai sus trebuie privite în primul rând ca niște criterii de orientare de principiu – este adevărat, verificate clinic – în aplicațiile pe cazurile de variate și diferite patologii.

Amintim aici și alte moduri de lucru, furnizate de aparatele de tipuri mai vechi – modelele Nemectrodyne și Multidyne – astăzi practic abandonate. Ne referim la formele „Muttor“ și „Rotor“.

La Muttor era vorba de doi curenți de MF redresați, din care unul modulat în frecvență de la zero la 100 Hz, interferanță și cu polaritate mutată periodic. Efectele acestei forme de aplicație sunt determinate tot de treptele de frecvență alese: analgetice la 80–100 Hz, excitomotorii pe fibrele musculare normoinervate la frecvențele în jur de 50 Hz și excitomotorii pe mușchii striați cu cronoaxie ușor crescută, cu fibre ușor degenerate.

În forma Rotor, doi curenți de joasă frecvență (din care unul modulat în frecvență) oferă prinț-o compunere liniară, două forme de rezultate: una de formă trapezoidală rezultată din doi curenți egali și una triunghiulară cu pante inegale, rezultată din doi curenți inegali.

Frecvențele apropiate de 1 Hz au acțiune de stimulare a sistemului simpatic, precum și efecte excitomotorii pe fibre musculare parțial denervate, întrucâtva asemănătoare cu efectele curenților exponențiali cu pantă lentă.

V.3.2.2.3. Modalitățile de aplicare și perfecționarea progresivă a acestora

Interferența plană. Interferența plană este realizată de modelele de aparate pe care ne permitem să le denumim „din prima generație“, respectiv Nemectrom, Nemectrodyne, Multidyne (Franța), Nemectrodyne-8 (Germania) și.a. Cei doi curenți

realizați sau naștere unui curent interferențial care variază – cel puțin teoretic – numai în planuri paralele cu planul format de direcțiile acestora (fig. 145). Dacă se admite ideea că pentru orice excitație „fondul“ de elemente fizico-chimice este constituit de mediul ionic din soluțiile țesuturilor, în aplicarea plană, ionii nu se deplasează decât în cadrul „secțiunilor“ cubului din fig. 145, cub ce reprezintă volumul în care are loc interferența. Prin interferența plană, nu se folosește deci întreaga capacitate de „mișcare“ a ionilor care ar putea să se deplaseze și pe a treia direcție, care le-ar permite să treacă dintr-o secțiune în alta.

Interferența spațială. O perfecționare tehnică a aparatelor de curenți interferențiali înălțatură această „limită“, permitând ca prin adăugarea unui al treilea circuit să se realizeze mișcarea spațială a ionilor din țesuturi. Această interferență spațială – numită și „stereo“ – a fost obținută până în prezent, cu aparatul „Stereodynator“ Siemens, „Interfrem“ și „Spinter“ (România) (fig. 146).

După cum se observă, în acest sistem există 3 curenți care se încrucează în regiunea tratată. Pentru comoditatea manevrării electrozilor necesari în aplicația acestei metode, ei sunt fixați câte trei pe un suport din material plastic sau cauciuc (fig. 147). Ansamblul poartă, datorită formei, denumirea de electrod stelat.

Vectorul interferențial. În vederea creșterii eficacității terapeutice a curenților interferențiali s-au căutat soluții pentru combaterea existenței direcțiilor preferențiale (fig. 148). Una dintre aceste soluții este inovația denumită de inventatorii „vector interferențial“, care printr-un dispozitiv electronic realizează rotirea cu 45° a „treflei“ din fig. 148 în sensul acelor de ceasornic și invers, periodic, cu o frecvență căreia îi corespunde o perioadă de 2–3 secunde. În acest fel, toate direcțiile din spațiu sunt excitate succesiv cu amplitudine maximă.

Interferența dinamică. Aparatul românesc „Interfrem“ (ing. Mircea Popescu de la Institutul de Balneofizioterapie din București) realizează o rotire a vectorului de interferență maximă cu 360° la fiecare perioadă de interferență, ca un radar care baleiază tot planul (fig. 149).

Corecția („egalizarea“) distanței dintre electrozi

La utilizarea tipurilor de aparete mai vechi din generațiile de producție franceză (Nemectrodyne, Multidyne) se produce un fenomen secundar și anume, apariția „curentului exogen de cuplaj“.

În cazurile în care disponerea electrozilor nu se face pătratic, ci după imaginea unui dreptunghi, ca în aplicațiile longitudinale, pe segmente lungi, între electrozi apar curenți exogeni (fig. 150), care dau naștere unui efect neplăcut de „electrizare“ datorită căruia se limitează mărimea curentului interferențial endogen, prin reducerea toleranței la o intensitate optimă eficace a curentului.

Aparatele moderne de tipul „Nemectrodyne 8“ – Germania, „Interfrem“ – produs de Institutul de balneofizioterapie din București, au reușit să reducă, să corecteze acest „curent de cuplaj“ nedorit, cu ajutorul unui dispozitiv denumit de fabricanți „egalizator de distanță“ sau *profunditas*. Corectarea distanței duce astfel la o anulare a acestor efecte prin împiedicarea apariției curenților secundari și la permiterea folosirii optime necesare a curentului aplicat, în condiții de bună toleranță.

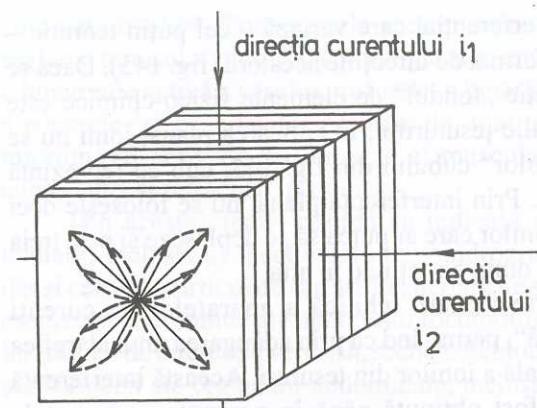


Fig. 145 – Secțiunile de variație ale curentului interferențial în aplicația cu două circuite.

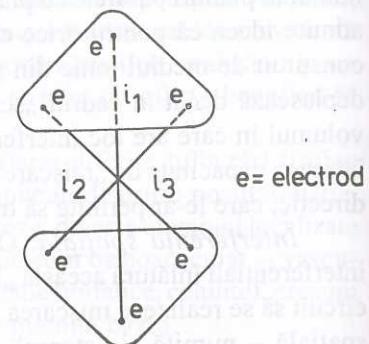


Fig. 146 – Aplicație spațială.

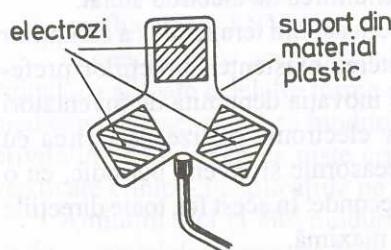


Fig. 147 – Electrod pentru aplicație spațială.

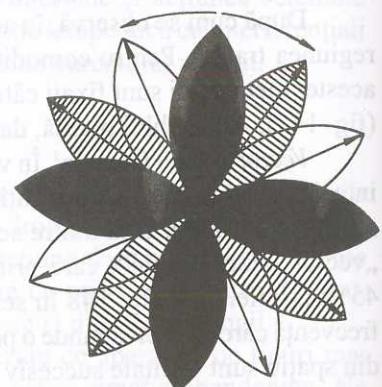
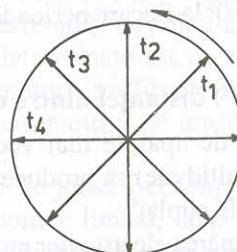


Fig. 148 – Modul de acțiune a „vectorului interferențial”.



Vectorii indică poziția directiei de interferență maximă la diverse momente t_1, t_2, \dots etc.

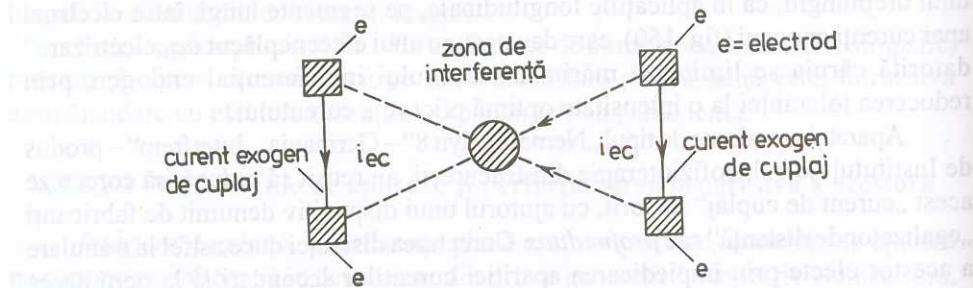


Fig. 150 – Curentul exogen de cuplaj.

Terapia interfero-triplex

În cadrul acestei terapii, se asociază curentului interferențial endogen, doi curenți exogeni de joasă frecvență. Autorul intenționează ca prin acest procedeu să îmbogățească procedura cu efectele analgetice și vasoactive caracteristice curențului diadinamic de 100 Hz. De asemenea, presupune ca pe calea mecanismelor reflexe viscerale să acționeze și asupra organelor interne.

V.3.2.2.4. Tehnicile de aplicare ale curenților interferențiali

Se deosebesc fundamental două tehnici de aplicare a curenților interferențiali și anume: statică și cinetică.

În tehnica statică, electrozii se mențin în timpul procedurii în același loc și asupra lor se exercită o presiune constantă. Electrozii „clasicii“ sunt cei de tip placă. Aceștia, utilizati câte două perechi, au dimensiuni diferite, care variază de la 50 cm² până la 400 cm² (50, 100, 200, 400 cm²). Plăcile sunt introduse în învelișuri umede de textură sintetică, corespunzătoare ca mărime și atașați la cablurile cordonului quadruplu conectat la aparat. Amplasarea lor se face în aşa fel încât curenții să se încrucișeze în mijlocul zonei tratate. Electrozii de tip placă se fixează de preferință cu benzi elastice sau cu săculeți cu nisip sau mai simplu uneori, prin greutatea corpului.

De menționat că în afara electrozilor placă se mai utilizează astăzi și alte două tipuri de electrozi, de tip perniță și electrozi cu vacuum (vezi la metoda combinată).

Electrozii de tip perniță sunt de diferite feluri. Utilizarea lor rezultă din documentația aparatelor prevăzute cu astfel de electrozi. Aceștia constau dintr-un suport de material plastic pe care sunt fixați 2 sau 4 electrozi. Ei sunt utilizați pentru tratarea unor zone mai mici, bine delimitate.

În tehnica cinetică se utilizează doi electrozi „mănușă“ (palmari) care se aplică pe mâinile asistentului, fiind izolați electric de acestea. Fiecare electrod se leagă la câte un cablu. Celelalte două cabluri se leagă la doi electrozi-placă fixați în tehnica statică (fig. 151). Intensitatea curențului este reglată de pacient. Regiunea de tratat se află în zona de interferență a curenților. Prin mișcarea permanentă a electrozilor mănușă de către asistent în timpul tratamentului, se produce o variație a direcțiilor de intensitate maximă a curențului interferențial, procedeul astfel utilizat fiind denumit „electrokineziterapie“.

V.3.2.2.5. Aparate de curenți interferențiali

Primele aparate au fost utilizate de Nemec, care le-a denumit „Endogenous“, pentru a evidenția excitarea selectivă în profunzimea țesuturilor la nivelul locului tratat („Endogenous Liechtenstein“). După anul 1958, acest procedeu a fost îmbunătățit prin evitarea efectelor nedorite de suprafață produse la cei patru electrozi ai celor două circuite (aparatele din seria Nemectrodyne-Multidyne).

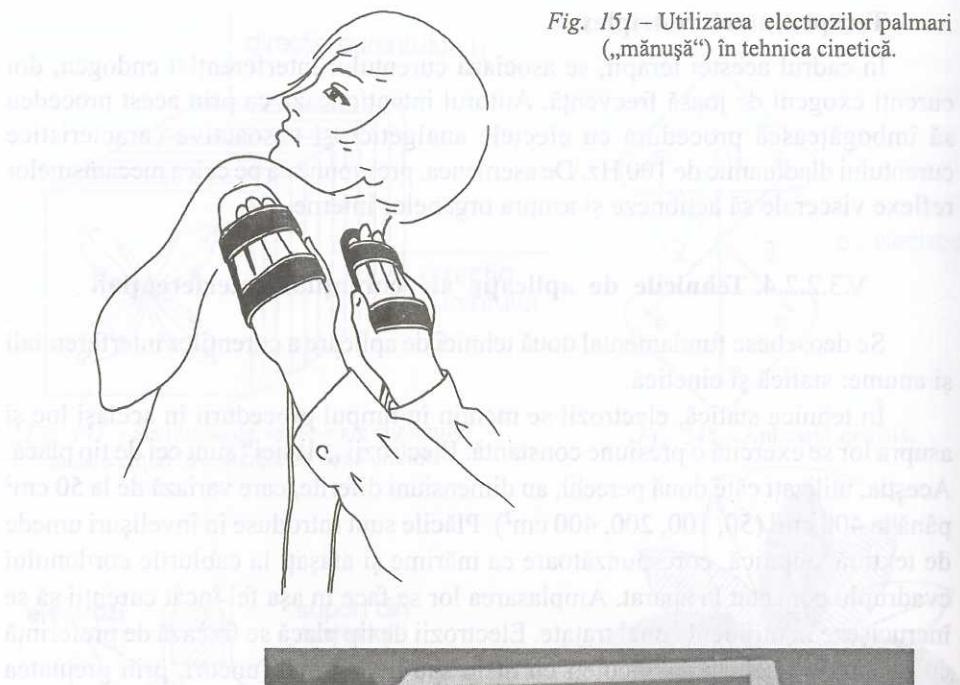


Fig. 151 – Utilizarea electrozilor palmari („mănușă“) în tehnica cinetică.

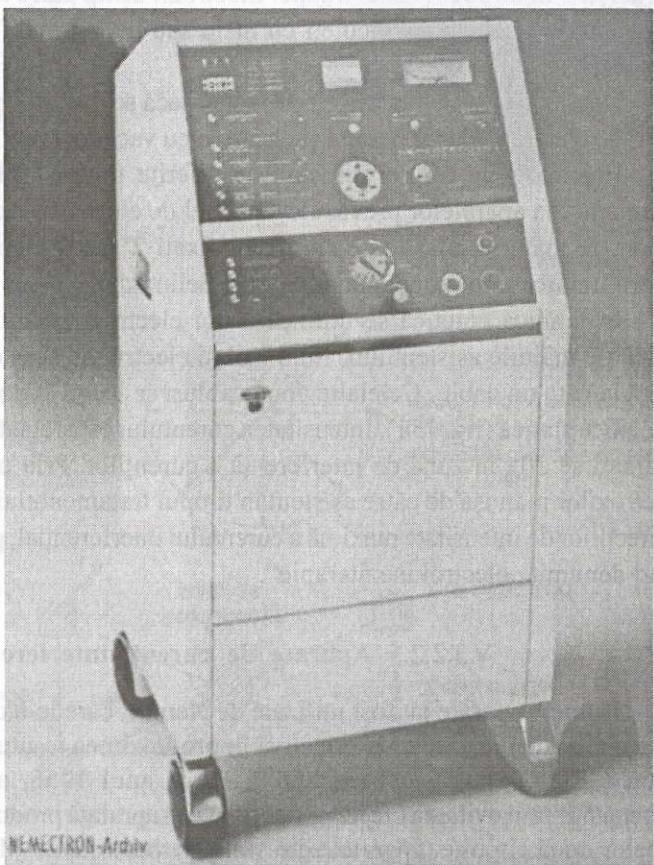


Fig. 152 – Aparatul
Nemecodyn 8.

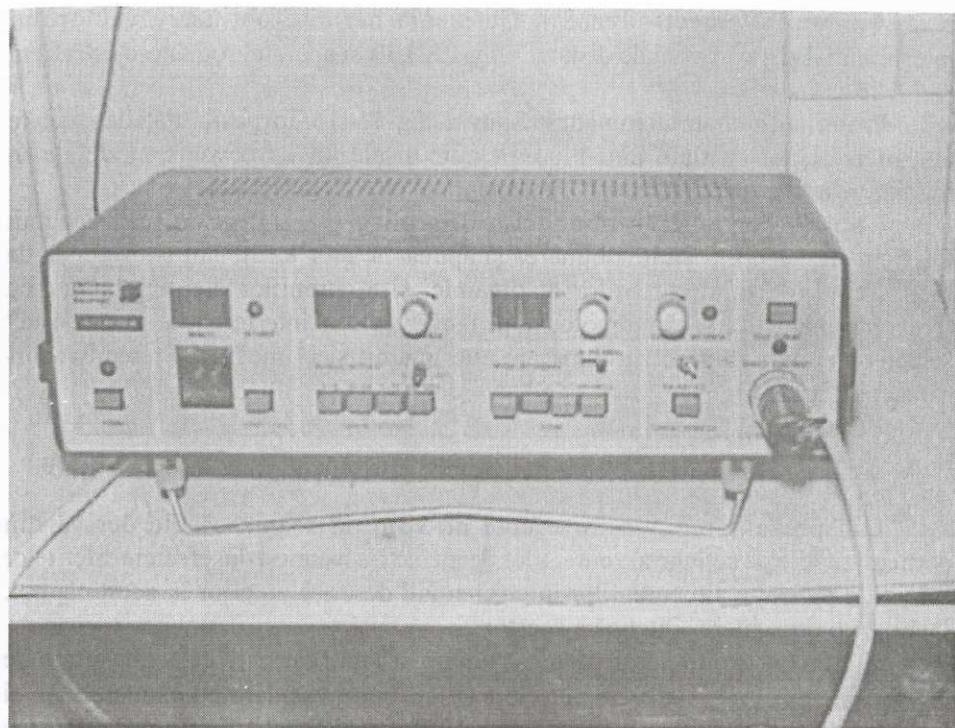


Fig. 153 – Aparatul Interfrem.

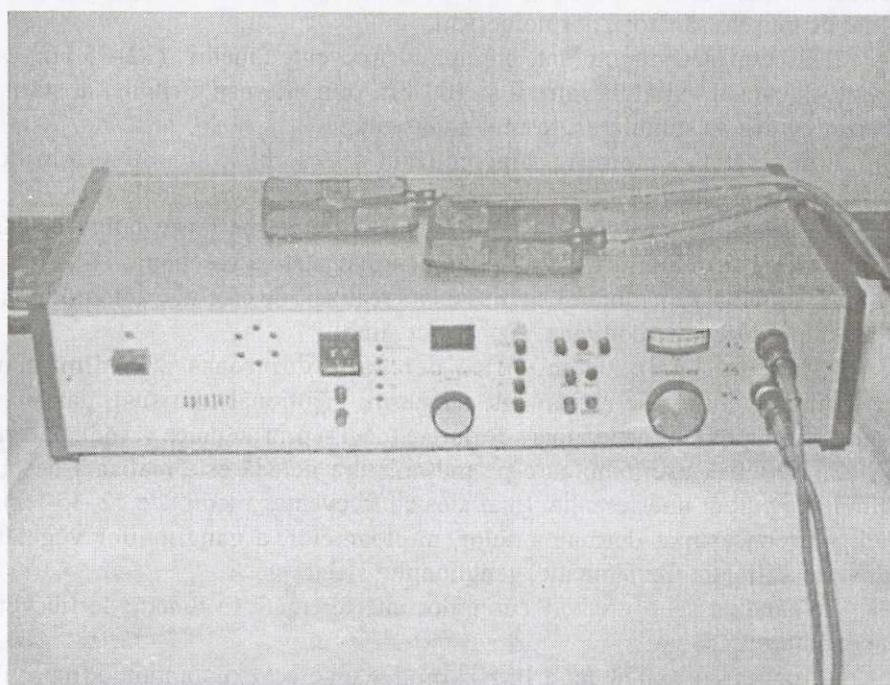


Fig. 154 – Aparatul Sprinter.

Aparatul Nemectodyn 8 – Germania permite obținerea vectorului interferențial și a corecției de distanță (fig. 152), ca și aparatul românesc Interfrem (fig. 153).

Prototipul aparatului românesc Spinter (fig. 154) oferă posibilități de aplicare ale interferenței spațiale dinamice, precum și ale unei frecvențe modulate în modalitatea frecvenței constante („Manual“).

Un alt model realizat la Institutul de balneofizioterapie din București, denumit Diafrem (fig. 155), permite obținerea și aplicarea unor forme noi și originale de interferență (de tipul curenților diadinamici și a curenților dreptunghiulari cu frecvențe analgetice și excitomotorii), pe lângă vectorul interferențial și „balansul“ selectiv al unuia dintre cele două circuite întâlnit și la modelul Stereodynator-Siemens (fig. 156).

V.3.2.2.6. Principalele efecte fiziologice ale curenților interferențiali

Din prezentarea acestor efecte ne vom da seama că ele derivă din particularitățile de acțiune ale curenților de medie frecvență și din efectele diferitelor forme de aplicatie ale curenților interferențiali descrise anterior în acest capitol. Iată deci o prezentare sintetică a acestora:

1. Efectul excitomotor pe musculatura striată (cu toate cele trei grupe de cronicaxie). Într-unul și același mușchi există fibre musculare cu excitabilitate și cronicaxie diferită: frecvențele „mici” (sub 10 Hz) excită toate fibrele musculare, cu particularitățile lor electroexcitabile diferite. Curentul interferențial acționează numai pe mușchi sănătoși, normoinervați.

2. Efectul decontracturant, obținut cu frecvențe „medii” (12–35 Hz), mai ales cu frecvență variabilă între 0 și 100 Hz, prin alternanță ritmică a stării de relaxare cu cea de stimulare a țesutului muscular.

3. Efectul vasculotrofic, hiperemizant și resorbțiv, se obține prin două modalități de acțiune:

- a) directă, pe vase și aceasta la rândul ei, direct pe musculatura netedă a vaselor sanguine și indirect, pe structura neurovegetativă vasculară;

- b) indirectă, prin gimnastica musculară realizată de efectul excitomotor muscular, cu producere de contracții fiziologice, line.

4. Efectul analgetic modifică percepția dureroasă prin diminuarea excitabilității dureroase (efectul de acoperire menționat mai sus), dar și prin combaterea hipoxiilor generatoare de durere (deci și prin acțiunea vasodilatatoare).

5. Acțiunea excitomotoare pe musculatura netedă este realizată de orice formulă de curent interferențial (mai ales cu frecvențe „medii” de 12–35 Hz), în mod indirect, asupra dermatoamelor, miotoamelor, a ganglionilor vegetativi paravertebrali, lanțului simpatic, ganglionului stelat.

Reluând pe scurt efectele curenților interferențiali în funcție de frecvență, putem admite că:

- frecvențele „mici” (sub 10 Hz) produc un efect excitomotor al mușchilor striați normoinervați;

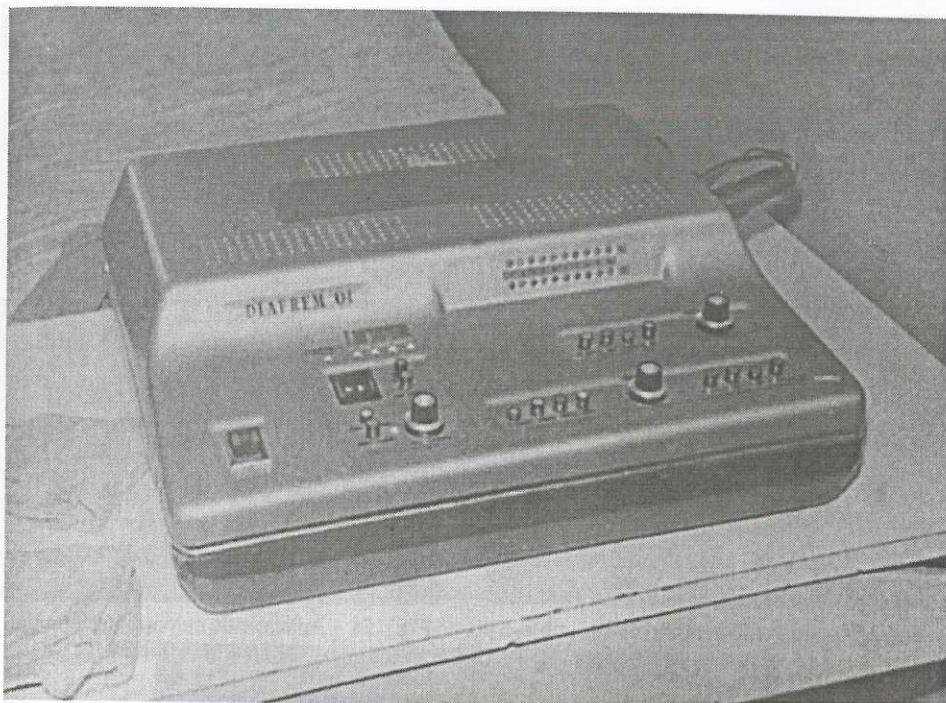


Fig. 155 – Aparatul Diafrem.

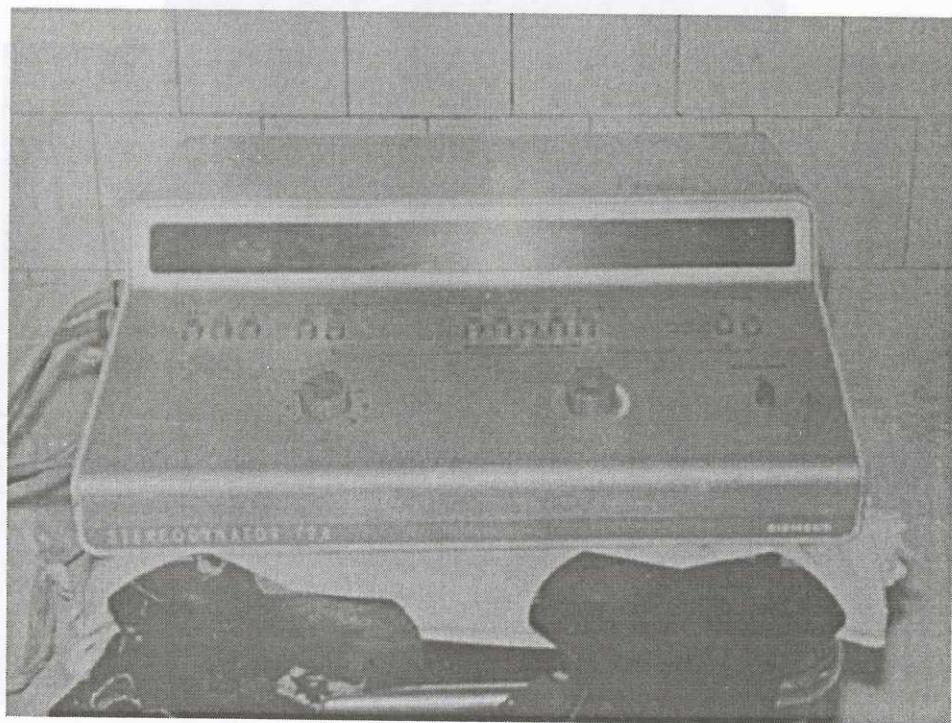


Fig. 156 – Aparatul Stereodynator.

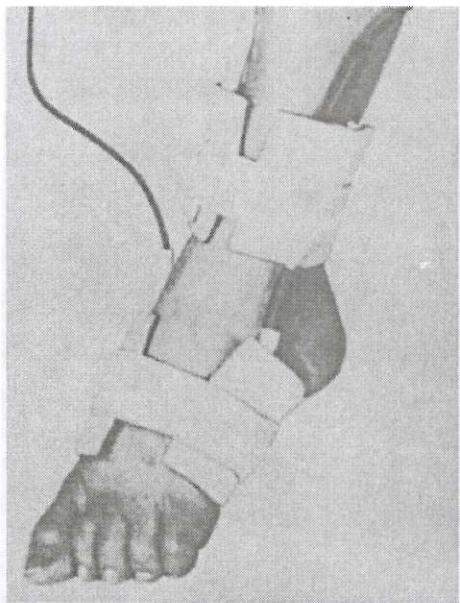


Fig. 157 – Aplicație pentru o entorsă tibio-tarsiană.

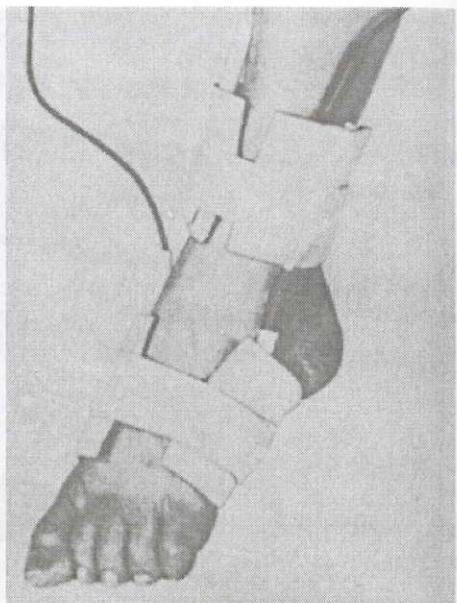


Fig. 158 – Aplicație de curenti interferențiali la nivelul umărului.



Fig. 159 – Aplicație la nivelul cotului.

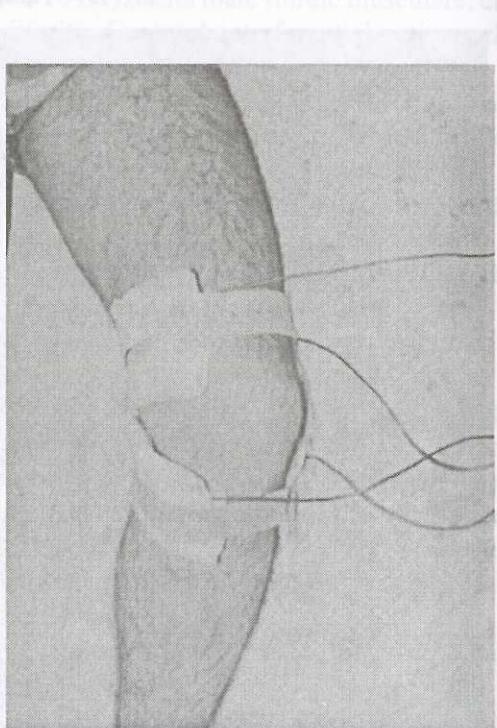


Fig. 160 – Aplicație la nivelul genunchiului.

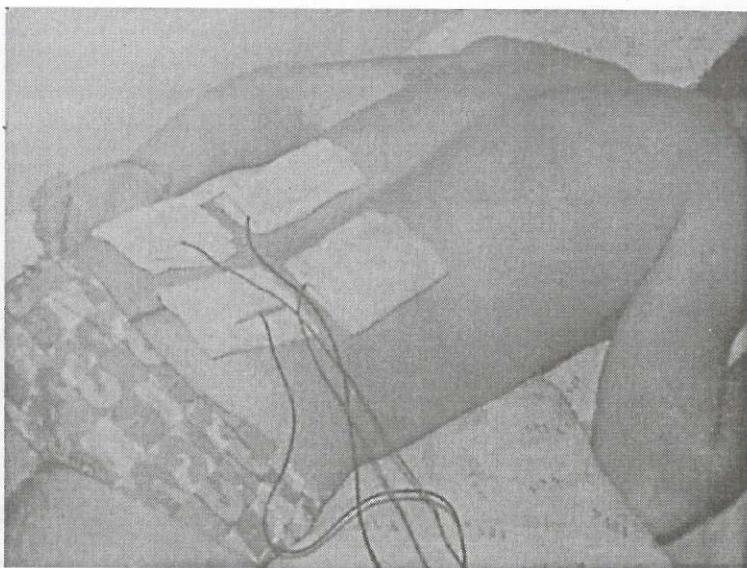


Fig. 161 – Aplicație paravertebrală.



Fig. 162 – Aplicație pentru nevralgie de trigemen.

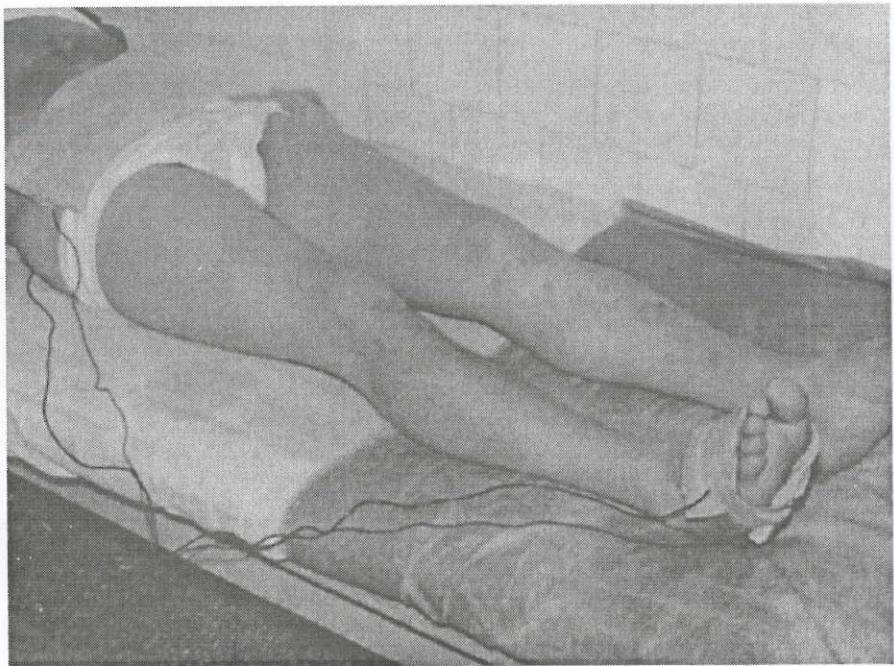


Fig. 163 – Sechele paretice ale membrelor în remisie.

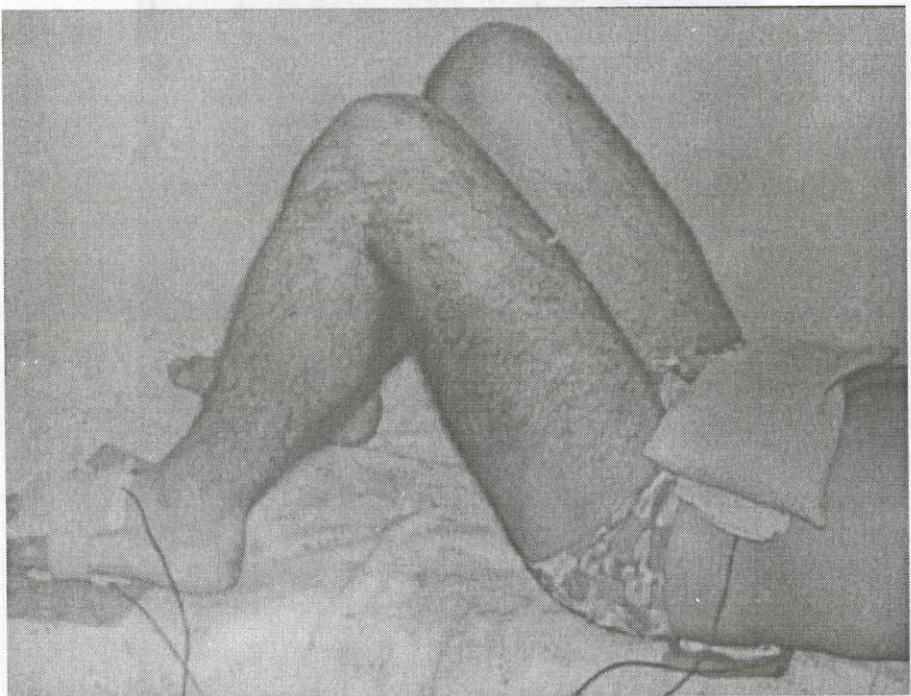


Fig. 164 – Tulburări de circulație periferică arterială.

- frecvențele „medii“ (12–35 Hz) și cu intensitate subliminară a curenților, au un efect decontracturant și vasculotrofic;
- frecvențele „rapide“ (80–100 Hz) au un efect analgetic.

Reamintim totodată că până în prezent, nefiind cunoscute și explicate pe deplin modificările fiziologice și bio-histochimice induse de acțiunea curenților interferențiali în țesuturi, există perspectiva certă a îmbogățirii cunoștințelor noastre asupra efectelor lor fiziologice și a lărgirii ariei de aplicații terapeutice ale acestora.

V.3.2.2.7. Indicațiile și contraindicațiile terapeutice ale curenților interferențiali

Indicațiile sunt multiple și variate și ele decurg din prezentarea modului de acțiune, a efectelor și a toleranței curenților interferențiali.

Afecțiuni ale aparatului locomotor

- Stări posttraumatice, leziuni postcontuzionale: sindrom algoneurodistrofic postfracturi, entorse, luxații, contuzii fără leziuni osoase, hematoame (fig. 157).
- Afecțiuni articulare din domeniul patologiei reumatismale: artrite, periartrite, artroze – cu diferite localizări – umăr, cot, genunchi, gleznă etc. (fig. 158, 159, 160).
- Afecțiuni dureroase cu etiopatogenii diverse ale coloanei vertebrale: spondiloză, spondilite, scolioze, discopatii, mialgii, neuromialgii, stări postcontuzionale etc. (fig. 161).
- Nevralgii și nevrite diferite (fig. 162).
- Sechele paretice ale membelor, în remisie (fig. 163).

Afecțiuni vasculare periferice

Tulburări de circulație arterială, venoasă și limfatică cu sau fără tulburări trofice; edeme vasculogene localizate, celulite (fig. 164, 165, 166).

În acest domeniu, cercetări clinico-terapeutice efectuate în anii 1983-1985 la Institutul de profil din București (dr. Lucian Chirilă) au demonstrat eficiența curenților interferențiali în tratamentul sindromului de ischemie periferică cronică de tip ateroscleroză obliterantă în stadiile I și II, trombangeită obliterantă și angiopatia diabetică – în aceleași stadii.

Afecțiuni ginecologice

Anexite, metroanexite nespecifice, parametrite, dismenoree, afecțiuni inflamatorii ale micului bazin prin efecte spasmolitice la nivelul musculaturii netede, trofovascular, resorbтив și antialgic (confirmate de cercetări efectuate la Institutul de Balneofizioterapie din București) (fig. 167 și 168).

Afecțiuni ale organelor interne

- Diskinezii biliare;
- Hepatite cronice persistente;
- Pancreatite cronice (fig. 169);
- Gastrite, boală ulceroasă.

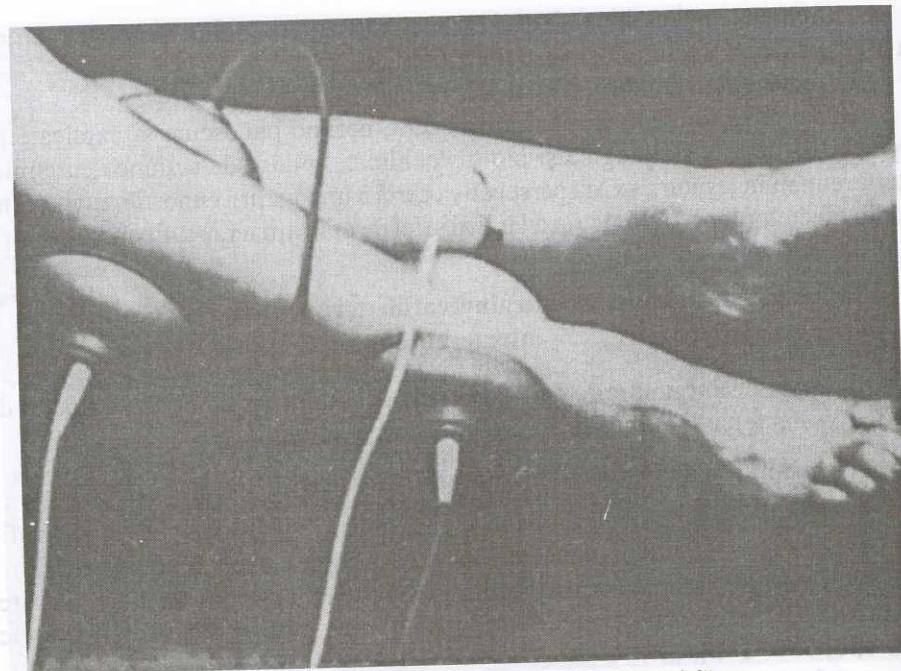


Fig. 165 – Tulburări de circulație periferică arterială.

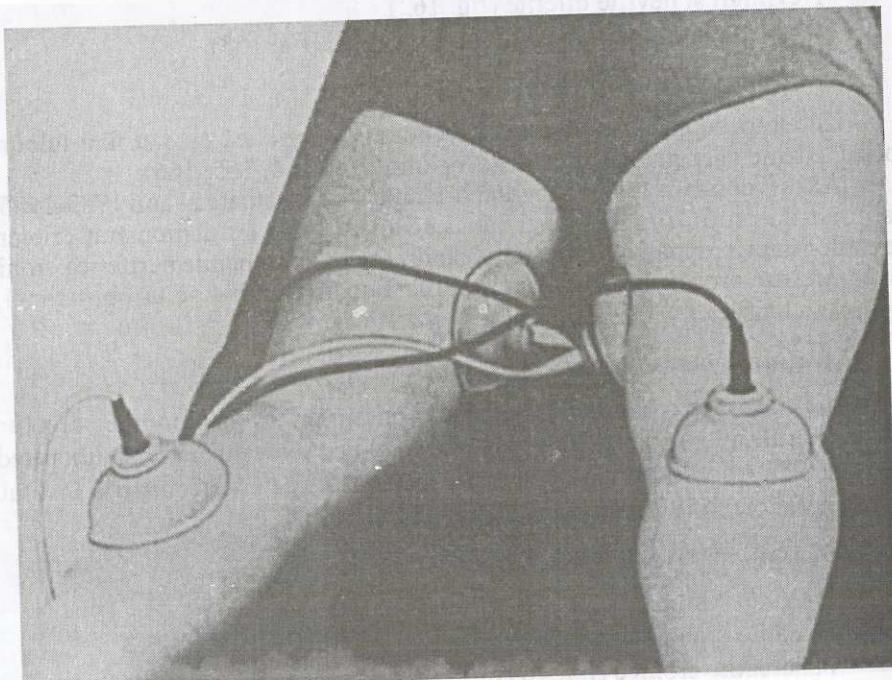


Fig. 166 – Tulburări de circulație veno-limfatică la membrele inferioare.

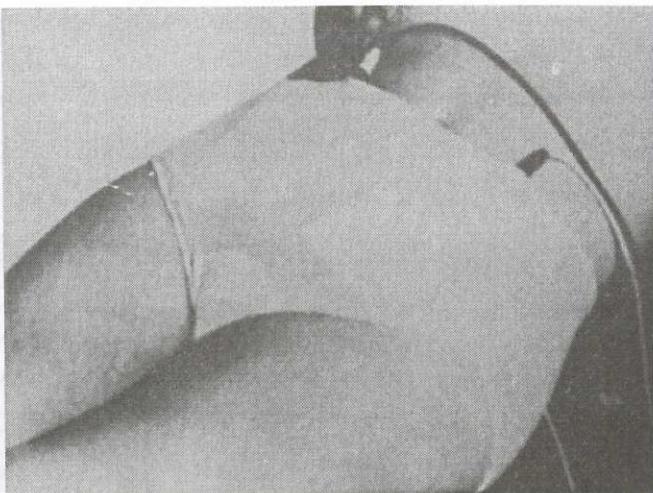


Fig. 167 – Aplicație în afecțiuni ginecologice.

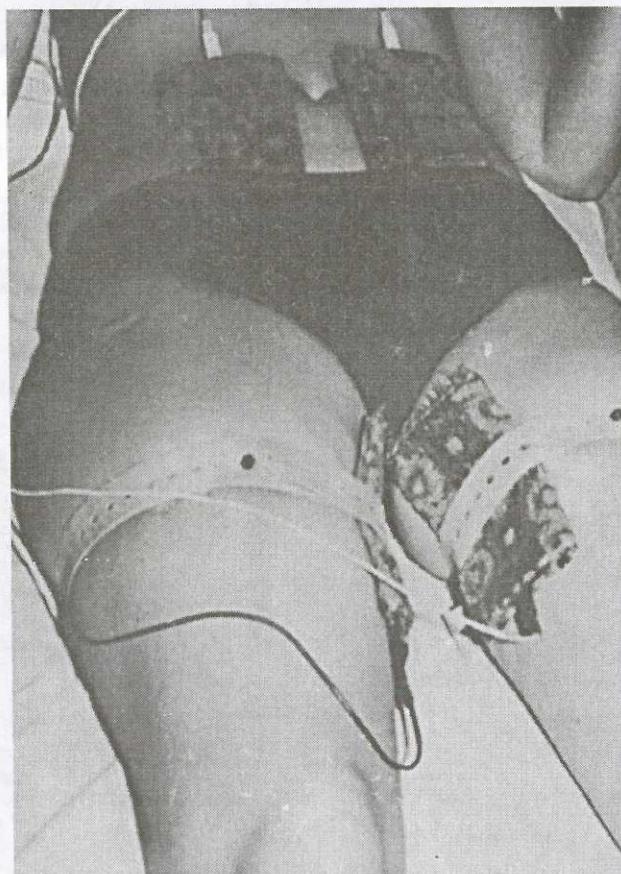


Fig. 168 – Aplicație în afecțiuni ginecologice.

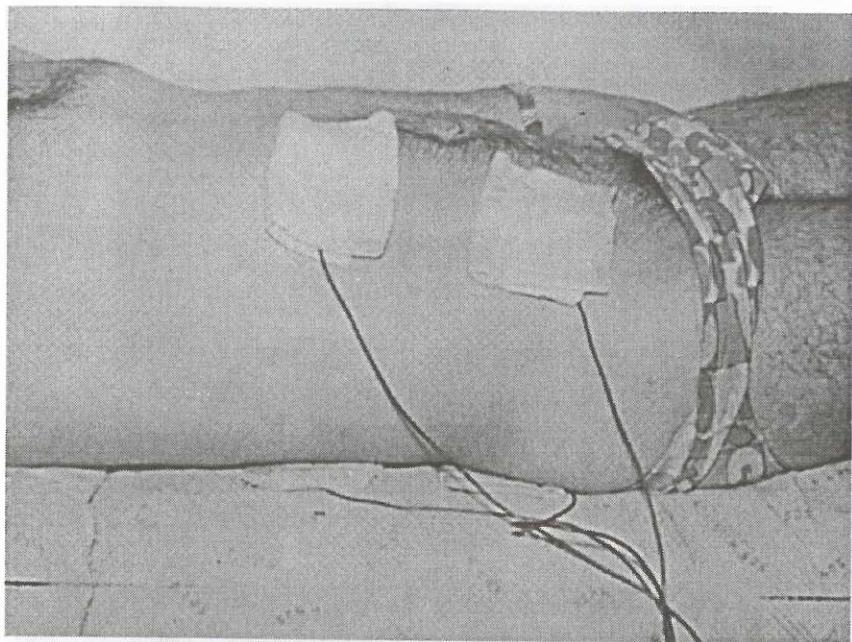


Fig. 169 – Tratamentul unor suferințe ale organelor abdominale.

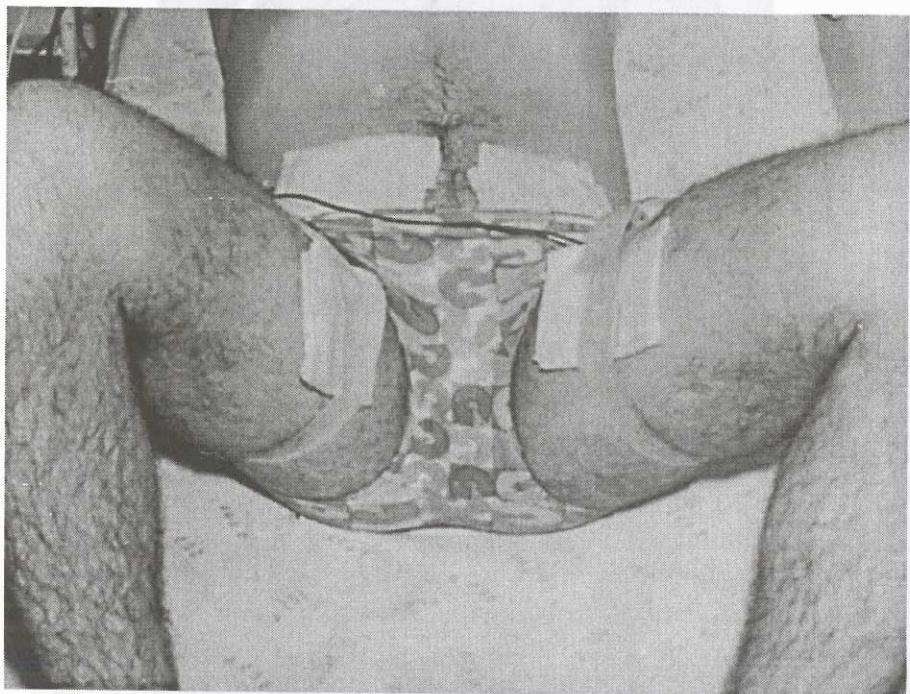


Fig. 170 – Aplicație în afecțiuni vezicale.

– Distonii funcționale intestinale: hipertonii spastice, atonii intestinale postoperatorii.

– Afecțiuni reno-urinare: tulburări ale secreției urinare cu retenții bazinele, incontinențe vezicale prin deficit al detrusorului și sfincterului vezical (fig. 170).

– Edeme inflamatorii ale prostatei, hipertrrofii de prostată, stări disfuncționale după prostatectomie (fig. 171).

Contraindicații

– Afecțiuni febrile de diferite etiologii;

– Tuberculoză activă și cronic-evolutivă cu diferite localizări;

– Neoplazii;

– Stări cașectice;

– Toate procesele inflamatorii purulente;

– Aplicațiile toracice în aria precordială în cazurile cu tulburări cardiace organice, funcționale și la cele cu stimulator cardiac.

V.3.2.2.8. Tehnici de utilizare ale unor aparete cu curenti interferențiali

Tehnica de lucru cu aparatelor de curenti interferențiali include manevrele clasice, de rutină, legate de reperarea corectă a regiunii de tratat, alegerea și fixarea electrozilor, alegerea și fixarea frecvenței și a modalității de interferență alese și prescrise, dozarea intensității, durata și numărul ședințelor etc., precum și elemente mai deosebite, legate de caracteristicile și posibilitățile oferite de diferitele modele de aparate.

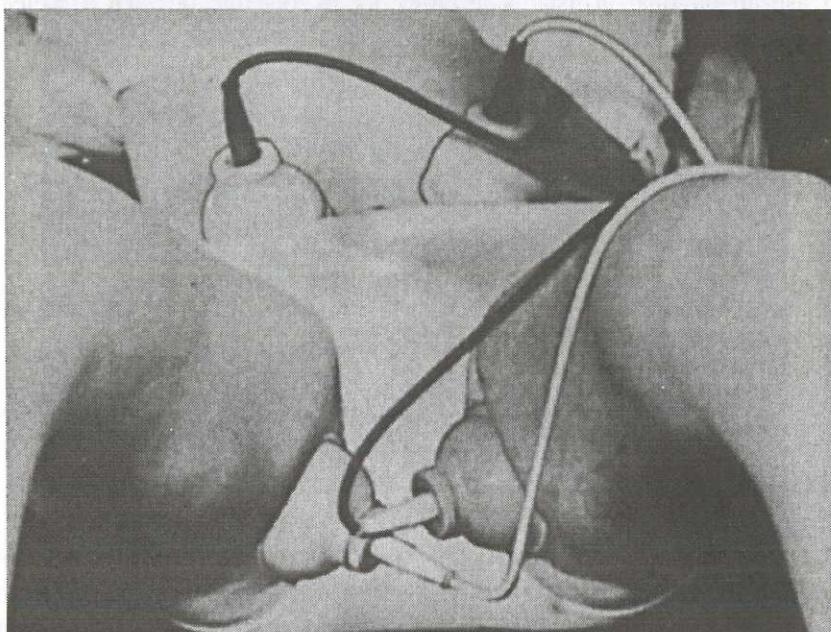


Fig. 171 – Aplicație în afecțiuni ale prostatei.

Tipuri și modele de electrozi utilizați la aplicațiile de curenți interferențiali

a) *Electrozii clasici* sunt în formă de placă, de aceea se mai numesc electrozi „plați”. Ei sunt confectionați din metal sau cauciuc special, metalizat, având dimensiuni diferite, mai frecvent utilizați fiind cei de 50, 100 sau 200 cm². Se introduc în învelișuri de textură sintetică de mărime corespunzătoare, umezită, se atașează la cablurile cordonului quadruplu racordat la aparat printr-o mușă (bucșă), se aplică tetrapolar în perechi de mărimi egale și se plasează în cruce doi câte doi în cupluri de aceeași culoare a cablului, deci se dispun în diagonală față în față. Pentru a nu fi confundate, la toate aparatele, cablurile fiecărui curent electric au aceeași culoare sau simbol (care pot差别 de la aparat la aparat).

Când există indicația de aplicație cu un singur circuit, al doilea circuit se poate „închide” separat prin cuplarea electrozilor în afara pacientului.

Electrozii plați se fixează cel mai bine cu benzi de cauciuc, strânse moderat, fără comprimarea țesuturilor sau în funcție de regiunea tratată, prin apăsarea de către segmentul corporal prin greutatea sa. Nu se recomandă utilizarea săculeștilor cu nisip din cauza deranjării circulației locale prin compresiunea exercitată de acesta.

b) *Electrozi speciali*

În cadrul tehnicii de aplicație statică, în afară de electrozii plați se mai pot utiliza electrozi de diferite tipuri, recomandați în anumite indicații terapeutice.

– *Electrozii punctiformi*: sunt patru electrozi punctiformi cu diametrul de 4 mm, așezați diagonal, la distanță de 7 mm, pentru zone mici de tratat și ca electrozi-testare (fig. 172 și 173).

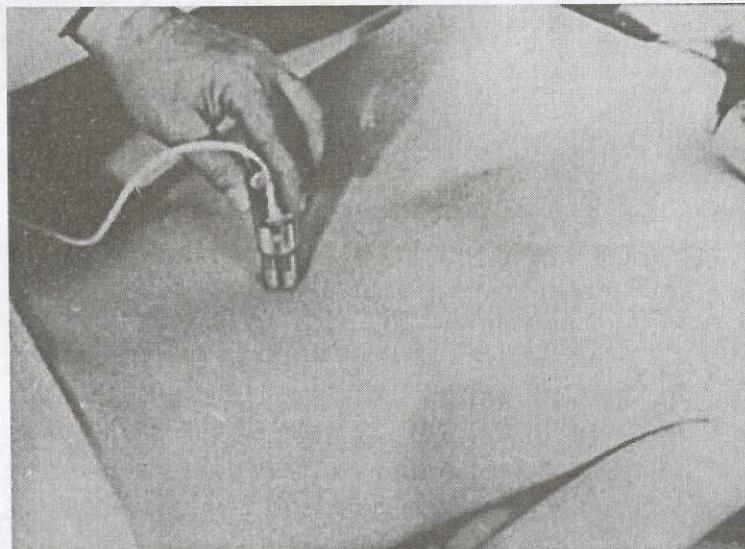


Fig. 172 – Electrozi punctiformi aplicați pentru testare.



Fig. 173 – Electrozi punctiformi aplicati în terapia unei nevralgii supraorbitare.

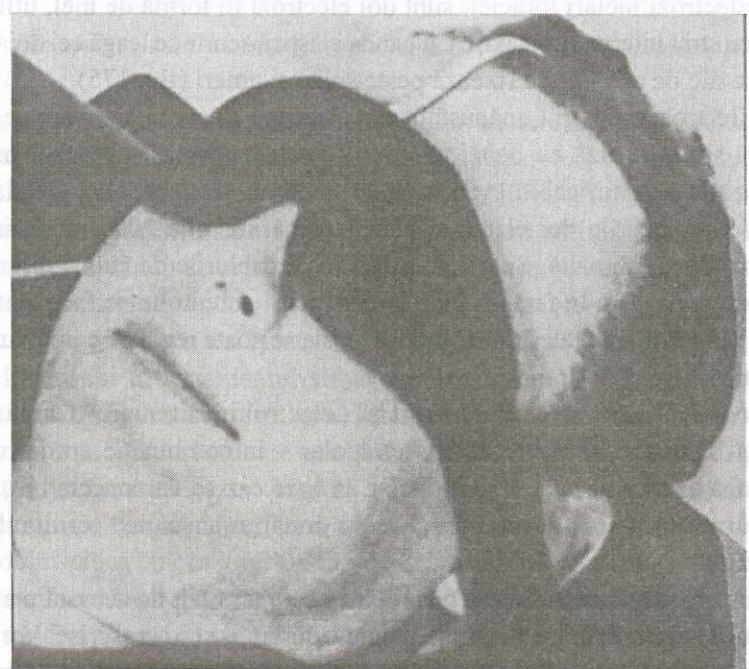


Fig. 174 – Electrozi pentru ochi.

– Electrozii pentru ochi (fig. 174) sunt constituți dintr-o mască oculară cu electrozi applicați deasupra globilor oculari și doi electrozi-pernuță plasați în diagonală peste apofizele mastoide (electrozii „pernuță“ sunt destinați tratării zonelor circumscrise superficiale).

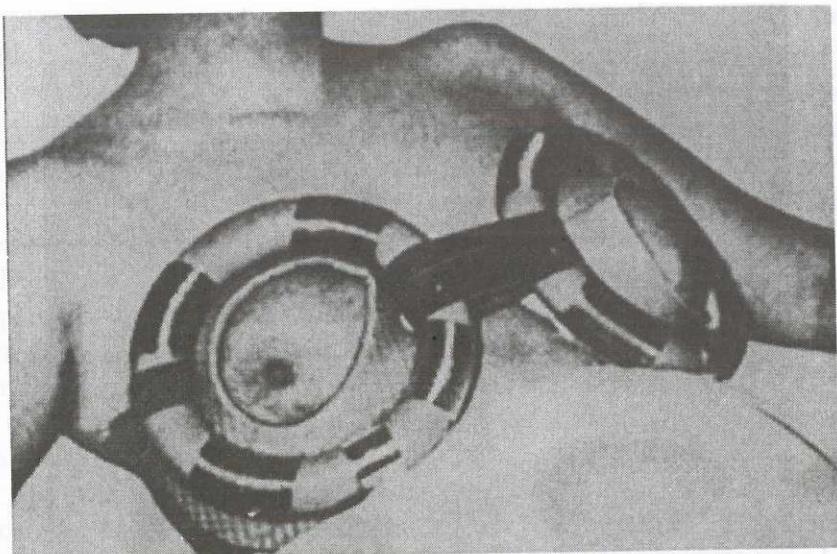


Fig. 175 – Aplicație cu electrozi inelari toracici în stimularea lactației.

– Electrozi inelari toracici: sunt doi electrozi în formă de inel, utilizabili și separat, cu strat intermediar textil. Cu banda elastică scurtă se leagă cei doi electrozi, iar cu benzile de cauciuc se fixează peste spate și umeri (fig. 175).

– Electrozi palmari („mănușă“) sunt electrozi cu suprafață mare ce se aplică pe palmă și se fixează cu benzi de cauciuc sau leucoplast pe dosul mânii. Se racordează la câte un cablu cvadruplu cu două culori deosebite. Celelalte două cabluri se atașează la doi electrozi-placă cu mărimea de 200 cm^2 în înveliș de textură sintetică, umezită. Se aplică astfel încât cablurile de culori diferite să fie dispuse diagonal față în față. Reglarea intensității curentului se face lent de către pacient, până la intensitatea dorită, apoi aceasta se poate regla pe parcursul sedinței de tratament (fig. 176).

Procedeul descris este denumit și „electrokineziterapie“, după cum s-a menționat mai sus. Se poate aplica tetrapolar – în combinație cu doi electrozi-placă, după exemplul citat – sau bipolar, în care caz se va conecta un „adaptor“ între aparat și cablul de racord sau cele două „manșoane“ terminale se vor scurtcircuita.

Indicațiile terapeutice care beneficiază cel mai mult de această metodă sunt contracturile musculare localizate și punctele dureroase circumscrise. Vor fi evitate regiunile hemitoracelui stâng la cei cu tulburări cardiace și funcționale, precum și pacienții cu stimulator cardiac, la care aplicarea metodei este interzisă.

– Electrozi cu 4 câmpuri: o „pernă“ plată (de 17/17 cm) cu 4 electrozi cu suprafață mare, dispusi diagonal – numiți electrozi tetrapolari.

– Electrozi cu două câmpuri: o pernă plate (de 17–9,5 cm) cu câte 2 electrozi mari, aplicabili doar perechi.

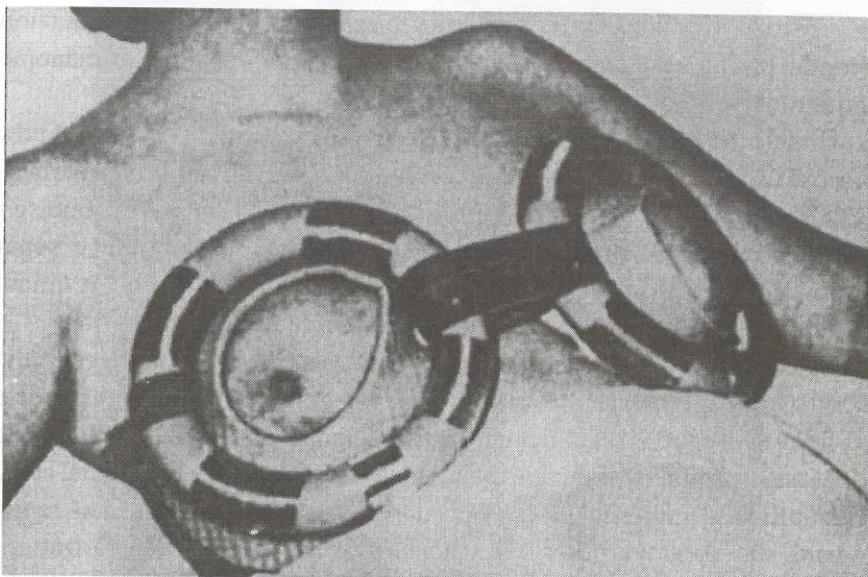


Fig. 176 – Utilizarea electrozilor palmari („mănușă“) în metoda cinetică.

c) *Electrozii cu vid (vacuum) sau „ventuză“.* Tehnica de aplicare și avantajele metodei

Aceștia se atașează la componenta Endovac cu curenți de excitație ce face parte din „combina“ terapeutică reprezentată de aparatele de acest gen (exemplu aparatul vest-german „Nemectodyn-Endovac“). Ei pot fi utilizati separat sau în combinație cu curenții interferențiali, în această ultimă situație, cele două componente cuplându-se prin cablul special cu bucșe pentapolară.

În modalitatea de aplicare combinată Endovac cu Nemectodyn pot fi utilizati doi electrozi-ventuză cu doi electrozi-placă sau 4 electrozi-ventuză cu 4 electrozi-placă (îndeosebi în tratamentul simultan al extremităților); în prima variantă, bolnavul se află în decubit dorsal și se folosește pentru racorduri, în locul cablurilor pentru electrozi, aceeași culoare a cablului cvadruplu pentru electrozii-placă de la Nemectodyn; în acest caz se va avea grijă ca fișele libere ale cablului cvadruplu să nu se atingă; circuitele se formează prin cuplarea culorii identice de la cablul electrodului-placă cu cea a furtunului de la electrodul-ventuză.

La aplicarea a 4 plăci cu ventuze, culorile identice se cuplează în diagonală. În tehnica de aplicare a electrozilor-ventuză se va avea grijă ca:

- bureții de cauciuc introduși în acești electrozi să nu fie prea umeziți (trebuie bine storși) și este interzisă umezirea cu soluții chimice, inclusiv cu clorură de sodiu;
- se regleză întâi un vid complet prin răsucirea comutatorului aeratorului spre dreapta până la refuz pentru a crea o bună aderență la tegument în zonele bombrate sau flaște;

– se reglează subpresiunea realizată sub ventuze prin răsucirea comutatorului aerotorului până la atingerea unei valori în jur de $0,4 \text{ kg/m}^2$ indicată de manometrul aparatului.

Undele de aspirație produse de generatorul de impulsuri din Endovac realizează un masaj tisular de joasă frecvență cu trenuri de impulsuri în trei game diferite și cu intensitate diferită. Cele trei game sunt 15, 30 și 60 impulsuri pe minut și pot fi alese prin acționarea unuia din cele trei butoane separate corespunzătoare. Ele pot fi acționate și concomitent, de exemplu, 30/minut cu 60/minut, în scopul obținerii unei succesiuni mai rapide a impulsurilor.

În condițiile de aplicație concomitentă a curenților interferențiali din componenta Nemectodyn cu masajul prin vid-aspirație obținut prin undele de joasă frecvență, se realizează o augmentare reciprocă a efectelor fiecărei metode.

Masajul profund de aspirație reduce mult rezistența electrică tisulară, crescând conductibilitatea țesuturilor la curenți interferențiali printr-o mai bună repartitie lichidiană sub electrozi, printr-o augmentare de 30 de ori a vascularizației prin capilarele activizate; de asemenea este activizată dinamica circulației limfaticice dintre sistemul limfatic și spațiile intercelulare, sunt îmbunătățite aportul arterial de materii nutritive și eliminarea pe cale venoasă a produselor de dezasimilație, sunt reglate reflex elementele sistemului nervos vegetativ local, este accentuat transferul ionic între spațiul intra- și extracelular.

Efectul vasodilatator și trofic al curentului de interferență crește la rândul său efectele pulsațiilor produse de vid. Utilizarea combinată a celor două forme de terapie permite și reducerea duratei ședinței de tratament.

Ca indicații terapeutice la metoda combinată pot fi reținute aproape toate afecțiunile indicate terapiei de joasă frecvență, precum și cele indicate masajului manual. Contraindicațiile sunt reprezentate de procesele inflamatorii acute și zonele cu pericol de sângerare certă sau acută (fig. 177).

Frecvența fixată în aplicația terapeutică va fi în funcție de scopurile terapeutice urmărite, descrise în subcapitolele precedente.

Intensitatea curentului. Se va avea grijă ca intensitatea curentului să fie crescută progresiv și la sfârșitul ședinței să fie redusă de asemenea progresiv, prin manevrarea lentă a potențiometrelor corespunzătoare (distinct pentru cele două circuite la unele modele de aparate – tip Nemectodyne, Multidyne sau la un potențiometru comun pentru cele două circuite, ca la Nemectodyn 8, Interfrem, Diafrem).

Pacientul sesizează de regulă o senzație de „furnicătură“ puternică, dar bine tolerată, plăcută. Dozarea va fi la intensitate joasă sau medie. La frecvențe mai mari (în jur de 100 Hz constant sau 90–100 Hz variabil-ritmic) sunt suportate intensități mai mari ale curentului decât la joasă frecvență, totuși intensitatea curentului nu va fi dozată la valori prea mari pentru a se evita instalarea unei

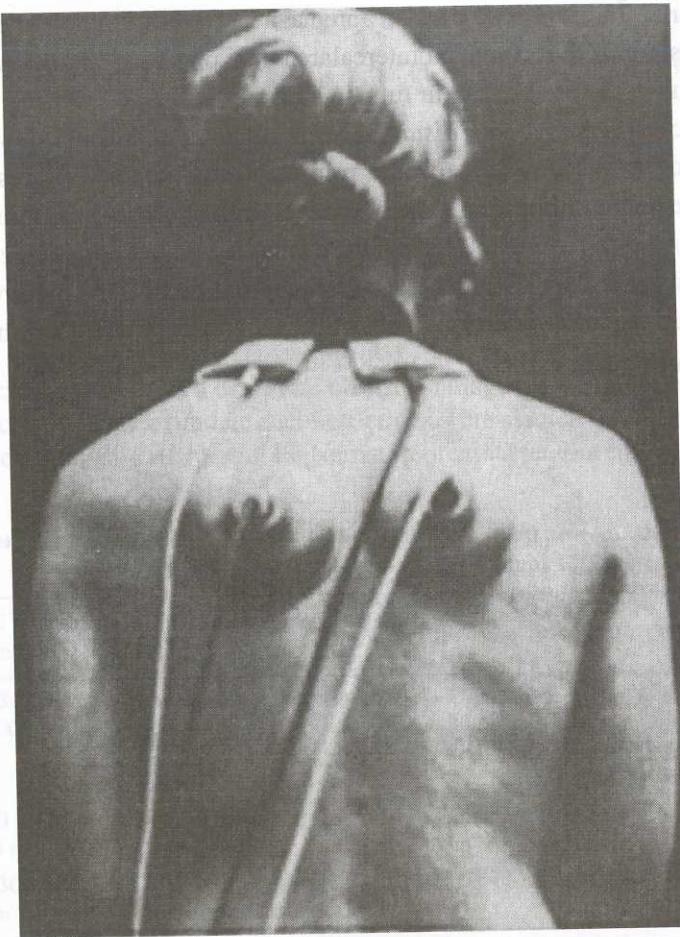


Fig. 177 – Aplicație combinată de electrozi placă cu electrozi ventuză.

contractii tetanice. Nu are importanță dacă senzația de curent slăbește în timpul ședinței, ca la aplicațiile de joasă frecvență.

În cazul gimnasticiei musculare electrice („electrokinezia“) se va crește intensitatea curentului până la obținerea contractiei muscularare dorite. Putem să ne ghidăm după principiul că la tipurile de organism vagoton să urmărim dozarea mai mare a efectelor prin prelungirea duratei ședințelor, iar la tipurile simpaticotone, pentru obținerea efectelor scontate, vom putea scurta durata ședințelor de tratament. Dacă intensitatea curentului este dozată la o valoare mai redusă, putem prelungi durata ședinței.

Durata ședințelor. În general, se indică ședințe de 15–20 minute la aplicațiile cu electrozi-placă și dure de 10 minute la aplicațiile cu electrozi-ventuză.

Numărul ședințelor. Este variabil, în funcție de modul cum reacționează pacientul, de afecțiunea tratată și de rezultatele obținute. Pot fi tratate cazuri în care să fie necesare și suficiente 6–8 ședințe și altele la care se ajunge la o serie de

14–16 ședințe. În cazurile la care se apreciază ca necesar un număr mai mare de ședințe (peste 12), se recomandă intercalarea unei pauze de 14 zile. Aplicațiile se pot face zilnic sau tot la 2 zile, în funcție de caz și indicație.

Corecția („egalizarea“) distanței dintre electrozi a cărei rațune și importanță au fost descrise mai sus, se realizează prin manevrarea clapetei corespunzătoare, existentă pe panoul tipurilor de aparate prevăzute cu această posibilitate.

Vectorul interferențial. Când avem de tratat regiuni corporale cu zone afectate în profunzime, la care este necesară combaterea direcțiilor „preferențiale“ ale curentului endogen, vom acționa vectorul interferențial a cărui acțiune a fost de asemenea prezentată mai sus.

CAPITOLUL VI

TERAPIA CU ÎNALTĂ FRECVENTĂ

VI.1. DEFINIȚIE. CLASIFICARE

Aplicarea terapeutică a câmpului electric și magnetic de înaltă frecvență și a undelor electromagnetice (undele decimetrice de 69 cm și microundele de 12,25 cm) cu frecvențe peste 300 kHz (pragul lui Nernst) reprezintă terapia cu înaltă frecvență.

Tabelul 4

Clasificarea după domeniile de frecvență, lungimea de undă și procedurile terapeutice de înaltă frecvență folosite în etapa actuală (după H. Edel)

Frecvența și lungimea de undă	Denumirea gamelor de înaltă frecvență	Procedura terapeutică
300 kHz – 3 MHz $\lambda = 100\text{--}1\,000\text{ m}$	Unde hectometrice sau unde medii	– Ultrasunete 800 kHz = 1,87 mm; – Diatermia până la 3 MHz $\lambda = 100\text{ m}$. Nu se mai folosește
3 MHz – 30 MHz $\lambda = 10\text{--}100\text{ m}$	Unde decametrice sau unde scurte (HF)	Tratament cu unde scurte (US), cu $N = 27,12\text{ MHz}$ și $\lambda = 11,06\text{ m}$
30 MHz – 300 MHz $\lambda = 1\text{--}10\text{ m}$	Unde metrice sau unde ultrascurte (VHF)	Nu se utilizează în terapeutică
300 MHz – 3 GHz $\lambda = 10\text{--}100\text{ cm}$	Unde decimetrice (UHF)	Tratament cu unde decimetrice de 69 cm (434 MHz) și tratament cu microunde de 12,25 cm (2 450 MHz)
3 GHz – 30 GHz $\lambda = 1\text{--}10\text{ cm}$	Unde centimetrice (SHF)	–
30 GHz – 300 GHz $\lambda = 1\text{--}10\text{ mm}$	Unde milimetrice (EHF)	–

VI.2. MODUL DE PRODUCERE A CURENȚILOR DE ÎNALTĂ FRECVENTĂ ÎN SCOP TERAPEUTIC

La baza primelor aparate de înaltă frecvență stă circuitul oscilant în care s-a introdus un „scânteietor” („eclator”) (fig. 178). Componentele principale ale circuitului sunt bobina (L) și condensatorul (C). Prințipiu de funcționare a circuitului oscilant se bazează pe fenomenul de descărcare a condensatorului, atunci când diferența de potențial dintre armăturile condensatorului învinge rezistența

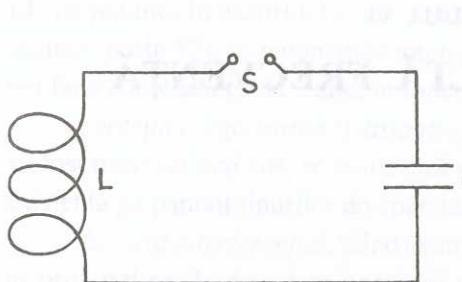
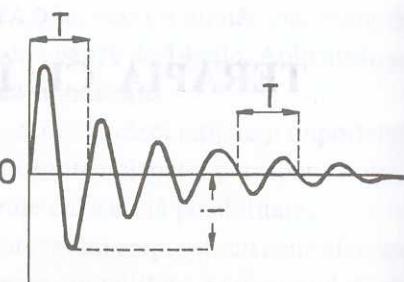


Fig. 178 – Schema unui circuit oscilant.

Fig. 179 – Unde electromagnetice amortizate:
T – perioada (este constantă); I – intensitatea
în descreștere.

stratului de aer existent între ele. Scânteia apărută la nivelul scânteietorului (de fapt un „buchet” de scântei) străbate dielectricul în ambele sensuri, într-o durată extrem de scurtă (milionimi de secundă). Bobina din circuit reîncarcă condensatorul prin autoinducție, în sens invers decât a fost în clipa producerei primei scântei. Prin descărcările succesive într-un sens și altul, intensitatea curentului scade până la zero, deci undele produse vor avea amplitudini din ce în ce mai reduse, amortizându-se (fig. 179). Undele amortizate au aceeași lungime de undă pe tot parcursul lor după un tren de unde amortizate, circa 16–20 oscilații la fiecare descărcare a condensatorului, urmează o pauză de circa 500 de ori mai lungă, timp în care are loc reîncărcarea condensatorului până la limita lui superioară. În această clipă apare scânteia și se formează un nou tren de unde amortizate. Acest sistem de producere a curentilor de înaltă frecvență era întâlnit la aparatele de *d'arsonvalizare*, care debitau curent cu unde lungi (2 000–600 m).

Introducerea în circuit a unui număr mai mare de scânteietori (eclatori), a făcut posibilă creșterea numărului trenurilor de unde amortizate proporțional cu numărul eclatorilor introdusi. S-a ajuns astfel la 20 de eclatori în circuitul unui aparat. Asemenea aparate furnizau curenti de înaltă frecvență cu unde medii de 600–150 m (diatermia cu um care astăzi nu se mai utilizează în terapeutică).

Înlocuirea eclatorilor cu tuburi electronice cu 3 electrozi (triode) a schimbat în mod esențial caracteristicile undelor de înaltă frecvență. Oscilațiile obținute prin intermediul triodelor au un caracter întreținut (amplitudini egale), un flux continuu (fără pauze) și o frecvență considerabil crescută (fig. 180, 181). Se obțin astfel frecvențe cuprinse între 10 și 100 MHz, cu lungimi de undă „scurte” care au cea mai mare importanță și aplicabilitate în acest domeniu terapeutic, datorită efectelor fiziológice și terapeutice, precum și a ușurinței în aplicare.

Introducerea și utilizarea ulterioară a magnetronului în locul triodelor au dus la obținerea de unde cu λ și mai scurtă, undele decimetrice și microunde (vezi tabelul).

Generatorul de microunde se compune dintr-un post de alimentare cu energie electrică, un magnetron și piese intermediare.

Postul de alimentare este compus dintr-un sistem de transformare care este racordat la rețea și debitează un curent de peste 1 000 volți necesar pentru magnetron. Transformatorul principal mai debitează curent electric de tensiuni mai joase, necesar pentru unele dispozitive din aparat.

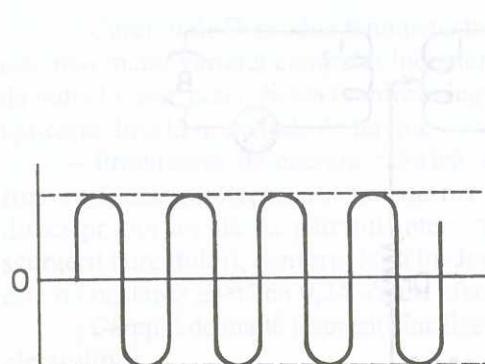


Fig. 180 – Unde electromagnetice întreținute.

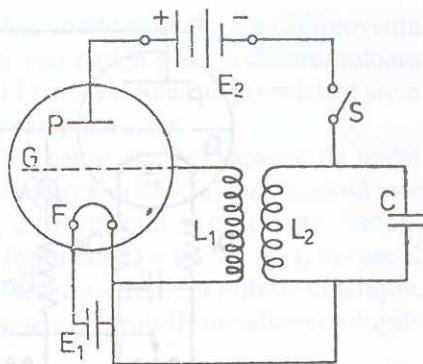


Fig. 181 – Schema de principiu a circuitului oscilant cu lampă.

Magnetronul constituie partea cea mai importantă a generatorului. Este un tub electronic special, cu catodul cilindric situat central, înconjurat de anod, în care intensitatea și direcția curentului de electroni între catod și anod sunt comandate de un câmp magnetic ale cărui linii de forță sunt perpendiculare pe direcția traiectoriilor electronilor. În interiorul magnetronului este vid. Celelalte elemente ale aparatelor sunt reprezentate de o antenă emițătoare, un reflector-localizator de unde, un cablu flexibil blindat care transportă curentul de înaltă tensiune între transformatoare și magnetron și un braț cu articulații mobile care susține emițătorul.

Aceste aparate furnizează impulsurile de IF în regim continuu. Trebuie să menționăm că generatoarele de înaltă frecvență funcționează pe aceleași lungimi de undă cu rețeaua de radiofonie, putând astfel perturba receptia aparatelor radio. Pentru evitarea acestor inconveniente, la convenția din 1947 de la Atlantic City s-a hotărât pe plan internațional ca aparatelor de terapie cu unde scurte să fie fabricate numai pe anumite game de lungimi de undă și anume 22,12 m, 11,06 m și 7,32 m. Lungimea de undă este o constantă a fiecărui aparat în parte. Majoritatea aparatelor de terapie cu unde scurte fabricate și utilizate în ultimele 2–3 decenii în Europa furnizează curenti cu lungimea de undă de 11,06 m (corespunzătoare frecvenței de 27,12 MHz); menționăm că în gama de lungimi de undă între 7 și 22 m nu există diferențe ale efectelor fiziologice produse.

VI.3. APARATELE DE UNDE SCURTE

Precizăm mai întâi că înalta frecvență cu unde „lungi“ (*d'arsonvalizarea*) și cu unde „medii“ (diatermia) nu se mai utilizează în terapie. Ca atare, nu considerăm necesară descrierea structurii aparatelor care generau aceste game de lungimi de undă.

Aparate de unde scurte cuprind un circuit generator și un circuit rezonator. În schema circuitului generator intră: (fig. 182) un transformator, trioda, un condensator de blocare, mai multe bobine de soc, o rezistență mare de încărcare, miliampmetrul și potentiometrul corespunzător.

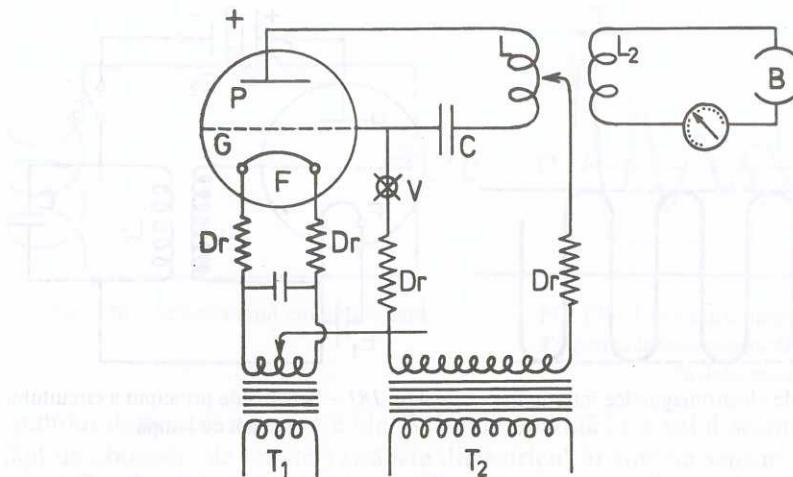


Fig. 182 – Schema de principiu a unui aparat de unde scurte.

Circuitul rezonator (al bolnavului) cuprinde selful de inducție, condensatorul variabil, bornele aparatului și electrozii. În acest circuit este introdus pacientul, care va reprezenta o capacitate care variază după rezistența electrică a regiunii corporale tratate, el făcând parte din circuitul integrant. „Intrarea în rezonanță” cu circuitul generator se apreciază cu ajutorul unei lămpi de control al acordului.

Dacă modelele vechi ale aparatelor de unde scurte erau înzestrărate cu un panou de comandă mai complicat (Joulemetru pentru acord, ampermetru termic, schimbător de scală pentru intensitate), aparatelor moderne, având asigurată acordarea automată a celor două circuite și comutator comun pentru pornire și reglarea intensității necesită o manevrare simplificată. Astfel de modele, realizate de firme producătoare din multe țări (RDG – TUR KW 4–1, RFG – Ultratherm, Recotherm și.a. Polonia – Diamat G) sunt de mai multă vreme în dotarea și exploatarea rețelei de specialitate.

Electrozii utilizați în procedurile cu unde scurte sunt descriși la prezentarea metodelor de aplicare ale acestora.

VI.4. PROPRIETĂȚILE FIZICE ALE CURENȚILOR DE ÎNALȚĂ FRECVENTĂ

Curenții de înaltă frecvență au o serie de caracteristici care le imprimă deosebiri nete față de curenții galvanici și de cei cu frecvențe joase:

– Frecvență foarte mare (peste 100 000 Hz), se exprimă în kilohertzi (1 kHz = 1 000 Hz), megahertzi (1 MHz = 1 000 kHz) și gigahertzi (1 GHz = 1 000 MHz), lungimea lor de undă descrescând de la hectometri la metri, decimetri, centimetri.

– Curenții de înaltă frecvență produc fenomene importante capacitive, putând străbate cu ușurință capacitați pe care curenții de joasă frecvență nu le pot străbate. Astfel, ei traversează condensatorii, putând să acționeze în circuit deschis.

– Curenții de IF produc fenomene inductive foarte marcate. Cu cât frecvența este mai mare, variația câmpului inductor este mai rapidă și forța electromotoare de inducție este mai ridicată (conform legii lui Faraday). Această proprietate are o aplicație directă în metoda de terapie cu us în câmp inductor.

– Producerea de energie calorică. Într-un câmp electromagnetic de înaltă frecvență, energia electrică se transformă în energie calorică. Căldura produsă este direct proporțională cu pătratul intensității, cu rezistența și cu durata (timpul scurgerii curentului), conform legii lui Joule, formulate $Q = K \cdot I^2 \cdot R \cdot t$, în care K este o constantă egală cu 0,24. Acest efect calorific este frecvent utilizat în terapie.

– Câmpul de înaltă frecvență încălzește puternic corpurile metalice și soluțiile electrolitice.

– În mediile metalice omogene, cu rezistență mică – cum ar fi conductorii metalici – curențul de IF se propagă la suprafață, fenomen denumit efect „pelicular“.

– Curenții de IF traversează cu dificultate obstacolul reprezentat de impedanța unei bobine.

– Propagarea curenților de IF într-un mediu heterogen nu urmează legile valabile pentru curențul continuu.

– Curenții de IF transmit în mediul înconjurător, la distanțe foarte mari, unde electromagnetice de aceeași frecvență cu curențul care le-a generat. Fenomenul stă la baza radiofoniei, radiolocației și televiziunii.

VI.5. UNDELE SCURTE

VI.5.1. PROPRIETĂȚILE FIZIOLOGICE ALE UNDELOR SCURTE

VI.5.1.1. PARTICULARITĂȚILE CURENȚILOR DE ÎNALȚĂ FRECVENȚĂ ȘI PRINCIPALELE ACȚIUNI BIOLOGICE ȘI FIZIOLOGICE ALE ACESTORA

– Nu au acțiune electrolitică și electrochimică (cu excepția înaltei frecvențe redresate, furnizate de exemplu de aparatul cu curenți analgici utilizat mai demult în terapie); în consecință, nu produc fenomene de polarizare.

– Nu provoacă excitație neuromusculară; la frecvență înaltă, durata stimулului fiind foarte scurtă – sub 0,01 ms – nu poate provoca excitația structurilor nervoase.

– Au efecte calorice de profunzime fără a produce leziuni cutanate; datorită acestor caracteristici principale, curenții de IF sunt utilizați în procedurile de termoterapie cu acțiune profundă. Notăm că primul care a aplicat undele scurte în terapie a fost germanul Schliephake la Giessen în anul 1928.

Penetrația lor tisulară și efectul calorific depind în primul rând de frecvența curenților (ea crește odată cu creșterea frecvenței), de constantele electrice și particularitățile histobiochimice ale structurilor tisulare străbătute, de metodologia de aplicație și distanțele electrozilor (proiectorilor) față de suprafața corporală tratată.

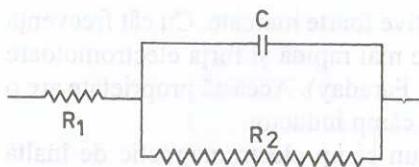


Fig. 183 – Comportamentul ţesuturilor ca un conductor complex (schema lui Philipson).

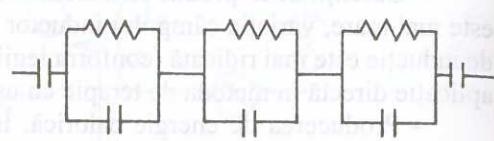


Fig. 184 – Comportamentul tegumentului ca o combinaţie de capacitate şi rezistenţe.

Ţesuturile se comportă ca un conductor complex format din rezistenţe (R) şi capacitate (C) (fig. 183). Cu cât frecvenţa curenţilor aplicaţi este mai mică (spre curentul continuu), rezistenţa tisulară (şi cutanată) faţă de curent este mai mare. Dimpotrivă, cu cât frecvenţa curentului este mai mare, ţesuturile se comportă ca o capacitate, curentul trecând prin tegument fără să-l încâlzească. În domeniul înaltei frecvenţe, curenţii cu lungime de undă mai mare (100–1 000 m – unde hectometrice sau „medii“ aparținând diatermiei) au un mod de propagare tisulară preferenţial prin conducţie (evitând structurile mai rezistente, precum pielea, pe care totuşi o încălzesc relativ prin degajarea unei cantităţi mai mari de curent), în timp ce curenţii cu lungime de undă mai mică, precum undele decametrice sau „scurte“ (10–100 m) acţionează mai ales „capacitiv“ (străbătând mai uşor straturile mai rău conducătoare), încălzind mai mult ţesutul subcutanat, fenomen marcat la nivelul ţesutului celulo-adipos.

Însuşi tegumentul se comportă ca o combinaţie de capacitate (C) şi rezistenţe (R), dispuse în paralel (fig. 184). Stratul cornos al pielii reprezintă un „excelent izolant“ (Dumoulin), penetraţia curentului având loc prin vase şi canalele sudoripare; spre deosebire de comportarea în faţa curentului continuu, la care rezistenţa cutanată este crescută, aceasta scade net la aplicaţiile curenţilor de IF de la 5 000 ohmi la 50 ohmi.

Mai trebuie să menţionăm şi următoarele situaţii particulare ce influenţează transferul şi acumularea de energie calorică:

- distanţarea electrozilor faţă de tegument (suprafaţa corporală) are ca urmare un efect mai profund crescând intervenţia acţiunii „capacitive“;

- când tegumentul este umed (în caz de transpiraţie de exemplu), rezistenţa lui scade şi temperatura cutanată creşte prin intervenţia fenomenului de conducţie; fenomenul nu se produce când electrozii sunt distanţaţi faţă de tegument. Ţesuturile subcutanate reacţionează la curenţii de IF ca un „electrolit central“: impedanţa tegumentului la curenţii de IF este mai redusă, astfel că energia calorică se acumulează mai mult sub tegument.

VI.5.1.1.1. Modul de acţiune în intimitatea tisulară

Prin cercetările efectuate s-a încercat a se explica modul de acţiune a curenţilor de IF asupra ţesuturilor. Cele mai acceptate ipoteze susţin că procesele bioelectrice care se petrec în dielectricul tisular sunt tributare teoriei „dielectricului neomogen“ (Maxwell-Wagner) şi teoriei „dipolului“ (Debye).

În zona undelor scurte, decametrice ($\lambda = 11,06$ m), acțiunea acestora s-ar explica prin dispersia de tip Maxwell-Wagner la nivelul elementelor structurilor tisulare.

Țesuturile sunt alcătuite din lichide bune conducătoare electric, delimitate de membrane (și alte elemente structurale) rău conducătoare. Această structură le conferă caracterul de „circuite electrice neomogene“ stratificate complex, atât macroscopic, cât și microscopic.

În aceste medii stratificate, ar apărea curenți de conducere și de deplasare concomitenți; la nivelul suprafețelor de delimitare dintre diferitele straturi tisulare se realizează potențiale electrice.

Curentul de înaltă frecvență trece prin ser ca și curent de conductie (dezvoltând energie termică), iar prin membrane, ca un curent de deplasare, cu consum redus de energie și fără efect calorice. În mediul sanguin, hematiile se comportă ca legături în serie a către doi condensatori în care mediul intracelular este bun conducător, iar membrana celulară are caracter izolant cu rezistență ohmică. La trecerea curentului, rezistența ohmică se transformă în căldură, conform legii lui Joule.

Teoria „dipolului“ se aplică în cazul aplicațiilor de microunde, pe care le vom dezvolta mai departe.

VI.5.1.1.2. Acțiunea fiziologică a efectului calorice

a) Asupra metabolismului: crește necesarul de oxigen și de substrat nutritiv tisular, crește catabolismul. Dozele aflate în limite normale stimulează metabolismul în zonele tratate.

b) Asupra circulației: cercetări reografice au demonstrat la subiecții cu sau fără tulburări circulatorii o activare vizibilă a circulației (hiperemie activă), prin acțiune directă locală, prin acțiune reflexă (eliberație de substanțe vasoactive) și prin vasodilatație generală având ca efect secundar, o scădere a tensiunii arteriale (în aplicațiile generale).

c) Asupra sistemului nervos:

– La nivelul sistemului nervos central (prin aplicații asupra regiunii cefalice) are un efect sedativ.

– La nivelul sistemului nervos periferic – în regim de dozare corectă – crește excitabilitatea, viteza de conducere, scade reobaza și scurtează cronică; acest efect se pare că este influențat și de durata aplicațiilor (se manifestă mai ales la cele de durată mai scurtă).

d) Asupra musculaturii: scade tonusul muscular, relaxând antagoniștii; în aplicațiile locale se explică prin îmbunătățirea circulației locale, iar în aplicațiile asupra extremității cefalice prin acțiune asupra hipotalamusului.

Se mai susține un efect de creștere a capacitatii imunologice a organismului, precum și acțiune asupra glandelor endocrine încă neelucidată.

Efectul terapeutic derivat din acțiunea căldurii

1. Hiperemizant;
2. Analgetic;
3. Miorelaxant-antispastic;
4. Activarea metabolismului.

VI.5.2. MODALITĂȚI DE APLICARE ALE UNDELOR SCURTE

Este cea mai veche procedură din domeniul terapiei cu curenți de înaltă frecvență și, totodată, una din cele mai răspândite. La această formă de terapie se produce o endotermie (căldura se formează în interiorul țesuturilor organismului), spre deosebire de alte metode și proceduri terapeutice la care căldura este adusă corpului din mediul extern (utilizarea razelor infraroșii, băile calde, cataplasmele calde, împachetările, băile cu aer Cald, și cu aburi etc.).

Diferența constă în principal în faptul că în timp ce curenții de IF produc o încălzire tisulară profundă nemijlocită, aportul calorice al celorlalte procedee (care acționează ca stimuli termici) este adus prin intermediul învelișului corporal constituit de tegument, condiție în care încălzirea straturilor și zonelor mai profunde se produce pe calea reflexului cutivisceral; de asemenea, aplicațiile terapeutice cu înaltă frecvență au un efect remanent (de durată mai lungă), spre deosebire de celelalte metode fizioterapeutice citate, în sensul că temperatura corpului rămâne ridicată timp de 48–72 de ore după procedură. Aceste posibilități și mijloace de tratament fizical nu se înlocuiesc una pe cealaltă, ci se aleg în funcție de verigile fiziopatologice vizate și de scopul terapeutic urmărit.

VI.5.2.1. METODA ÎN CÂMP CONDENSATOR

A fost introdusă în terapie în 1928 de Shliephake și Esau. Presupune un circuit generator constituit de aparatul de unde scurte utilizat și un circuit rezonator realizat de electrozi în „câmpul“ cărora este introdus pacientul.

Regiunea tratată se află în interiorul câmpului condensator reprezentat de electrozi și formează împreună cu materialul izolant ce-l separă de electrod (aerul) un dielectric care prezintă o pierdere de energie de tip ohmic (fig. 185).



Fig. 185 – Aplicație terapeutică în câmp condensator.

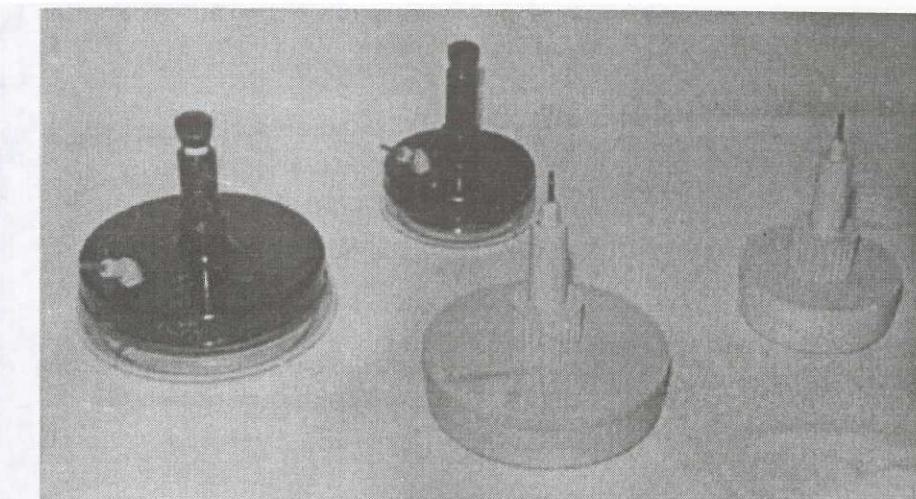


Fig. 186 – Electrozi de tip Schliephake.

În acest dielectric, sub influența curentului alternativ de înaltă frecvență are loc un schimb periodic de sarcini electrice (curent de deplasare), echivalent al curentului alternativ din conductor (curent de conducție). Curentul de deplasare „înlătură“ dielectricul și în interiorul acestuia, se transformă în căldură.

Echilibrarea rezonanței între circuitul generator (cuprindând tuburi electrice) și cel rezonator (constituit de dielectric) se face cu ajutorul unui condensator variabil care la aparatelor moderne funcționează automat.

Din relația complementară dintre curentul de conducție și curentul de deplasare rezultă că electrozii nu trebuie neapărat fixați la suprafața corpului. S-a demonstrat că la o oarecare distanță (cca 2–4 cm), încălzirea regiunii respective este uniformă și încălzirea superficială a pielii este evitată.

Pentru aplicațiile în câmp condensator se utilizează electrozi de tip Schliephake, care constau în plăci metalice rotunde izolate într-o capsulă de sticlă sau de material plastic de diferite dimensiuni, având diametrul de 40, 85, 130 sau 170 mm, numiți și electrozi „rigizi“. Distanța plăcilor față de tegument poate fi reglată, astfel încât la aplicare, permite o distanță de circa 3 cm față de tegument (fig. 185 și 186).

Electrozii plăti sau „flexibili“ sunt confectionați din cauciuc, având diferite dimensiuni (8–14 cm, 10/16 cm, 12/18 cm, 14/20 cm, 18/27 cm etc.), fiind încorporați în pâslă învelită în pânză albă sau alte materiale ușor lavabile. Aceștia se aplică direct pe corpul pacientului și sunt utilizati în cazurile în care dorim să tratăm afecțiuni cu zone corporale plane sau pacienți imobilizați la pat (fig. 187).

Mărimea electrozilor, atât a celor rigizi, cât și a celor flexibili, nu reprezintă dimensiuni standardizate, ci variază în funcție de fabrica producătoare. În principiu ei pot fi desemnați ca electrozi mici, mijlocii și mari.

ACTIONEA undelor scurte asupra țesuturilor depinde de natura lor diferită, care le imprimă constante dielectrice și rezistențe specifice deosebite, precum și de distanța electrozilor față de suprafața corporală.

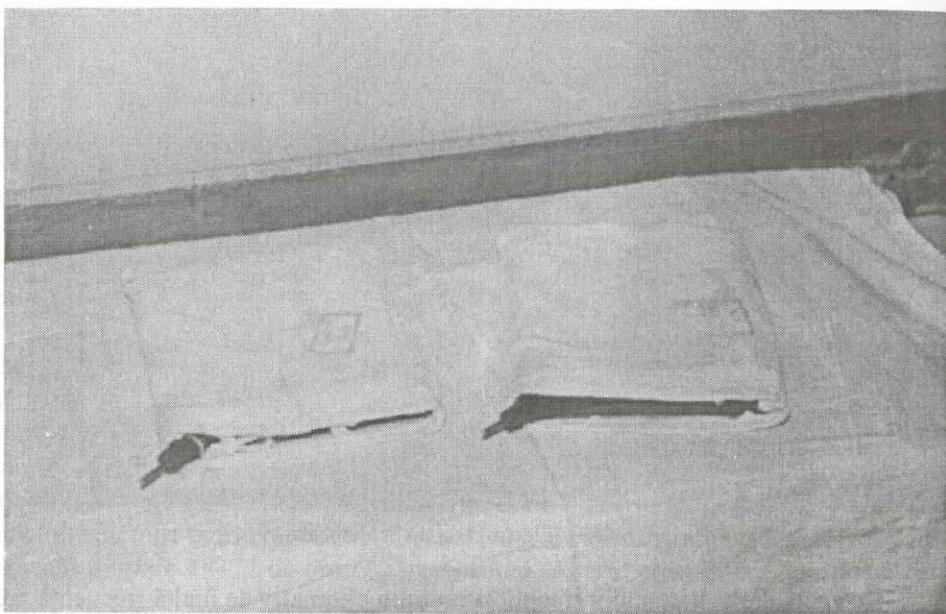


Fig. 187 – Electrozi plați sau „flexibili“.

Țesuturile bogate în apă și proteine (20 g%), cum sunt mușchii și organele interne, au o rezistență mai mică decât țesutul gras și măduva osoasă. Prin mușchi și organele interne, care au o constantă dielectrică mare, energia de înaltă frecvență trece ca un curent de deplasare, fără a produce căldură. Țesutul gras, fiind „rău conducător electric“, având o rezistență electrică de zece ori mai mare, se încălzește mult mai puternic. Coeficientul de încălzire pe unitatea de volum de țesut gras față de același volum de țesut muscular este totdeauna în raport de 10/1 la metoda de aplicare în câmp condensator.

Pe măsură ce frecvența curentului aplicat crește, se remarcă o tendință de scădere a rezistenței electrice, fenomen valabil pentru ambele grupe de țesuturi: bune și rău conducătoare.

Dacă dorim încălzirea profundă a țesuturilor și evitarea încălzirii straturilor cu țesut gras la aplicațiile cu unde scurte, trebuie să mărim distanța dintre electrozi și suprafața corporală. Prin creșterea distanței dintre electrozi și tegument creăm posibilitatea omogenizării parțiale a câmpului electric, precum și a încălzirii țesuturilor, inclusiv a celor din profunzime.

Micșorarea distanței dintre electrozi și suprafața corporală duce la o încălzire mai mare în suprafață, urmărită numai în unele cazuri, prezentând procese patologice superficiale.

În concluzie: tegumentul și țesutul gras subcutanat prezintă tendință de încălzire mai puternică decât țesutul muscular subiacent; aplicațiile în câmp condensator reprezintă o metodă adecvată pentru obținerea unei încălziri de profunzime – dacă se respectă regula distanței (3–4 cm).

VI.5.2.2. METODA ÎN CÂMP INDUCTOR

A fost studiată din anul 1934 de Harrimann, Holmquist, Osborne și Kowarschik. La această metodă, energia este transmisă regiunii tratate printr-un cablu de inducție, de unde și denumirea sa.

În tehnica de lucru a acestei metode se pot utiliza mai multe tipuri de electrozi:

- cablu înfășurat în spirală circulară și amplasat într-un înveliș de electrozi;
- cablu înfășurat în spirală circulară și amplasat într-un înveliș de pâslă, utilizat în aplicațiile pe suprafețe plane mari (dorsal, lombar);

– cablu înfășurat în spirale în jurul regiunii tratate: membrele, o parte a corpului sau întregul corp; acesta este electrodul solenoid, având o lungime de 1,5–3 m (fig. 188);

– electrod „diplodă” cuprinde două cabluri-bobină dispuse în două planuri ce formează un diedru (cu articulația ce-i permite mobilitate cu înclinații variabile după regiunea tratată);

– electrozi de tip monodă (cu diametrul de 14–15 cm) sau minodă (cu diametrul de 5,5 cm), la care cablul-bobină este amplasat în carcase rotunde din material plastic (fig. 189).

În această metodă, câmpul electric realizat de bobină produce o inducție electromagnetică transmisă segmentului corporal tratat, în care induce o forță electromagnetică ce dă naștere la curenti turbionari cu deplasare circulară (curenții Foucault care se transformă în căldură prin efect Joule). Încălzirea este mai puternică acolo unde câmpul magnetic este mai exprimat.

Față de aplicațiile în câmp condensator, această metodă realizează o încălzire profundă mai eficientă la nivelul țesutului muscular, ajungându-se până la un raport de 1/1 față de încălzirea țesutului gras, în cazurile când stratul adipos suprapiacent nu depășește 3–4 cm grosime.

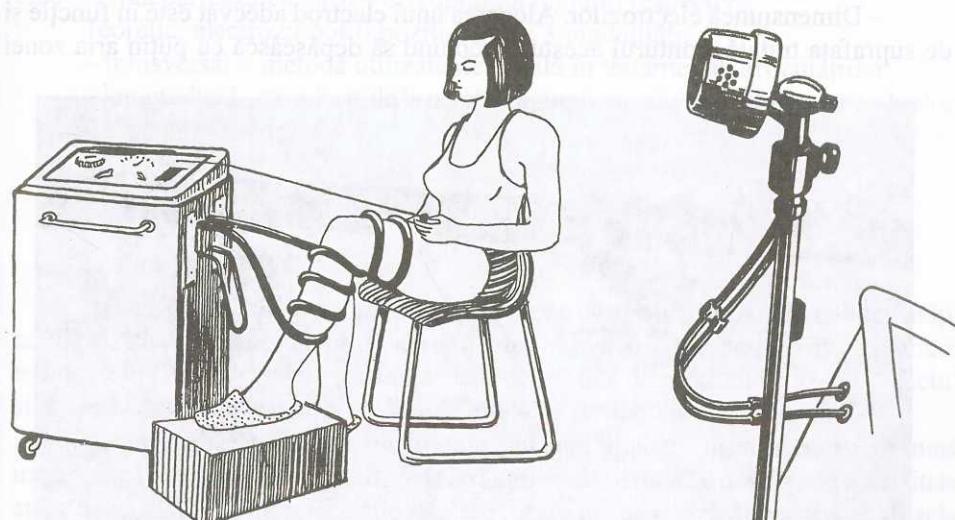


Fig. 188 – Înfășurarea unui cablu inductor pe membrul inferior.

Fig. 189 – Monodă.

Mai cităm ca o altă formă posibilă de utilizare a câmpului inductor, metoda de supraîncălzire a corpului în cabine hipertermice tip „pirostat“, care sunt însă folosite mai rar, în favoarea altor metode fizicale ce urmăresc încălzirea generală a corpului (băi de lumină, băi de aer cald etc.).

VI.5.3. TEHNICA ȘI METODOLOGIA TERAPIEI CU UNDE SCURTE

Alegerea și aplicarea uneia din metodele de terapie cu unde scurte, în câmp condensator sau în câmp inductor, va fi bineînțeles, în funcție de dotarea cu aparatua corespunzătoare a secțiilor și serviciilor de fizioterapie, precum și de scopul terapeutic urmărit, câmpul condensator având un efect mai mare de profunzime și prezentând, de asemenea, posibilitatea și indicația de tratare a zonelor situate simetric.

VI.5.3.1. ALEGAREA ȘI UTILIZAREA ELECTROZILOR

Metodologia, efectele și rezultatele aplicațiilor de unde scurte sunt legate de o serie întreagă de elemente ce țin de electrozii folosiți și anume:

- Tipul și natura electrozilor. Putem utiliza electrozi încapsulați tip Schliephake („rigizi“) sau plăti („flexibili“); ținem cont de faptul că electrozii flexibili încălzesc mai superficial decât cei rigizi și că pot fi utilizați pentru suprafețe corporale plane; cablu de inducție plan sau solenoid, în funcție de forma regiunii corporale tratate; aplicații „monopolare“ cu diploidă, monodă sau minodă; electrozi speciali, de anumite forme, destinați aplicației în anumite regiuni, de exemplu electrodul axilar, electrodul vaginal (fig. 190).

- Dimensiunea electrozilor. Alegerea unui electrod adecvat este în funcție și de suprafața tratată, conturul acestuia trebuind să depășească cu puțin aria zonei

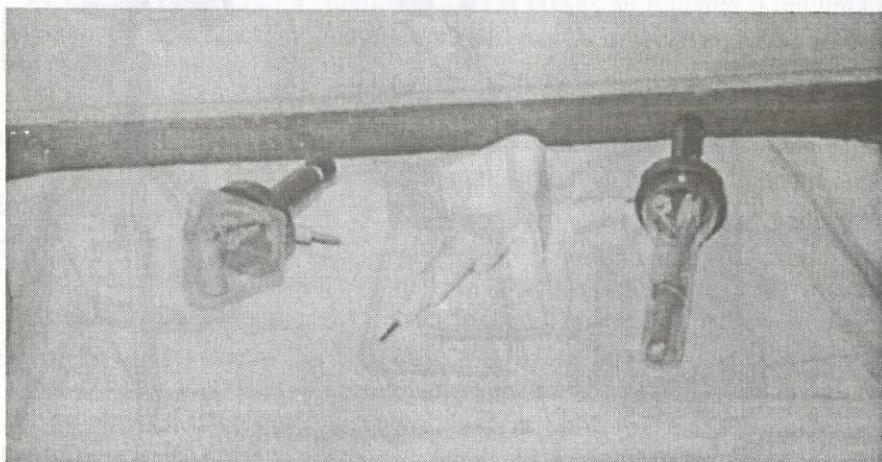


Fig. 190 – Electrozi axilari și electrod vaginal.

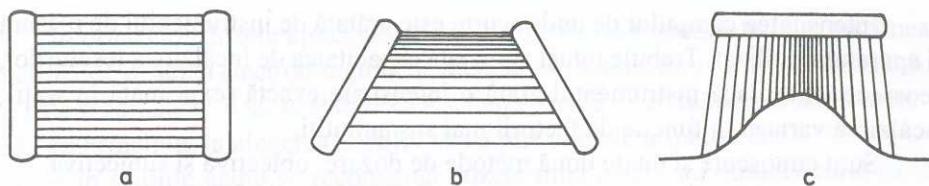


Fig. 191 – Poziționarea electrozilor rigizi: a – aplicație corectă; b – „efect de oblicitate“; c – „efect de vârf“.

afectate. De exemplu, pentru torace se utilizează cei cu un diametru de cel puțin 170 mm, pentru genunchi și sinusuri electrozi de 130 mm etc. De obicei aplicațiile terapeutice în câmp condensator (bipolare) se fac cu electrozi de aceeași mărime, pentru realizarea unui câmp uniform de încălzire tisulară. În scopuri speciale, când se indică electrozi de dimensiuni diferite (plasați la distanțe egale față de corp), cel de dimensiuni mai reduse devine activ, având efectul termogen mai pronunțat.

– Distanța electrozilor față de suprafața regiunii tratate. La electrozii rigizi ea este reglabilă prin culisarea unei tije mobile divizată în centimetri. În cele mai multe cazuri se plasează la o distanță de 2–3 cm. Variația distanței electrod-tegument modifică profunzimea efectului expunerii: mărimea distanței peste 2–3 cm duce la o încălzire mai profundă.

– Poziția electrozilor are o mare importanță. Fie că se aplică bipolar, fie monopolar, ei trebuie să fie așezați paralel cu suprafața tratată pentru a se realiza un câmp uniform de transmisie și încălzire (fig. 191 a). Așezarea oblică a electrozilor duce la o concentrare a câmpului în zonele mai apropiate de aceștia („efect de oblicitate“ – fig. 191 b).

Regiunile prezintând proeminențe de tip mamelonar determină „efectul de vârf“, cu încălzire mai pronunțată la acest nivel (fig. 191 c). Pentru a evita acest efect se îndepărtează electrozii de suprafața regiunii respective.

Teoretic, electrozii pot fi poziționați în 3 modalități:

- transversal – metodă utilizată de regulă în tratamentul articulațiilor;
- longitudinal – în aplicațiile la nivelul regiunii spatelui, trunchiului, membrelor;
- în unghi drept.

VI.5.3.2. DOZAREA INTENSITĂȚII CÂMPULUI DE UNDE SCURTE

Are o importanță deosebită în această formă de electroterapie. Doza intensității administrate variază în funcție de sensibilitatea individuală la căldură, natura regiunii tratate, felul, dimensiunea și distanța electrozilor față de suprafața corpului, efectul și scopul terapeutic urmărit, stadiul de evoluție al afecțiunii tratate.

Structura diferită a țesuturilor tratate (cutanat, adipos, muscular etc.) determină impedanțe diferite, ceea ce determină și o acțiune diferențiată a dozelor de intensitate aplicată. Gradul de vascularizație tisulară locală influențează de asemenea dozele terapeutice, în sensul că un țesut mai bogat vascularizat pierde mai repede căldura și se pot aplica doze mai mari în tratamentul unor astfel de zone.

Intensitatea câmpului de unde scurte este arătată de instrumentul de măsură al aparatului utilizat. Trebuie totuși apreciată capacitatea de încălzire a țesuturilor, deoarece chiar dacă instrumentul arată o intensitate exactă (exprimată în wați), încălzirea variază în funcție de factorii mai sus amintiți.

Sunt cunoscute și citate două metode de dozare: obiectivă și subiectivă.

Metoda obiectivă constă în măsurarea temperaturii pielii, țesuturilor subcutanate sau a cavităților mucoase (într-un mediu ambiant cu temperatura măsurată – 20–24°C) cu diverse mijloace: cupluri termoelectrice, termistori de diferite forme („pastile”, ace, sonde), aplicate pe puncte fixe sau prin termoviziune. Se urmărește cu câte grade crește temperatura țesutului pe care se aplică diferitele doze de intensitate.

Aceste măsurători au permis o serie de constatări și aprecieri interesante, dezvăluind cât de nuanțată este acțiunea dozelor diferite de intensitate a câmpului de us și aducând unele precizări și detalii utile în această terapie.

Astfel, s-a constatat că dozele slabe de us cresc temperatura cutanată cu 1°, cozele medii cu 1°–3° și dozele puternice cu peste 3°; mucoasele (vaginală, de exemplu) suportă o doză mai crescută datorită vascularizației abundente (Dumoulin).

Creșterea temperaturii cutanate este mai accentuată la aplicația în câmp inductor decât la metoda în câmp condensator; în timp ce la prima, temperatura crește semnificativ la o doză de 10 W, la cea de a doua fenomenul se produce la 80 W (Johanna Danz).

Metoda subiectivă. Aceasta constă în caracterul senzației percepute de individ (pacient) la diferitele doze de intensitate aplicată.

Cea mai clasică și acceptată gradăție de dozare este cea propusă de Schliephake, reprodusă ulterior și de alți autori cunoscuți ca H. Edel, O. Gillert și alții.

Doza I, cea mai slabă, numită și doză „atermică” sau „rece”, nu produce nici o senzație, fiind sub pragul de excitație termică.

Doza II, slabă, numită și „oligotermică”, produce o senzație de căldură abia perceptibilă.

Doza III, medie sau „termică”, produce o senzație de căldură evidentă, dar suportabilă, plăcută.

Doza IV, puternică, „forte” sau „hipertermică”, produce o senzație de căldură puternică, uneori greu suportată.

În practică, unii autori utilizează 3 trepte de intensitate minimă sau slabă, medie și maximă sau forte (U. Endres, R. Callies și alții).

Pentru o mai corectă și mai precisă dozare, în ultimii ani, mulți autori printre care Edel, Rosenberg, Conradi, Barth și Kern susțin și aplică echivalentul în wați al treptelor de intensitate, după cum urmează:

- Doza I (atermică) – 5–10 wați;
- Doza II (oligotermică) – în jur de 35 wați;
- Doza III (termică) – 75–100 wați;
- Doza IV (hipertermică) – 110–180–250 wați.

În orice caz, dozele aplicate variază în funcție de regiunea tratată, mărimea electrozilor, distanța electrod-tegument, afecțiune și stadiul de evoluție al afecțiunii. Nu este recomandabil să se stabilească scheme rigide de tratament în acest sens.

În principiu, la alegerea dozelor se va ține cont de următoarele:

- în stadiile acute se recomandă dozele mici (I-II), cu durată scurtă (3–5 minute), în serii scurte, cu ritm zilnic sau la 2 zile;
- în stadiile cronice se recomandă doze mari (III-IV), cu durată prelungită (20–30 minute), zilnic sau la interval de 2–3 zile o ședință, totalizând circa 12 ședințe;

- doza I (atermică) poate fi aplicată ca „intensitate de introducere“ la pacienții sensibili sau la cazurile acute și hiperalgii;
- dozele II-III au o acțiune antispastică;
- dozele mari (IV) și scurte au o acțiune revulsivă în aplicațiile superficiale;
- dozele mari și prelungite pot fi utilizate în scop de electrohiperpirexie în aplicații generale.

Durata ședințelor este în funcție de efectul terapeutic urmărit (sedativ-analgetic, stimulant-excitant, revulsiv etc.), de stadiul de evoluție al afecțiunii, de dozele utilizate.

Reținem că în afecțiunile acute se aplică duree mai scurte (3–10 minute) și în cele cronice duree mai lungi (20–30 minute).

Numărul ședințelor dintr-o serie de aplicație variază în funcție de stadiul evolutiv al bolii (acut, subacut, cronic) și de rezultatele obținute, nedepășindu-se 12–15 ședințe.

VI.5.3.3. RECOMANDĂRI ȘI REGULI DE CARE TREBUIE SĂ SE ȚINĂ SEAMA LA APLICAȚIILE DE UNDE SCURTE

- Se va explica pacientului ce senzație cutanată trebuie să aibă, raportată la doza terapeutică de intensitate aplicată.
- Pacientul va sta într-o poziție relaxată.
- Patul sau scaunul pe care va sta pacientul nu va conține părți sau elemente metalice.
- La metoda în câmp condensator se poate aplica tratamentul pe regiuni acoperite de vestimentație (care intră în compoziția dielectricului).
- La aplicațiile indicate asupra tegumentului dezgolit, se recomandă ștergerea sudorației și îndepărțarea eventualelor unguente; pansamentele uscate ocazionale pot rămâne la locul lor în timpul tratamentelor.
 - Copiii mici vor fi dezbrăcați la nivelul regiunii ce urmează a fi tratată.
 - Se vor îndepărta toate obiectele metalice, inele, ceasuri, agrafe, ace etc., pentru evitarea supraîncălzirii locale: regiunile cu implante metalice nu vor fi tratate (ace, broșe, tije, endoproteze, schiye etc.).

- Aparatele auditive se vor înlătura din regiunea tratată.
- Se vor îndepărta lenjeria și îmbrăcămintea din texturi sintetice și îmbrăcămintea umedă.
- Nu se vor trata persoanele cu *pace-maker* cardiac pe aria precordială și zonele învecinate.
- Se interzice aplicarea undelor scurte în timpul sarcinii, în special în primele 3 luni.
- Se evită zonele cu tulburări de sensibilitate cutanată.
- Pacientul trebuie supravegheat permanent pe toată durata sedinței de aplicație: segmentul tratat trebuie să rămână nemîscat; la apariția oricărei senzații dezagreabile, se reduce intensitatea sau se sistează aplicația.
- Înainte și după tratament se contolează tegumentul.
- Înainte de aplicație se verifică legătura cu pământul și corecta funcționare a aparatului.
- Electrozi (flexibili) trebuie să aibă suprafața și marginile netede; electrozi de cauciuc nu trebuie să depășească marginile postavului de înveliș, pentru a evita riscul de arsuri posibile produse de cauciucul neprotejat.
- La aplicațiile în câmp condensator la ambii genunchi se va interpune o bucată de pâslă între acești.
- Electrozi flexibili și cablul solenoid să nu fie așezați pe suporturi bune conducătoare.
- Cablurile electrozilor trebuie să atârne libere sau pe un suport izolant gros (pătură); ele nu au voie să se atingă între ele sau să se încrucișeze, pentru a se evita pierderea de energie și apariția arsurilor.
- La primele sedințe, durata tratamentului se va crește progresiv.
- Durata sedințelor de tratament este condiționată și de evoluția favorabilă a afecțiunii sub efectul sedințelor premergătoare.
- Este interzisă utilizarea aparatelor de unde scurte (înaltă frecvență) în spații și secții de terapie fizicală, în vecinătatea aparatelor de joasă frecvență. Acestea pot fi amplasate și utilizate terapeutic la o distanță de minimum 6 m față de generatoarele de înaltă frecvență, care perturbă evident și semnificativ forma trenurilor de unde de joasă frecvență și frecvența acestora, fapt demonstrat experimental (K. Hoppe, M. Andersen, E. Conradi, R. Winter). Acest fenomen se produce indiferent dacă spațiile destinate terapiei sunt sau nu despărțite prin perete de beton sau cărămidă.

Se înțelege de la sine că aparatele de înaltă frecvență trebuie racordate la circuite separate de cele generatoare de joasă frecvență.

Ott și Rusch explică acest fenomen prin faptul că, cablul pacientului și electrozi aparatului de unde scurte formează „antena de transmisie” și cablurile oricărui aparat de joasă frecvență funcționează ca „antena de recepție”.

Mai menționăm faptul că trenurile de impulsuri de joasă frecvență sunt influențate și numai de poziția electrozilor de unde scurte și a câmpului de înaltă frecvență ale aparatelor aflate în vecinătate.

VI.5.4. INDICAȚIILE TERAPIEI CU UNDE SCURTE

Se poate afirma că aria cea mai largă de patologie căreia i se adresează un domeniu de electroterapie îl reprezintă aplicațiile înaltei frecvențe, implicit a undelor scurte, după cum reiese din enumerarea afecțiunilor care beneficiază de acestea:

Afecțiuni ale aparatului locomotor

Afecțiuni reumatische:

– Multiple localizări ale reumatismului degenerativ se detașează prin frecvență și eficiență, gonartroza și diferitele forme ale manifestării și localizări ale spondilozei.

– Reumatismul inflamator cronic: unele localizări articulare în stadii ce permit obținerea de rezultate terapeutice prin efect antialgic și antiinflamator local fără riscuri de exacerbare; spondilita anquilopoietică în stadii și localizări care presupun obținerea unor ameliorări din partea înaltei frecvențe ca tratament adjuvant.

– Reumatism abarticolar: bursite, tendinite, tenosinovite, periartrite scapulo-humerale (mai ales în formele de umăr dureros simplu), coccigodinii, miogeloze (sindromul miofascial dureros) etc.

– Sechele posttraumatice – cu sau fără tablou clinic de sindrom algoneuro-distrofic.

Afecțiuni ale sistemului nervos:

– Ale sistemului nervos periferic: diverse nevralgii și neuromialgii, precum nevralgia de Arnold, nevralgia cervico-brahiale, intercostale, lombosacrate etc. (cu condiția ca efectul termic să nu exacerbze durerile și după elucidarea etiologiei acestora), unele nevrite (după precizarea cauzei și a stadiului evolutiv), unele pareze și paralizii precum cele ale nervilor faciali (*a frigore*), circumflex, plex brahial, radial, cubital, sciatic etc.

– Ale sistemului nervos central: s-au încercat ca metode adjuvante de favorizare a vascularizației locale cu rol trofic muscular în unele cazuri de scleroză în plăci, sechele după poliomielită, sechele periferice după unele mielite și meningite.

Afecțiuni cardiovasculare

– Unii autori recomandă această formă de terapie fizicală în anginele pectorale fără semne de afectare miocardică sau insuficiență cardiacă, în aplicații antero-posteroare (precordial-dorsal).

– În tulburări ale circulației periferice venoase ale membelor (sindrom Raynaud); pentru efectele de ameliorare ale circulației de întoarcere în degerături; în stadiile incipiente ale arteropatiilor periferice ale membelor – în acest domeniu autorii înclină către efectul mai bun obținut prin aplicațiile pe regiunile lobare prin acțiune asupra sistemului simpatic periarterial.

Afecțiuni ale aparatului respirator

Bronșitele cronice, sechelele pleurezilor netuberculoase, pleuritele, unele forme ale astmului bronșic în perioadele dintre crize.

Afecțiuni ale aparatului digestiv

Spasme esofagiene, gastro-duodenale și intestinale cu caracter mai ales funcțional, constipații cronice, diskinezii biliare și colecistopatii cronice nelitiazice, periviscerite (sindroame aderențiale).

Afecțiuni ale aparatului uro-genital

Hipertrofii de prostată cu dureri locale și tenesme vezicale, prostatite, pielocistite, colici nefretice, unele nefrite acute cu anurie, epididimite și orhite.

Afecțiuni ginecologice

Metroanexite și parametrite cronice nespecifice cu hipomenoree, amenoree sau sterilități secundare; unele mastite.

Afecțiuni otorinolaringologice

Sinuzite frontale, fronto-ethmoidale și maxilare acute și cronice, rinite cronice, faringe, laringe, unele otite externe, otitele medii cronice, catarul oto-tubar.

Afecțiuni oftalmologice

Dacriocistite, orgelet, coroidite, iridociclite și cheratite nespecifice. În acest domeniu se recomandă protejarea cristalinului prin dozarea atență a aplicațiilor terapeutice și evitarea corpurilor străine intrate accidental în ochi.

Afecțiuni stomatologice

Dureri postextracții, dentare, gingivite, stomatite, abcese peridentare și granuloame, unele parodontopatii.

Afecțiuni dermatologice

Unele furuncule, panarii și hidrosadenite (abcese ale glandelor sudoripare).

Unele tulburări endocrine

Dereglați ale hipofizei (prin aplicații la nivel diencefalohipofizar), tiroidei, suprarenalei, pancreasului, prin utilizări de doze slabe cu scop reglator.

Vorbind despre indicațiile și metodologia terapiei cu unde scurte (cu înaltă frecvență, în general), trebuie să precizăm următoarele: multe publicații, tratate și manuale de specialitate prezintă tabele cuprinzând enumerarea și specificarea multiplelor și felurilor afecțiuni indicate acestei terapii, cu precizarea amplasării electrozilor, a formei și mărimei acestora, a metodelor celor mai adecvate, a dozelor și duratălor aplicațiilor etc.; noi considerăm că aceste tabele prezintă dezavantajul de a împinge pe medici la aplicarea unor tratamente prea schematicice, prea rigide; fiecare terapeut trebuie să judece și să aplique această formă de electroterapie în mod strict individualizat, în funcție de afecțiune și de stadiul evolutiv al acesteia și cunoșcând cât mai exact modul de acțiune al acestei forme de energie.

În actul de decizie prin care alegem ca procedură aplicația de unde scurte (sau de microunde), trebuie să ținem cont, raportat la elementele patogenice și simptomatologice prezentate de fiecare caz în parte, de valoarea reprezentată de aceasta ca factor terapeutic:

- prioritar față de alte proceduri de termoterapie;
- adjuvant față de alte mijloace terapeutice;
- permisiv față de posibilitatea asocierii cu alte proceduri fizicale eficace.

VI.5.5. PRINCIPALELE CONTRAINDICAȚII ALE TERAPIEI CU UNDE SCURTE

- Procese inflamatorii acute cu supurații;
- Manifestări acute ale afecțiunilor reumatice;
- Afecțiuni cu tendințe la hemoragii: hemoptizii, ulcer gastroduodenal activ etc.
- Procese neoplazice;
- Prezența de piese metalice intratisulare (diferite elemente metalice de osteosintează etc.);
- Implantarea de *pace-maker* cardiac;
- Perioadele de ciclu menstrual și sarcină.

VI.6. TERAPIA CU ÎNALTĂ FRECVENTĂ PULSATILĂ

De mai multă vreme au existat preocupări față de eventuala posibilitate a creierii de impulsuri ale curenților de înaltă frecvență furnizați de diversele generatoare în scopul obținerii unor efecte terapeutice noi și valoroase. Primul care a studiat modul de aplicare și efectele acestei forme de energie a fost fizicianul american Milinowski, iar Dr. A. Ginsberg din New York a fost unul din primii medici care au explicat și motivat (în anul 1940) efectele aplicațiilor cu aparatul Diapulse, modelul de generator cel mai cunoscut și rapid răspândit, datorită rezultatelor terapeutice obținute de acesta (fig. 192).

Aparatul Diapulse furnizează curenti de înaltă frecvență de 27,12 Megacicli cu o lungime de undă de 11 m. Durata unui impuls este de 65 μ s; impulsurile sunt separate de pauze ce variază în trepte, de la o durată de 25 de ori mai mare decât durata impulsului – la o frecvență de 80 impulsuri/sec (12 400 microsec = 12,4 milisec) (fig. 193).

Frecvența impulsurilor este dozată în 6 trepte, între 80 și 600 impulsuri/s (80–160–300–400–500–600); penetrația este împărțită în 6 trepte, de la 1 la 6.

Intensitatea energiei de lucru a aparatului este cuprinsă între 293 și 975 wați. La puterea maximă de 975 wați corespunde o putere medie a câmpului electromagnetic generat, de 38 wați. Aceasta crește odată cu creșterea frecvenței impulsurilor.

Durata mare a pauzei în raport cu durata impulsurilor face ca efectele calorice ale acestei înalte energii să se disperze până la dispariție (fenomen mai evidențiat la frecvențele mai rare), astfel încât efectele biologice au o durată mai lungă și o estompare mai lentă. Frecvența impulsurilor a fost calculată astfel încât fiecare impuls care urmează, să cadă pe un efect biologic persistent, produs de impulsul precedent, iar efectele biologice persistente – obținute spațiat – să se însumeze pentru o perioadă de timp. S-a mai constatat că pentru stimularea unor mecanisme fiziologice mai fine, nu trebuie depășită frecvența de 300–400 impulsuri/s.

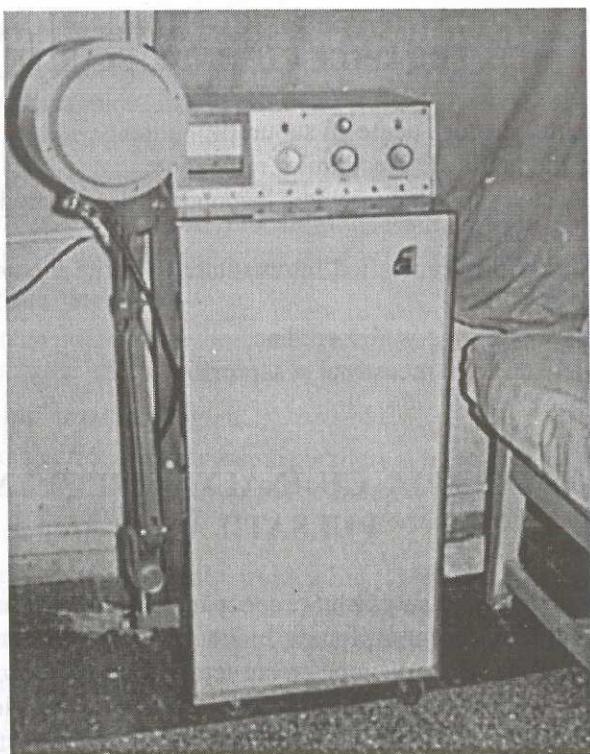


Fig. 192 – Aparatul Diapulse.

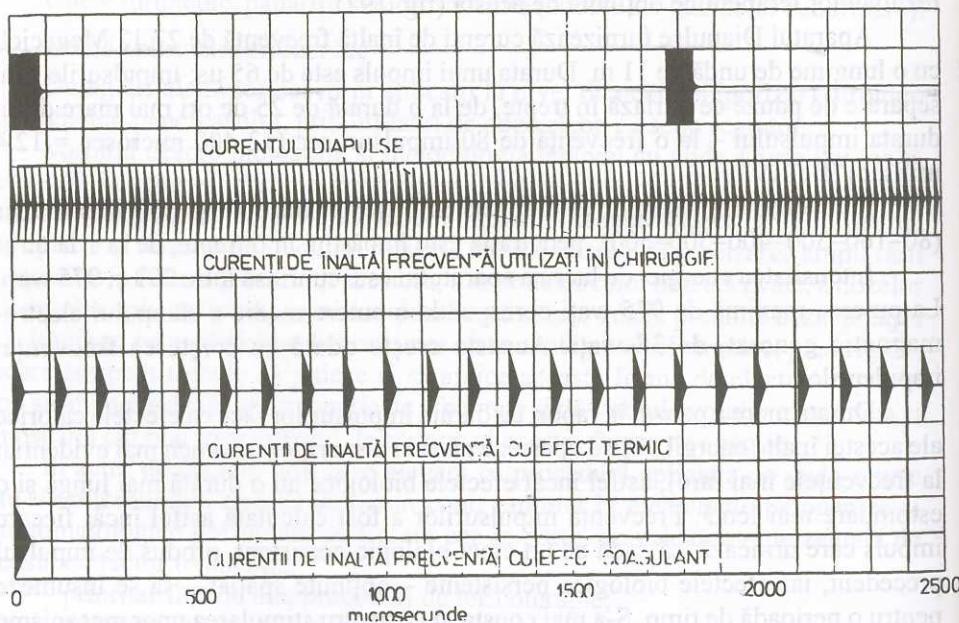


Fig. 193 – Curentul Diapulse comparat cu alte forme de curenți de înaltă frecvență.

Penetrația câmpului realizat de Diapulse este în funcție de intensitate, prezentând un maximum de 20 cm (8 inci) care corespunde intensității maxime de lucru de 975 wați. Dozarea penetrației la nivelul dorit în aplicație, depinde de greutatea și constituția organismului; se alege o penetrație mai mare (treptele 5, 6) la organismele mai robuste, cu țesut celulo-adipos subcutanat mai dezvoltat.

Disiparea efectului caloric face ca această procedură să fie lipsită de efecte hipertermice locale.

Emițătorul-localizator al aparatului se aplică la distanță foarte mică de corpul omenesc (de la contactul intim, până la maximum 2–3 cm), deoarece în condițiile unui strat de aer interpus cât mai mic se evită pierderea energiei electomagneticice (aerul constituind un mediu de dispersie al acestor).

~~Emițătorul-localizator se poate aplica deasupra regiunilor și porțiunilor acoperite de îmbrăcăminte (lenjerie, haine), aparate gipsate, materiale sintetice, pasmine, inclusiv deasupra regiunilor care conțin elemente metalice de conțenie și osteosinteza. Singura contraindicație o reprezintă pace-maker-ul cardiac.~~

VI.6.1. MODUL DE ACȚIUNE

Numerosi și diversi cercetători au urmărit și căutat să explice de-a lungul timpului, de când acest aparat a intrat în arsenalul terapeutic curent, modurile de acțiune ale acestuia. Ce și cât se cunoaște și s-a afirmat până în prezent despre aceasta, constituie rezultatul unor date obținute prin cercetare, a unor fapte de observație, dar și rodul unor ipoteze și supozitii neconfirmate încă de probe riguroase. În consecință, unele apar ca logice și interesante, altele par destul de îndrăznețe.

În orice caz, majoritatea lor tinde să explice și să demonstreze importantele efecte biotofice tisulare obținute prin utilizarea diapulsului, multe din acțiuni mergând până la nivel de intimitate celulară.

– Câmpul electromagnetic realizat de Diapulse ar influența mișcările ionice intra- și extracelulare, determinând echilibrarea pompelor de sodiu în celulele deregulate și aflate în stare de depolarizare parțială, contribuind astfel la refacerea potențialelor bioelectrice de la nivelul membranelor celulare și la repolarizarea celulelor.

– Stimulează procesele anabolice celulare din țesuturile tratate.

– Crește afluxul sanguin periferic prin amplificarea vascularizației locale, efect urmărit și prin aplicarea succesivă a localizatorului-emiter pe regiunile suprahepatică, epigastică sau suprarenaliană (pe lângă aplicația pe regiunea afectată); mărirea și redistribuția afluxului sanguin cu creșterea consecutivă a oxigenării la nivelul celulelor în general și a celulelor nervoase în special contribuie evident la procesul de vindecare.

– Influențează favorabil procesele de regenerare ale țesutului nervos, fapt demonstrat pe fibrele nervoase cu diametru redus, de către David Wilson din Leeds, citat de Richard Bentall din Londra.

- Ar stimula structurile celulare în menținerea și creșterea capacitaților histofuncționale naturale de apărare și regenerare prin:
 - stimularea activității sistemului reticulo-histiocitar;
 - creșterea nivelului sanguin al gammaglobulinelor;
 - creșterea infiltrației leucocitare;
 - stimularea hematopoizei;
 - favorizarea formării colagenului în procesele reparatorii tisulare.

VI.6.2. EFECTE PE VERIGILE FIZIOPATOLOGICE

- Ameliorează evident osteoporozele, în special cele posttraumatice din cadrul sindromului Sudeck;
 - Accelerează substanțial procesul de calusare al fracturilor (Dr. Andrew Bassett – Universitatea Columbia);
 - Accelerează evident resorbția hematoamelor și rezolvă spectacolar inflamațiile infecțioase și neinfecțioase;
 - Reduce până la dispariție edemul tisular și deteriorările celulare produse experimental, scurtând remarcabil timpul de vindecare (Dr. Bruce Cameron-Houston);
 - Accelerează evident cicatrizarea diverselor plăgi – accidentale sau postoperatorii – prin reepitelizări bune și rapide;
 - Grăbește vindecarea arsurilor prin stimularea țesutului de neoformăție cutanat (Dr. E. B. Chung – Universitatea Howard-Washington);
 - Previne și reduce cicatricele cheloide;
 - Favorizează cicatrizarea și vindecarea ulcerelor varicoase (B. Hersch, W. Caney și alții);
 - Realizează o topire a calcificărilor organizate în structura părților moi din bursite și tendinită (Dr. A. Ginsberg);
 - Favorizează vindecarea ulcerului peptic (Dr. N. J. Knoy-Bamberg);
 - Diminuă și combatе spasmele musculaturii netede.

VI.6.3. INDICAȚIILE TERAPEUTICE

Sunt foarte multe și variate, după cum va reieși din trecerea lor în revistă.

Aparat locomotor

- Calusarea fracturilor este net favorizată, scurtând procesul de consolidare osoasă cu peste 50% din timpul obișnuit necesar (în unele cazuri, chiar de 2–3 ori);
- Fenomenele locale restante după demobilizarea fracturilor calusate, cu sau fără prezența sindromului algoneurodistrōfic, se ameliorează mai repede;
- Osteoporozele posttraumatice – Sudeck;

– Stări posttraumatic ale părților moi (contuzii, hematoame etc.); vindecarea este accelerată cu 30–50% din timp și se reduce consumul de medicație postoperatorie cu 50–100%;

– Durioane plantare și digitale operate;

– Osteomielite;

– Bursite, capsulite retractile, teno-sinovite;

– Artrite cu diferite localizări, inclusiv poliartrita reumatoidă;

– Artroze reactivate, hidartroza.

Afecțiuni vasculare

– Ulcere varicoase ale gambelor;

– Arteriopatii periferice – trombangeite Bürger și arteriopatii atherosclerotice.

Afecțiuni respiratorii

– Bronșite – cu rezultate spectaculoase mai ales în cele acute;

– Faringite – cu aceeași mențiune ca la bronșite.

Afecțiuni ORL

– Sinuzite acute, cronice reîncălzite.

Afecțiuni digestive

– Boala ulceroasă, ulcerul peptic;

– Colite acute și pusee de rectocolită ulcero-hemoragică;

– Diverticulite intestinale.

Afecțiuni uro-genitale

– Pielonefrite acute;

– Cistite acute hemoragice;

– Inflamații pelvine: anexite, metroanexite, parametrite, mase aderențiale.

Afecțiuni stomatologice

– Procese dento-gingivale și buco-maxilare-gingivite, stomatite, pericoronarite, piorei alveolare, stări postintervenții stomatologice și bucomaxilofaciale.

Afecțiuni ale tegumentului

– Herpes Zoster;

– Arsurile – contribuie efectiv și decisiv la calitatea reepitelizărilor și reducerea timpului de vindecare, cu reducerea cheloidelor.

Experiența noastră în utilizarea terapeutică a aparatului Diapulse într-o serie de afecțiuni ale aparatului locomotor ne permite să apreciem obținerea de rezultate foarte bune și bune în stări posttraumatic ale părților moi, ale articulațiilor (la genunchiul posttraumatic mai bune decât la umărul posttraumatic), sindroame algoneurodistrofice postfracturi ale membrelor reduse spontan sau ortopedico-chirurgical, bursite și tenosinovite; de asemenea, în sinuzite și sindroame aderențiale abdominale. Rezultate bune și satisfăcătoare am obținut în artroze activate de genunchi și unele cazuri de poliartrită reumatoidă.

VI.6.4. DATELE PRINCIPALE ALE METODOLOGIEI DE APLICAȚIE CU DIAPULSE

Alegerea treptei de penetrație (valori între 1 și 6) se face în funcție de localizarea procesului patologic, tipul constituțional somatic și grosimea stratului celulo-adipos subcutanat; este evident că valorile mai mari sunt utilizate în aplicațiile pe persoane robuste și cu țesut celuloadipos mai bogat.

Frecvența este, în general, aleasă la valorile de 400–600/s. Numărul ședințelor necesare se apreciază după evoluția procesului de ameliorare-vindecare și după stadiul evolutiv al afecțiunii tratate, în general fiind suficiente 4–8 aplicații în suferințele acute-subacute și 10–14, în suferințele cronice.

Ritmul aplicațiilor este de obicei zilnic – o ședință. Durata procedurii este de regulă de 15 minute pentru aplicarea localizatorului emițător pe regiunea afectată. Tehnica de lucru recomandă ca, indiferent de afecțiunea tratată, să urmeze imediat amplasarea emițătorului pe una din regiunile: hipocondrul drept (pentru activarea bogatei vascularizații hepatică), epigastru (probabil prin acțiune reflexogenă) sau lombar (pentru acțiune asupra glandelor suprarenale). Această secvență durează de obicei 10 minute și se utilizează valori ale frecvenței și penetrației cu 1–2 trepte mai mici decât în prima parte. Fără îndoială că o experiență bogată în utilizarea acestei proceduri orientează mai lesne asupra alegerii parametrilor specifici în funcție de fiecare caz tratat.

VI.6.5. PRINCIPALELE AVANTAJE ALE UTILIZĂRII TERAPEUTICE A APARATULUI DIAPULSE

- Nu produce efecte calorice locale, hipertermie sau arsuri putând fi aplicat în inflamațiile și congestiile existente în procesele infecțioase sau neinfecțioase;
- Contraindicațiile și efectele secundare sunt minime: se menționează numai pace-maker-ul cardiac;
- Poate fi aplicat la orice vârstă, fără riscuri de a provoca tulburări trofice;
- Are o foarte bogată și variată aria de afecțiuni indicate pentru tratament;
- Scurtează substanțial timpul de vindecare în multe dintre afecțiunile tratate, implicit durata spitalizărilor și a tratamentelor ambulatorii;
- Reduce necesitatea utilizării și consumul diferitelor medicamente: antibiotice, antiinflamatorii, antialgice;
- Combate destul de rapid durerea, ca simptom subiectiv secundar al variatelor mecanisme fiziopatologice și al variatelor afecțiuni;
- Poate fi tratată orice regiune a corpului;
- Pacientul nu trebuie dezbrăcat;
- Nu produce nici o stare de disconfort;
- Pacientul nu trebuie supravegheat decât la începutul aplicației;
- Tratamentul poate fi aplicat de un cadru mediu;
- Aparatul poate funcționa 16 ore din 24.

Date fiind avantajele terapeutice oferite de utilizarea generatoarelor de înaltă frecvență pulsată, s-a trecut la fabricarea de aparate asemănătoare și în alte țări (exemplu – Terapulus GS 200 – Polonia).

VI.7. UNDELE DECIMETRICE

De-a lungul timpului, undele cu frecvențe foarte mari – între 300 și 3 000 MHz – au purtat diferite denumiri sub care erau desemnate și întâlnite în sumedenia de tratate și lucrări de specialitate. Acest fapt, desigur că a generat și încă generează confuzii și neînțelegeri față de unul și același domeniu al undelor de ultrafrecvență înaltă (UFI). Cele mai acceptate denumiri pentru acest domeniu utilizat în terapie și care trebuie adoptate de toți cei care practică fizioterapia sunt: unde decimetrice „lungi“, cu $\lambda = 69$ m și unde decimetrice „scurte“ sau microunde (după școala americană) cu $\lambda = 12,25$ cm (H. Edel) sau 12,40 cm (O. Gillert).

Spre deosebire de acestea, undele centimetrice având lungimea de undă cuprinsă între 1 și 10 cm nu sunt utilizate în terapie.

După cum s-a arătat mai înainte, undele decimetrice sunt unde electromagnetic radiate de o antenă emițătoare și un reflector de unde („proiector“). Datorită modului de generare și emisie a undelor, utilizarea terapeutică a acestora este denumită și cunoscută sub denumirea de metoda „câmpului radiant sau de radiații“ și se aplică monopolar.

În 1946–1947, Krusen și colab. introduc pentru prima oară microundele în terapie (S.U.A.), iar în 1959 au fost acceptate în scop terapeutic undele decimetrice „lungi“.

Acțiunea undelor decimetrice la nivelul structurilor celulare constă în producerea unui fenomen fizic de dispersie polară a moleculelor explicat de teoria „Dipolului“ emisă de Debye. La trecerea curentului de înaltă frecvență, moleculele aflate în mediul biologic se comportă ca un dipol; executând mici oscilații, ele se orientează sub influența câmpului electric, în funcție de fază de oscilație și de polaritatea proprie (fig. 194).

Acest proces mecanic de „mobilizare moleculară“, variabil cu o frecvență dependentă de frecvența de oscilație a câmpului electric, se transformă prin frecare la nivelul dielectricului, în căldură. Energia este preluată de la câmpul electric. Încălzirea dielectrică realizată generează efectele fiziologice ce stau la baza aplicațiilor terapeutice.

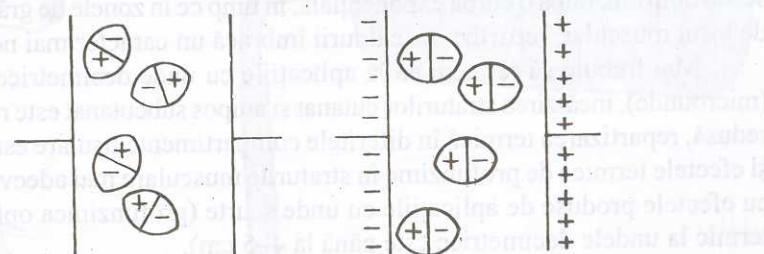


Fig. 194 – Orientarea moleculelor sub influența câmpului electric de înaltă frecvență cu unde decimetrice.

VI.7.1. ACTIUNEA SI EFECTELE BIOLOGICE SI FIZIOLOGICE ALE UNDELOR DECIMETRICE

Sub influența câmpului radiant din domeniul undelor decimetrice și ca urmare a unor fenomene fizice produse de undele electromagnetice, substraturile biologice reacționează prin următoarele 3 procese:

– *Dispersie*. Este vorba de dispersia moleculelor dipolare în câmpul de înaltă frecvență (Debye); frecarea moleculară produce căldura.

– *Absorbție*. Undele electromagnetice sunt absorbite de țesuturi, unde energia de înaltă frecvență este transformată în căldură. Țesuturile prezintă coeficiente de absorbție diferite, proprii structurilor lor. Cu cât coeficientul de absorbție este mai mare, puterea de pătrundere este mai mică și invers. Puterea de pătrundere (penetrația) este mai mare și absorbția (efectul calorice) este proporțional mai mică în țesuturile cu un conținut mai mic de apă. Astfel, undele decimetrice străbat mai ușor și încălzesc mai puțin țesutul gras decât țesutul muscular (30% față de 75% conținutul în apă al acestor două structuri tisulare). Cantitatea de energie absorbită este diferită în funcție de grosimea stratului celulo-adipos subcutanat, dar și de „zona“ lungimilor de undă folosite: 69 cm sau 12 cm.

Cercetările și măsurările efectuate în acest sens au arătat că energia radiantă este absorbită în cantități cu atât mai mici, cu cât stratul celulo-adipos este mai subțire și invers. Astfel, căldura este reținută în proporție de 30% în straturile de 1 cm grosime, 55% în cele de 2 cm și 60% în cele de 3 cm grosime. Referitor la zona undelor decimetrice utilizate, menționăm existența unei diferențieri în încărcarea termică tisulară, explicată de un alt treilea proces fizic și anume:

– *Reflexie*. La limita dintre diferitele țesuturi are loc o reflexie parțială a radiațiilor pătrunse. La undele decimetrice de 69 cm are loc o reflexie de maximum 30% din intensitatea lor; la microunde (12 cm), factorul de reflexie este mai mare prin apariția „undelor staționare“ (cunoscute din domeniul opticii și acusticii) și se produce o încălzire mai puternică a stratului grăsos, precum și a straturilor musculare subiacente.

Reflexia, producerea de unde staționare și supraîncălzirea la limita dintre țesuturi sunt net mai mari la domeniul undelor centimetrice ($\lambda = 1 - 10$ cm), ceea ce le face inutilizabile în terapie.

Vom reține că, în cazul straturilor omogene de țesut gras, absorbția căldurii scade uniform, după o curbă exponențială, în timp ce în zonele de grăsimi stratificate de țesut muscular, repartizarea căldurii îmbracă un caracter mai neuniform.

Mai trebuie să reținem că la aplicațiile cu unde decimetrice lungi și scurte (microunde), încălzirea straturilor cutanat și adipos subcutanat este redusă sau foarte redusă, repartizarea termică în diferitele compartimente tisulare este mai uniformă și efectele termice de profunzime în straturile musculare mai adecvate, comparativ cu efectele produse de aplicațiile cu unde scurte (profunzimea optimă a efectului termic la undele decimetrice este până la 4–5 cm).

De aceste particularități trebuie ținut seama la alegerea uneia sau alteia dintre aceste metode, după scopul terapeutic. Mai trebuie să adăugăm că repartizarea

termică intratisulară la aplicațiile terapeutice cu metoda câmpului radiant prezintă diferențieri și în funcție de forma emițătorului utilizat și de constanta de „înjumătățire“ a energiei termice în profunzime a țesuturilor, deosebită între undele de 69 cm și microunde.

Constanta de înjumătățire este distanța la care temperatura scade în mușchi la jumătate din valoarea ei superficială. Aceasta este la undele decimetrice lungi de circa 25–30 mm, în timp ce la microunde de 10 mm. Reiese astfel că la aceste metode terapeutice nu există posibilitatea de încălzire în profunzime (Krause, Kebbel, Patzold, citateți de H. Edel).

VI.7.2. MODELE DE EMIȚĂTOARE UTILIZATE ÎN APLICAȚIILE CU UNDE DECIMETRICE

La undele de 69 cm:

- Emitătorul de câmp cilindric (sau rotund);
- Emitătorul de câmp longitudinal;
- Emitătorul de câmp scobit (cavitar).

Emitătorul de câmp cilindric și longitudinal sunt dipoli capacitivi. Câmpul radiant de ultrafrecvență înaltă este proiectat spre substratul tratat dintr-o singură direcție (fig. 195). Distanța la care aplicația are un efect optim este de 5–10 cm. În mod obișnuit, distanțele trebuie precizate de uzinele producătoare ale aparatelor. Prin nerespectarea distanței emitătorului, se modifică rezistența capacativă și se deregleză câmpul, cu scăderea consecutivă a randamentului. Repartizarea căldurii captate de țesuturi între stratul adipos și cel muscular este de 1/4, comparativ cu raportul de 10/1 realizat prin metoda undelor scurte în câmp condensator. Emitătorul scobit (cavitar) are o formă dreptunghiulară (fig. 196). Acest emitător constituie cea mai eficientă formă de încălzire tisulară locală a terapiei de înaltă frecvență, în sensul că produce o slabă încălzire a tegumentului și a țesutului subcutanat și o distribuție relativ uniformă a căldurii în toate secțiunile zonei tratate, cu un efect termic optim de profunzime (König și colab.).

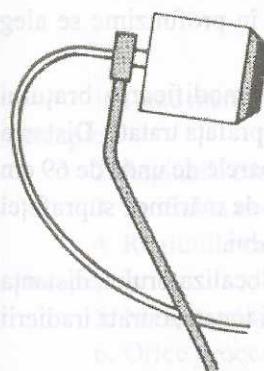


Fig. 195 – Emițător de câmp cilindric.

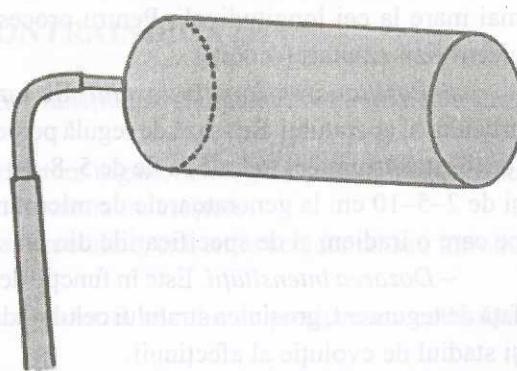


Fig. 196 – Emițător scobit.

Valorile maxime ale câmpului se află la nivelul laturilor perpendiculare ale emițătorului, pe direcția de emisie a undelor (raport 1/2 între încălzirea țesutului gras față de cel muscular), în timp ce la mijlocul emițătorului se realizează un raport al efectului termic de 1/1 între țesutul gras și cel muscular.

Emițătorul scobit este cel mai indicat în aplicațiile pe segmentele corporale mari și pe extremități.

La microunde (12 cm lungimea de undă).

- Emițătorul longitudinal. Câmpul electric realizat este paralel cu undele emise de radiantul emițător. Efectul se produce pe o suprafață întinsă.
- Emițătorul circular rotund. Se realizează câmpuri rotative, care, indiferent de așezarea emițătorului față de regiunea tratată, realizează o doză terapeutică optimă, pe zone mai circumscrise.

VI.7.3. TEHNICA DE APLICATIE

Se apreciază că tehnica de aplicare a undelor decimetrice lungi și scurte este mai simplă decât cea a undelor scurte, principalele motivații fiind: se utilizează un singur electrod (localizator-emițător); mișările pacientului în timpul sedinței nu modifică rezonanța circuitelor, durata sedințelor de tratament este mai scurtă și numărul sedințelor necesare dintr-o serie este mai mic.

Pacientul, parțial dezbrăcat, va sta culcat pe un pat (confeționat din lemn) sau așezat pe un scaun (în funcție de regiunea tratată).

O prescripție corectă și completă trebuie să cuprindă:

– *Alegerea și specificarea tipului de emițător (localizator)*. Pentru efectele urmărite în straturile superficiale se folosesc emițători circulari, cilindrici sau longitudinali.

Efectul de încălzire pe suprafață iradiată este preponderent la periferia acesteia la emițătorii circulari, uniform pe toată suprafața la cei cilindrici și pe o întindere mai mare la cei longitudinali. Pentru procesele localizate în profunzime se aleg electrolizii cavitari (scobiți).

– *Pozitionarea localizatorului*. Se manevrează prin modificarea brațului articular al aparatului. Se așază de regulă perpendicular pe suprafața tratată. Distanța localizator-tegument trebuie să fie de 5–8–10 cm la generatoarele de unde de 69 cm și de 2–5–10 cm la generatoarele de microunde, în funcție de mărimea suprafeței pe care o iradiem și de specificațiile din prospectul aparatului.

– *Dozarea intensității*. Este în funcție de dimensiunea localizatorului, distanța față de tegument, grosimea stratului celulo-adipos al regiunii tratate, durata iradierii și stadiul de evoluție al afecțiunii.

Dozele pot fi apreciate ca mici, mijlocii și calde, în zone cuprinse între 40 și 200 wați/cm², reglate în funcție de modelul aparatului cu ajutorul unor claviaturi

sau comutatoare, în dreptul unor trepte de dozaj marcate prin cifre sau plaje colorate. Dozele mici sunt adresate stadiilor acute și subacute, cele mari se aplică în manifestările cronice ale afecțiunilor tratate.

– *Durata ședințelor de tratament.* De obicei este specificată de prospectele de utilizare ale aparatelor. În general, durata este de 3–5 minute pentru aplicațiile de unde decimetrice de 69 cm și de 5–15 minute pentru microunde, în funcție de regiunea și afecțiunea tratată.

- Ritmul ședințelor: zilnic sau la 2 zile.
- Numărul ședințelor: în general, 6–10 ședințe.

VI.7.4. INDICAȚIILE TRATAMENTELOR CU UNDE DECIMETRICE

– *Afecțiuni ale aparatului locomotor;*
 – diferite localizări ale reumatismului degenerativ în stadii de reactivare;
 – artrite de diferite forme și localizări;
 – reumatism abarticular în diverse forme și localizări;
 – stări posttraumaticе cu determinări numai ale părților moi sau sechele post-fracturi.

– *Manifestări dureroase din cadrul afecțiunilor sistemului nervos periferic,* precum nevralgii și nevrite diverse.

- *Afecțiuni ale aparatului circulator:*

Sindrom Raynaud, tulburări vasomotorii funcționale, arteriopatii în primele stadii, ulcere varicoase, limfangite cronice etc.

- *Afecțiuni ale aparatului urogenital:*

Anexite, metroanexite, salpingite, parametrite, pielocistite etc.

- *Afecțiuni ORL:*

Laringite, sinuzite, otite medii.

VI.7.5. CONTRAINDICAȚII

1. Toate manifestările patologice funcționale și organice contraindicate termoterapiei.
2. Regiunile corporale slab și defectuos irrigate, fiziologic și patologic (ischemice).
3. Epifizele osoase la copii și la vârstă de creștere.
4. Regiunile care conțin corpi metalice, existente accidental sau introduse terapeutic.
5. Nu se iradiază globii oculari, datorită riscului de producere a cataractei.
6. Orice proces neoplazic.
7. Procesele inflamatorii acute cu supurații.
8. Sarcina și ciclul menstrual (în regiunea pelvină).

VI.8. PRINCIPALELE CARACTERISTICI DISTINCTIVE ÎNTRE UNDELE SCURTE ȘI UNDELE DECIMETRICE

Tabelul 5

Atribut	Unde scurte	Unde decimetrice
Amplasarea regiunii tratate în câmp	Se află între electrozi, în interiorul circuitului	Se află în aria de iradiere a câmpului radiant
Difuziunea câmpului de unde	Se produce la periferia electrozilor în regiunile vecine	Energia este iradiată focalizat, fără difuziune în vecinătate
Acțiunea de profunzime	Este pronunțată (peste 5 cm adâncime în țesuturi) Este neuniformă Poate fi modificată prin reglarea distanței dintre electrozi Are loc o încălzire pronunțată a stratului de țesut adipos subcutanat	Este optimă (până la 5 cm) Este uniformă Nu se modifică Stratul adipos subcutanat este puțin încălzit
Supravegherea pacientului în timpul procedurii	Este necesară la aparatele fără acord automat	Nu necesită supraveghere
Riscul apariției arsurilor	Este posibil când nu se respectă poziționările corecte ale cablurilor și electrozilor	Nu există riscul arsurilor

TERAPIA CU ULTRASUNETE

De la începutul acestui capitol menționăm că vom prezenta numai ultrasunerapia propriu-zisă, fără a ne ocupa de alte domenii ale sunetului utilizate în medicină sau terapeutică, în cu totul alte modalități (infrasunetul, meloterapia). De asemenea, nici utilizarea ultrasunetului în alte domenii medicale (ecografia, ultrasunetul în stomatologie, aparatele de aerosoli cu ultrasunete) nu face obiectul prezentării noastre.

VII.1. PROPRIETĂȚI FIZICE

Limita superioară de percepție a sunetelor de către urechea omenească este de circa 20 000 oscilații pe secundă. Vibrațiile mecanice pendulare – reprezentând sunetul – ce depășesc această limită poartă numele de ultrasunete. Frecvența undelor ultrasonore este foarte mare, fiind apreciată la 500 000 Hz – 3 000 000 Hz (500 kHz – 3 000 kHz). Aparatele utilizate în fizioterapie furnizează ultrasunete cu frecvență cuprinsă în general între 800 și 1 000 kHz.

Lungimile de undă ale ultrasunetelor sunt foarte mici, putând fi ușor localizate și orientate selectiv. Ele prezintă variații în funcție de natura mediului străbătut (gazos, lichid sau solid). La o frecvență de 800 kHz, lungimea de undă în țesuturile corpului omenesc este de 1,87 mm.

Aplicarea undelor ultrasonore pe un corp produce un transfer de energie considerabil, prin alternarea stărilor de presiune realizate. Transferul de energie ultrasonică aplicată și măsurată în W/cm^2 definește intensitatea ultrasunetului. Aceasta constituie un parametru foarte important în cadrul terapiei cu ultrasunete.

Propagarea ultrasunetelor. Spre deosebire de undele sonore, cele ultrasonice se propagă numai în linie dreaptă, sub forma unui fascicul de raze. Propagarea depinde de felul și forma sursei de producere, de cuplarea cu mediul în care se propagă și de frecvență (cu cât frecvența este mai ridicată, cu atât penetrarea este mai mare).

Propagarea poate să fie modificată de dimensiunea mediului străbătut (mică sau mare), de suprafața acestuia (netedă, rugoasă), de forma lui, ca și de structură (omogenă sau neomogenă).

Viteza de propagare a ultrasunetelor este o constantă (de material, țesut), având o valoare medie în țesutul uman de 1 500 m/s. Ea se calculează prin produsul dintre lungimea de undă și frecvență.

Amintim aici de noțiunea de „profundime de înjumătățire“, folosită de V. Hueter. Prin aceasta se înțelege înjumătățirea energiei în unitatea de spațiu, mai concret spus, profundimea (exprimată în cm) la care energia ultrasonică se înjumătățește de la 1 W administrat la suprafață. Această scădere a energiei în raport cu adâncimea țesuturilor este în funcție de frecvență, de exemplu, la 800 kHz, grosimea stratului de înjumătățire este de 5,8 cm. Unii autori (Wiedau și Rohner) subliniază faptul că, în practică, profundimea de înjumătățire nu reprezintă un parametru necesar și de luat în seamă în acțiunea UUS asupra organismului.

La nivelul de trecere între 2 medii cu densități diferite, exemplul cel mai sugestiv fiind prezentat de limita dintre țesutul muscular și cel osos UUS suferă o serie de fenomene, dintre care cele mai importante sunt absorbția și reflexia.

Coefficientul de absorbție (scăderea intensității pe mm^3 de adâncime de țesut) este mai mare la frecvențele înalte și depinde de mediul supus la iradierea ultrasonică. De exemplu (după Pohlmann), la 800 kHz, coefficientul de absorbție este de 0,33 în țesutul muscular și de 0,21 în țesutul gras. La limita dintre două țesuturi diferite se produc reflexia și refracția undei sonore.

La interferența undei incidente cu cea reflectată, în cazul reflexiei totale, se produce undă staționară (cu direcție verticală). În această situație, valorile maxime ale vibrației pot crește cu aproape 100%. În zona undei, toate particulele sunt în mișcare. Această deplasare față de particulele zonelor învecinate este denumită „gradient de deviație“ și are o valoare de 3,3 milionimi de mm pentru o celulă, la o frecvență de 800 kHz și la o intensitate de 2 W/cm².

VII.2. FORME DE ULTRASUNETE UTILIZATE ÎN TERAPIE

VII.2.1. ULTRASUNETUL ÎN CÂMP CONTINUU

Este forma de undă ultrasonoră longitudinală neîntreruptă cu acțiune continuă asupra mediului și în consecință cu o producere permanentă a așa-numitului „micromasaj tisular intern“. Deși în cursul aplicațiilor de unde ultrasonore nu se produc cumulări de energie în țesuturi, totuși, în absență sau chiar în eventualitatea unei supradozări de ultrasunet în câmp continuu, efectul termic poate deveni evident sau accentuat. Acest dezavantaj a putut fi înlăturat prin intercalarea unor pauze în trenurile de unde ultrasonore în scopul reducerii sau anulării efectului termic. Astfel, s-a realizat a doua formă de aplicație a UUS (VII.2.2).

VII.2.2. ULTRASUNETUL ÎN CÂMP DISCONTINUU (CU IMPULSURI)

Este vorba de o întrerupere ritmică, cu o anumită frecvență a ultrasunetului în câmp continuu (de regulă, la aparatele moderne se obține prin montarea unui generator de impulsuri în generatorul aparatului de us). Se va ține cont de forma și

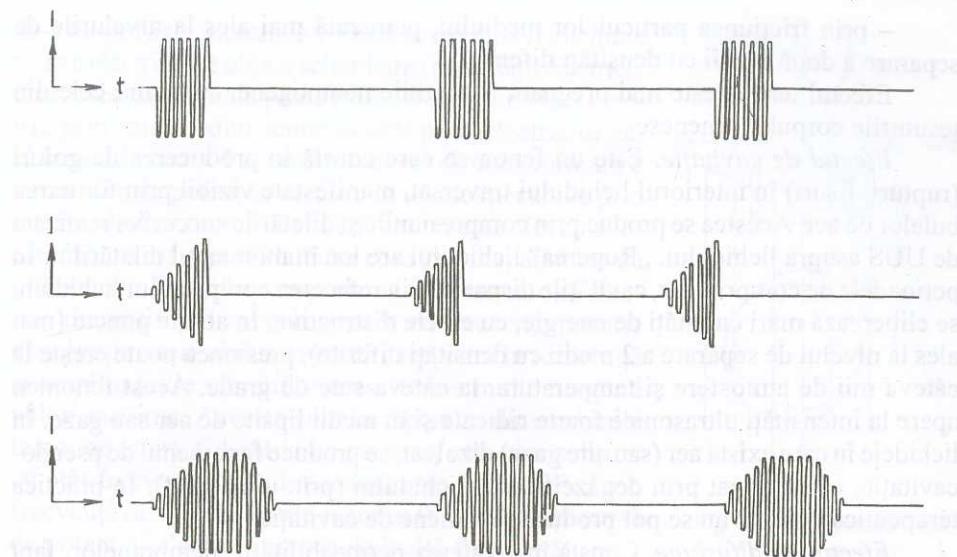


Fig. 197 – Ultrasunet cu impulsuri.

durata impulsurilor, durata pauzei și frecvența intercalării acestora. Forma impulsului poate fi dreptunghiulară, trapezoidă sau triunghiulară. Frecvența și forma impulsurilor sunt reglate de aparat. Raportul dintre durata impulsului și perioada de repetiție (durata impulsurilor plus durata pauzei) este numit „coeficient de umplere“. Prin modificarea coeficientului, se modifică raportul dintre durata impulsului și durata pauzei (fig. 197).

VII.3. EFECTE FIZICO-CHIMICE ALE UNDELOR ULTRASONORE

Efectul mecanic. Este reprezentat de vibrația produsă și care poate fi bine remarcată în apă, prin apariția unei coloane de lichid în dreptul suprafeței traductorului. Vibrațiile se transmit din aproape în aproape, fiecare moleculă fiind pusă în mișcare cu o frecvență egală cu cea a sursei. Amplitudinile acestor vibrații moleculeare depind de intensitatea energiei transmise. Propagarea energiei ultrasonice într-un mediu oarecare în unitate de timp realizează viteza de undă.

Viteza de oscilație este viteza maximă de vibrație (deplasare pendulară), a fiecărei particule în parte, în sens transversal față de sensul de propagare a UUS. și ea depinde de intensitatea energiei ultrasonice.

Efectul termic. O parte din energia ultrasonică se transformă în interiorul mediului traversat de UUS în energie calorică. Se apreciază două modalități de producere a acesteia:

- prin absorția energiei UUS de către mediile neomogene, cu degajare de căldură și amortizare a amplitudinilor vibratoriilor;

– prin fricțiunea particulelor mediului, petrecută mai ales la nivelurile de separare a două medii cu densități diferite.

Efectul termic este mai pregnant în mediile neomogene, cum sunt cele din țesuturile corpului omenești.

Efectul de cavitație. Este un fenomen care constă în producerea de goluri (rupturi, fisuri) în interiorul lichidului traversat, manifestate vizibil prin formarea bulelor de aer. Acestea se produc prin compresiunile și dilatăriile succesive realizate de UUS asupra lichidului. „Ruperea“ lichidului are loc în momentul dilatarilor. În perioadele de comprimare, cavitățile dispar și prin refacerea compactului lichidian, se eliberează mari cantități de energie, cu efecte distructive. În aceste puncte (mai ales la nivelul de separare a 2 medii cu densități diferite), presiunea poate crește la câteva mii de atmosfere și temperatură, la câteva sute de grade. Acest fenomen apare la intensități ultrasonice foarte ridicate și în medii lipsite de aer sau gaze. În lichidele în care există aer (sau alte gaze) dizolvat, se produce fenomenul de pseudo-cavitație, caracterizat prin degazeificarea lichidului (prin ultrasunet). În practica terapeutică curentă nu se pot produce fenomene de cavitație.

Efectul de difuziune. Constată în creșterea permeabilității membranelor, fapt dovedit experimental.

Efecte chimice. Este vorba de procese de oxidare, reducție, depolarizare și alterare a structurii substanțelor chimice supuse acțiunii UUS.

VII.4. MECANISME DE PRODUCERE A UNELOR ULTRASONORE

1. Procedee mecanice. Sunt cele mai simple și clasice modalități de producere, fiind vorba de punerea în vibrație a unei lame metalice fixate, de anumite dimensiuni sau a unui diapazon.

2. Procedee magnetice. Constau din generatorul magnetostrictiv, la baza căruia stă principiul de schimbare a dimensiunilor unor metale prin magnetizare periodică cu ajutorul unui curent alternativ (fier, cobalt și a.).

Dacă frecvența curentului depășește 20 kHz, se obțin ultrasunete. Frecvența curentului trebuie să fie egală cu frecvența proprie a barei metalice (frecvență de rezonanță). Frecvența maximă înregistrată prin acest procedeu este de 175 kHz.

3. Procedeu piezoelectric. Se bazează pe proprietatea unor cristale (cuarț, turmalină, blendă, titanat de bariu, zirconat de bariu și plumb etc.), tăiate în anume secțiuni, de a se comprima și dilata într-un anumit sens, dacă sunt supuse la variații de potențial electric. Acesta este efectul piezoelectric invers, descoperit de Langevin și Kilovski.

Lama de cuarț trebuie să aibă suprafețele perpendiculare pe axa electrică a cristalului. Un cristal are o axă optică (Z) longitudinală, 3 axe electrice (x), care unesc muchiile și 3 axe mecanice (y), care unesc mijlocul fețelor opuse (fig. 198).

Prin comprimarea suprafețelor lamei de cuarț tăiate în modalitatea reprezentată, apar sarcini electrice pe fețele perpendiculare pe axa electrică (axa de comprimare). Aceleași fenomene se produc și atunci când se exercită o tracțiune

de-a lungul axei mecanice y. Dacă se exercită o tracțiune pe axa electrică, se obține schimbarea polarității electrice. Deci efectul mecanic poate fi transformat în efect electric prin intermediul fenomenului piezoelectric direct al lamei de cuarț. Fenomenul invers de transformare a variațiilor de potențial electric în efecte mecanice prin intermediul cristalului de cuarț, se numește efect piezoelectric inversat și stă la baza construirii aparatelor de ultrasunete. Dacă frecvența oscilațiilor curentului electric alternativ utilizat corespunde cu frecvența proprie de vibrație a cristalului, lama de cuarț intră în rezonanță și amplitudinile vibrațiilor cresc foarte mult, atingând valori maxime. Acestea sunt în raport cu dimensiunile lamei de cuarț. Cu cât lama de cuarț este mai subțire, cu atât frecvența ei de rezonanță este mai înaltă. La o frecvență de vibrații foarte mare se folosesc drept sursă de potențial electric curentii de înaltă frecvență.

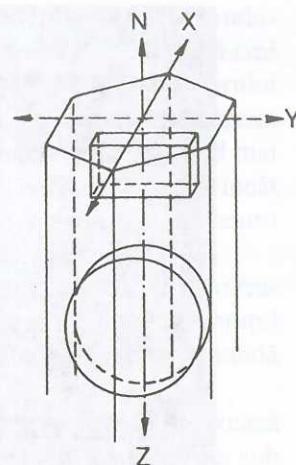


Fig. 198 – Secțiunile lamei de cristal de cuarț.

VII.5. APARATE PENTRU ULTRASONOTERAPIE

Aparatele pentru ultrasonoterapie sunt alcătuite dintr-un generator de înaltă frecvență, un cablu de racord și un traductor („emitterul de ultrasunete“). Noțiunea de traductor definește un dispozitiv destinat să convertească o formă de energie oarecare în energie ultrasonică sau invers. Deci, traductorul este un component care, fiind conectat la echipamentul ultrasonic, transmite unde ultrasonică și o recepționează pe cea reflectată. Generatorul de înaltă frecvență produce unde cu o frecvență de 800–1 000 kHz. Primele aparate construite pentru acest domeniu terapeutic erau mari, având o greutate de 50–60 kg și necesitau în utilizarea lor răcirea cu apă a cordonului traductorului. Aparatele moderne au o greutate mult redusă și perfecționările tehnice aduse elimină necesitatea acestei manevre (fig. 199 și fig. 200).

Aparatele sunt prevăzute cu un sistem de redresare, de transformare a curentului, un circuit oscilant cu triodă și un circuit rezonator cu un condensator variabil. În câmpul condensator este intercalat cristalul piezoelectric (piezoceramic), care se află în capul traductorului. Alimentarea se face de la rețea (curent alternativ de 50–60 Hz).

Pe panoul frontal de comandă, aparatele moderne sunt prevăzute cu următoarele elemente: comutatorul (comutatoarele), pentru pornire și creștere a intensității separat pentru traductorul mare și pentru traductorul mic, ceasul semnalizator pentru marcarea timpului ședinței de tratament (de diferite tipuri), instrumentul de măsură al energiei ultrasonicice furnizate și borna (bornele) pentru cuplarea cu mușele cordoanelor traductoarelor. Instrumentul de măsură este prevăzut cu gradații ce permit alegerea „intensității“ aplicării între 0,05 W/cm² și 2–3 W/cm² (la majoritatea aparatelor). Pe panoul frontal al aparatelor mai sunt înscrise semne – simbol pentru utilizarea traductorului mare sau mic, a formei de câmp continuu și

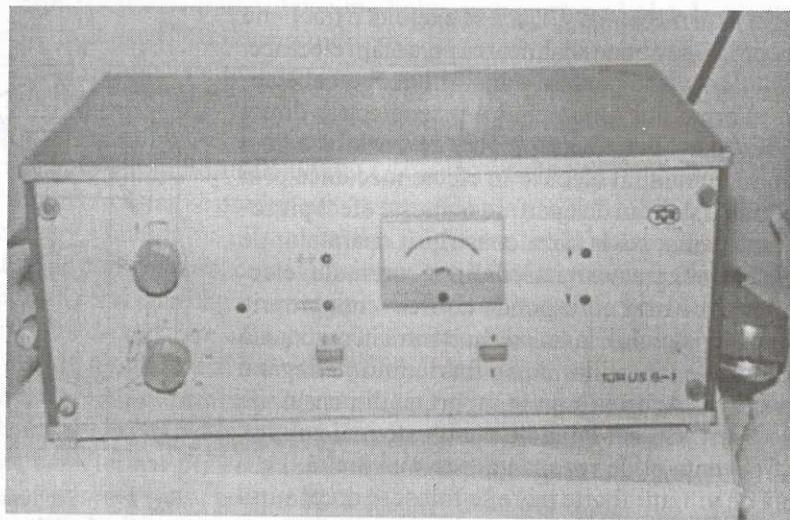


Fig. 199 – Aparatul TUR US 6-1.

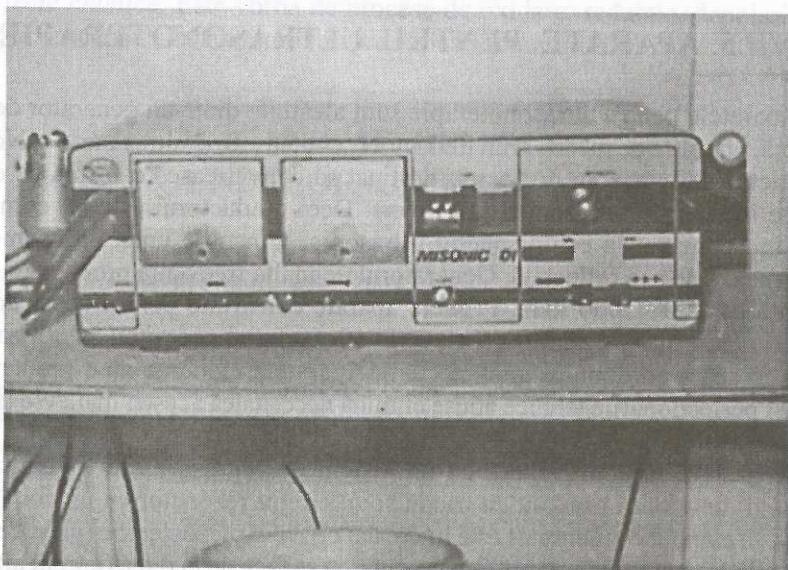


Fig. 200 – Aparatul Misonic.

discontinuu, precum și beculețe semnalizatoare care atestă funcționarea (emiterea energiei ultrasonice). Ceasul semnalizator întrerupe automat funcționarea aparatului la exprimarea timpului fixat pentru durată aplicăiei.

Unitatea de măsură în wați exprimă cantitatea de energie pe cm^2 de suprafață a capului traductorului.

Doza maximă prescrisă pe toată suprafața traductorului se apreciază la 10–12 wați. Debitul ultrasonic maxim al unui aparat se calculează prin produsul dintre suprafața de emisie a traductorului cu watt-ajul/ cm^2 . Suprafața de emisie a

traductorului mare prezintă unele variații, după tipul aparatului și firma producătoare, între 4 cm^2 (Sonosan-Hüttinger – R.F.G. Sonostat 733 – R.F.G.) și $6,4 \text{ cm}^2$ (diverse tipuri de aparate TUR – R.D.G., Misonic – România), iar cea a traductorului mic, între 1 cm^2 /Sonostat 733 – R.F.G.) și $1,4 \text{ cm}^2$ (TUR și Misonic). S-a apreciat că energia emisă de suprafața capului traductorului nu este omogenă, ea fiind mai intensă în zona centrală a sa. Capul traductorului este astfel construit (etanș), încât poate fi utilizat la tratamentele indicate și prin scufundare în apă (în vane pentru extremitățile membrelor).

În condițiile în care se fac mai multe aplicații terapeutice successive de ultrasonoterapie, pentru evitarea propagării vibrațiilor ultrasuonici în mâna și antebrațul terapeutului, cu consecințe nedorite (dureri, reacții tendinoase), se recomandă utilizarea unor mănuși, de preferință din bumbac.

Când se fac aplicații sub apă, se utilizează un braț accesoriu care se fixează la mânerul traductorului. Mai menționăm pentru tehnica de lucru a aplicațiilor sub apă, necesitatea utilizării unei oglinzi concave reflectorizante menținute într-un unghi de 45° față de suprafața de emisie a traductorului. În ultima vreme s-a renunțat la aceasta, din motive ce se vor arăta mai departe.

VII.6. ACȚIUNILE BIOLOGICE ALE ULTRASUNETELOR

Efectele biologice ale ultrasunetelor asupra țesuturilor vii sunt incomplet cunoscute deoarece studierea acestora a întâmpinat numeroase dificultăți, motive de multitudinea parametrilor caracteristici ultrasunetelor, variația acestora și de heterogenitatea structurilor tisulare.

Cercetările mai multor autori – dintre care cităm pe Juravliv și Pevneva – ajung la concluzia că în domeniul intensității de $0,1\text{--}0,4 \text{ w/cm}^2$ se produc modificări biologice tisulare minime și reversibile, între $0,5$ și $0,7 \text{ w/cm}^2$ se instalează efecte fizico-chimice și biologice maxime (reversibile), iar peste $0,8 \text{ w/cm}^2$ încep să apară modificările ireversibile.

La intensități nici până la $0,5 \text{ w/cm}^2$, la nivel celular se realizează o creștere a permeabilității membranelor celulare, o activare moleculară prin creșterea treptei energetice a electronilor externi atomici. Tot la dozele mici de intensitate, crește activitatea de respirație celulară, sunt activați fermentii glicolitici, sunt desfăcute macromoleculele glucidice, sunt activate procesele oxidative, se produc efecte reducătoare (confirmate de creșterea conținutului în grupe sulfhidril din ficat, rinichi, creier și miocard la animalele de experiență).

La nivel tegumentar are loc o eliberare masivă de mastocite cu producere consecutivă mărită de histamină. Creșterea permeabilității celulelor tegumentare duce la posibilitatea difuzării prin piele a unor substanțe aplicate tegumentar, pentru care în mod normal, aceasta este practic impermeabilă (sonoforeză).

Dozele medii produc o hipertermie tegumentară, iar dozele mari ajung să provoace eritem, peteșii, flictene. În țesutul conjunctiv are loc o vasodilatație cu

hiperemie consecutivă. Dozele medii au efecte fibrolitice prin acțiune de rupere și fragmentare tisulară, fragmentarea macromoleculelor, hipermeabilizarea membranelor, creșterea metabolismului celular local, vasodilatație crescută. Dozele mari ajung să producă distrucții celulare și rupturi capilare.

În țesutul muscular, intensitatea modificărilor produse este de asemenea proporțională cu intensitatea ultrasunetelor aplicate.

Țesutul osos reacționează la dozele mici prin formare de osteofite (Naumann), iar la doze mari, prin edeme hemoragice, necroze osoase. La nivelurile limită de întâlnire a țesutului osos cu părțile moi, se produce – după cum s-a arătat mai sus – o acumulare importantă de energie calorică, suprafața osului încălzindu-se de 5 ori mai mult decât mușchiul. Țesutul osos de la nivelul epifizelor în perioada de creștere a copiilor și adolescenților este foarte sensibil. În sângele supus iradierei cu ultrasunete scad proteinemia, albuminele și a-globulinele; cresc globulinele, eritrocitele se concentrează în grupuri, coagularea sanguină prezintă tendință la încetinire.

VII.7. EFECTELE FIZIOLOGICE ALE ULTRASUNETELOR

Principalele efecte fiziologice sunt:

- analgetice;
- miorelaxante;
- hiperemiante.

Efectele analgetice se realizează prin intermediul SNC, printr-o serie de mecanisme care se produc ca și la acțiunea curentilor analgetici de joasă frecvență. Le amintim pe scurt: activitatea urui sistem de inhibare a transmisiei informațiilor dureroase prin stimularea electrică selectivă a fibrelor neconducătoare ale durerii groase, mielinizate, rapid conducătoare, care transmit informațiile de la proprioceptorii mecanici, cu „închiderea“ consecutivă a sistemului de control al accesului informațiilor prin fibrele pentru durere; stimulare electrică precisă a ariilor cerebrale, în special din substanța cenușie mezencefalică, cu rol de sistem inhibitor al durerii (vezi prezentarea detaliată a acestor mecanisme în cadrul capitolului care tratează curenții de joasă frecvență).

Efectul miorelaxant s-ar explica prin acțiunea vibratorie a us asupra proprioceptorilor musculari și tendinoși, care se stie că răspund bine la frecvențe de 150 Hz.

Acțiunea hiperemiantă, cu efecte resorbitive și vasculotrofice se produce prin vasodilatația arteriolelor și capilarelor, cu activarea corespunzătoare a circulației sanguine. Această acțiune se realizează prin influențarea și prin intermediul sistemului nervos vegetativ.

Stuhlfauth a fost cel care a arătat acțiunea simpaticolitică a ultrasunetului și a introdus în acest scop calea tratamentului neuroreflex ca o modalitate certă de influențare a SNV. Astfel, pe lângă aplicațiile terapeutice locale, s-a ajuns la câteva modalități de aplicații cu acțiune reflexă a ultrasunetului, care au devenit tehnici

bine conturate și valoroase de tratament. Ne permitem să le prezentăm aici, deoarece sunt în strânsă legătură cu mecanismele fiziologice.

a) Aplicația segmentară indirecță pe zonele paravertebrale corespunzătoare a rădăcinilor nervoase medulare, în procesele patologice ale membrelor. Este un tratament cu transmiterea efectului energiei ultrasonore la distanță de locul de distribuire a acestor neuroni.

Pentru afecțiuni localizate la membrul superior, tratamentul se aplică pe regiunile paravertebrale cuprinse între C_3 și T_1 , în zonele corespunzătoare segmentului bolnav (umăr, braț, antebraț, mână). Nu se aplică pe regiunea paravertebrală aflată mai sus de C_3 , deoarece prelungirea cranială a măduvei spinării (*Medulla oblongata*) nu trebuie atinsă de oscilațiile ultrasonore.

Aplicarea segmentară în afecțiunile membrului inferior (șold, coapsă, gambă, picior) se face pe marginea inferioară și externă a sacrului, pe zona articulației sacroiliace și paravertebral lombar și toracal inferior (fig. 201).

b) Aplicația segmentară directă pe cale neurală, de-a lungul nervilor periferici (sau de-a lungul arterelor mari, cu acțiune pe plexurile simpatice însușitoare). Acțiunea se bazează pe aceleași principii cu masajul reflexogen și se aplică în sensul caudal →cranial.

Aplicația se începe de sub marginea inferioară a sacrului și se continuă ascendent pe partea exterioară a articulației sacroiliace, apoi sub creasta iliacă spre lateral, față posterioară a marelui trohanter, paravertebral lombar, ascendent, până la nivelul apofizei spinoase a vertebrei T_3 . Durata manevrării în regiunea paravertebrală trebuie să cuprindă cel puțin jumătate din timpul total al aplicației; după caz, se aplică și pe marginea externă a mușchiului dorsal mare, până la nivelul marginii inferioare a toracelui. Musculatura cervicală contractată poate fi decontractată cu câteva mișcări circulare ale traductorului (fig. 202).

În cazul suferințelor cardiace, nu se va aplica această metodă.

c) Aplicații reflexe pe zonele cutanate dermatomale corespunzătoare organelor interne (Head), pe zonele musculare (Mackenzie), zonele cu reacții conjunctive de tipul miogelozelor (*Trigger-points*) și – eventual – pe zonele periostale (Vogler). Acestea vor fi stabilite prin examenul clinic amănunțit al pacientului.

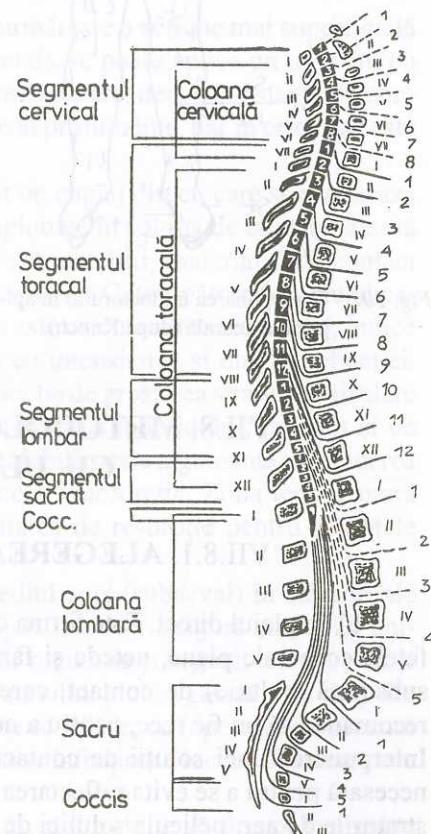


Fig. 201 – Reprezentarea schematică a poziției măduvei spinării față de coloana vertebrală (după Knoch).

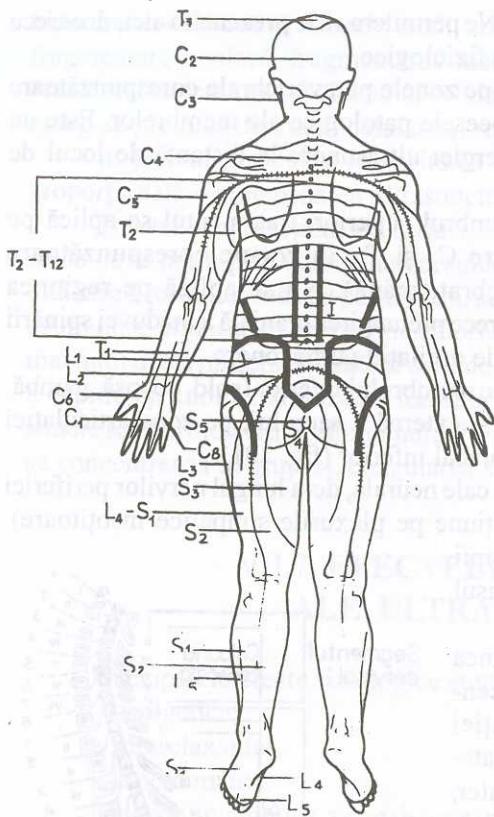


Fig. 202 – Direcționarea traductorului în aplicațiile pe cale neurală (după Knoch).

d) Aplicații reflexe la distanță pe ganglionii simpatici (ganglionul stelat). Tratamentul aplicat pe zona ganglionului stelat – se recomandă utilizarea ultrasunetului în impulsuri – produce în teritoriul său de distribuție, creșterea temperaturii cutanate și senzație de căldură locală.

Când este cazul, în funcție de patologia bolnavului tratat, se pot asocia cele cinci modalități de aplicație.

Mai adăugăm existența unei modalități speciale de aplicare a tratamentului cu ultrasunete și anume iradierea regiunii hipofizare în scopul inhibării selective a funcției sale perturbate, utilizată în boala Cushing, metastaze neoplazice, sindrom Ménière. Prin utilizarea acestei metode în sindromul Ménière, Arslan relatează 90% vindecări pe 2 000 cazuri.

Pe lângă efectele fiziologice principale menționate mai sus, adăugăm ca efecte secundare, pe cele fibrolitice (legate de fenomenele de „rupere și fragmentare tisulară“) și pe cele antiinflamatorii (explicate prin acțiunile vasomotorii și metabolice).

VII.8. METODOLOGIA APlicațiilor CU ULTRASUNETE

VII.8.1. ALEGAREA FORMEI DE CUPLAJ

a) Cuplajul direct. Este forma cea mai frecvent utilizată. Se aplică pe suprafețele corporale plane, netede și fără leziuni cutanate (fig. 203). Se folosește o substanță (soluție) de contact, care se aplică pe suprafața regiunii tratate. Se recomandă să nu fie rece, pentru a nu provoca o reacție locală de vasoconstricție. Interpunerea unei soluții de contact între capul traductorului și tegument este necesară pentru a se evita reflectarea undelor oscilatorii ale ultrasunetelor de către straturile de aer; pelicula soluției de contact preia energia ultrasonoră emisă prin capul traductorului și o transmite corpului. Dacă stratul substanței de contact este prea gros (în cazul folosirii de unguente), scade acțiunea de profunzime a ultrasunetului. Ca urmare, se recomandă și se preferă utilizarea uleiurilor minerale de



Fig. 203 – Aplicație de ultrasunet în cuplaj direct.

parafină, de vaselină sau a glicerinei. Dacă se urmărește o acțiune mai superficială (în primele straturi tisulare, cutanat și subcutanat), se poate aplica un unguent cu ulei de pește sau altă componentă uleioasă asemănătoare, deci o substanță de contact mai densă, care scade puterea de penetrație în profunzime, dar în orice caz este permeabilă la ultrasunet.

b) Ultrasonoforeza (sonoforeza). Este tot un cuplaj direct, care se realizează cu ajutorul unor substanțe medicamentoase înglobate în soluția de contact, aleasă în funcție de scopul terapeutic urmărit. În aceste condiții, materialul de contact fiind mai dens, se reduce acțiunea de profunzime. După Gatey, pătrunderea medicamentului în tegument cu ajutorul ultrasunetului este calculabilă matematic („indice ultrasonoforetic“) și este direct proporțională cu intensitatea și durata aplicației. Acest indice (efectul în profunzime) este și în funcție de grosimea straturilor tisulare străbătute, caracteristice după constituția anatomică a individului, precum și de starea fiziologică a pielii. O aplicație termică prealabilă poate argumenta pătrunderea medicamentului în tegument, implicit și indicele sonoforetic. Zona tegumentară tratată cu ultrasunet își îmbunătățește capacitatea de resorbție pentru sedințele ulterioare.

c) Cuplajul indirect se face prin intermediul apei (subacval) în băi parțiale (mai frecvent) sau generale (fig. 204). Avantajele metodei: asigură un cuplaj uniform și astfel se pot trata în mod corespunzător regiunile și segmentele corporale cu neregularități de relief (mână, articulația pumnului, picior, gleznă, cot etc.). De asemenea, cu această metodă se pot trata zonele sensibile, cu hiperestezii, precum și regiunile care prezintă plăgi ulceroase și procese infecțioase locale. Tratamentele se efectuează cu traductorul mare.

Vanele (cădițele) în care se aplică tratamentul trebuie să fie confectionate din material rău conducător de electricitate. Dimensiunile acestora trebuie să fie corespunzătoare, în sensul de a nu fi prea mici, deoarece pereții lor reflectă undele ultrasonore care, prin interferare cu mediul lichid, creează un câmp neuniform de

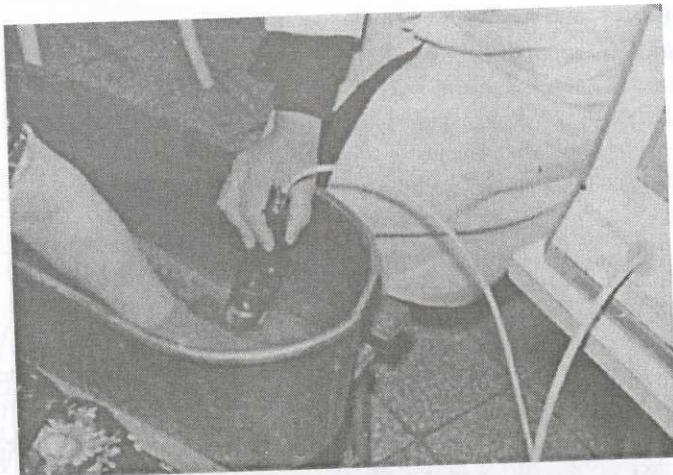


Fig. 204 – Aplicație de ultrasunet în cuplaj indirect.

tratament, precum și posibilitatea producerii de unde staționare. Dopurile pentru orificiile de evacuare trebuie să fie din cauciuc. Temperatura apei trebuie să fie în jur de 36° – 37°C ; temperaturile mai joase scad intensitatea ultrasunetului, iar cele mai ridicate o amplifică. Se recomandă ca apa din vană să fie stătăță, pentru a avea timp să dispară bulele de gaz apărute în apă. De asemenea, este indicat ca miciile bule de gaz formate și aderate de suprafața tegumentului regiunii cufundate în apă – care formează un ecran – să fie îndepărtate înaintea începerii tratamentului (cu mâna, cu o spatulă sau o baghetă). Capul traductorului se aplică paralel cu suprafața regiunii, la o distanță de 2–3 cm, imprimându-i-se mișcări line.

Traductorul se fixează la o tijă cu rol de prelungitor, pentru ca mâna terapeutului să nu vină în contact cu oscilațiile ultrasonore propagate în apă; în lipsa acestuia, terapeutul va folosi obligatoriu o mănușă pentru protecție. În cazul introducerii unei substanțe cu efect terapeutic în apă, utilizarea tijei-prelungitor devine obligatorie.

S-a renunțat la utilizarea unui reflector de unde ultrasonice (care era așezat pe fundul vanei în direcția regiunii tratate), deoarece acesta neuniformizează câmpul de unde.

Stabilirea regiunii tratate. Este vorba de stabilirea de către medic – după examenul clinic amănuntit al cazului tratat și în funcție de obiectivele urmărite – a regiunilor ce trebuie supuse aplicațiilor terapeutice, local sau pe cale neuroreflexă, după cum au fost descrise în capitolul precedent.

VII.8.2. ALEGAREA FORMEI DE ULTRASUNET

a) Ultrasunet în regim continuu.

b) Ultrasunet în regim discontinuu (cu impulsuri). Cum s-a arătat mai înainte (la prezenta proprietăților fizice) această formă prezintă avantajul de a evita sau reduce efectul termic, potențând pe cel analgetic și decontracturant; de asemenea, se presupune că intercalarea pauzelor ar crea posibilități de „refacere tisulară“,

evitând acomodarea și suprasolicitarea țesuturilor tratate. În același context, am prezentat noțiunea de „coeficient de umplere“, adică raportul dintre durata impulsului și perioada de recepție.

Pentru practica terapeutică se recomandă raportul 1/4–1/5 (durata impulsului față de perioada de repetiție). La o frecvență a impulsului de 1 Hz (60 impulsuri/minut), durata perioadei de impulsuri este de 1 s. Mulți autori recomandă frecvența de 50–100 Hz a impulsurilor, care prezintă o bună acțiune analgetică, ca și în domeniul curentilor de joasă frecvență. B. Tschannen a demonstrat electromiografic efecte miorelaxante superioare obținute cu forma us cu impulsuri față de cea continuă. De asemenea, autorii francezi au obținut bune efecte analgetice și miorelaxante cu această formă.

VII.8.3. ALEGAREA TRADUCTORULUI

Traductorul se va alege în funcție de mărimea și forma suprafeței corporale tratate. În cazul suprafețelor mai mari și plane, se va alege traductorul mare (fig. 205). Dacă zona tratată este de dimensiuni reduse sau are un profil mai neregulat (proeminențe articulare, osoase), se alege traductorul mic (fig. 206). Se poate trata și combinat, în funcție de caz, cu ambele dimensiuni în aceeași ședință.

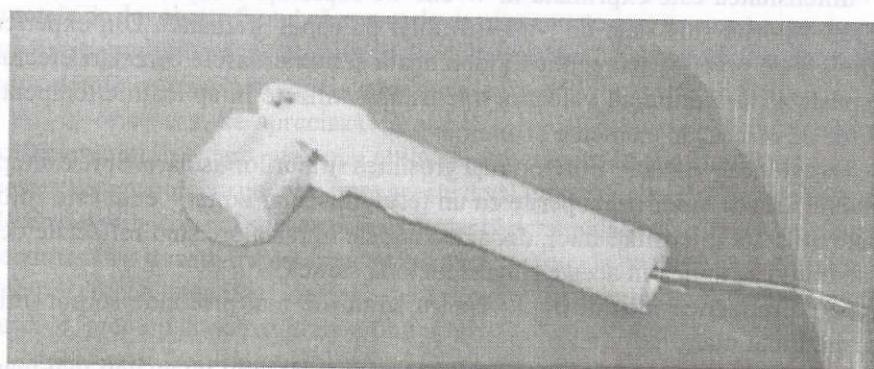


Fig. 205 – Traductor mare.

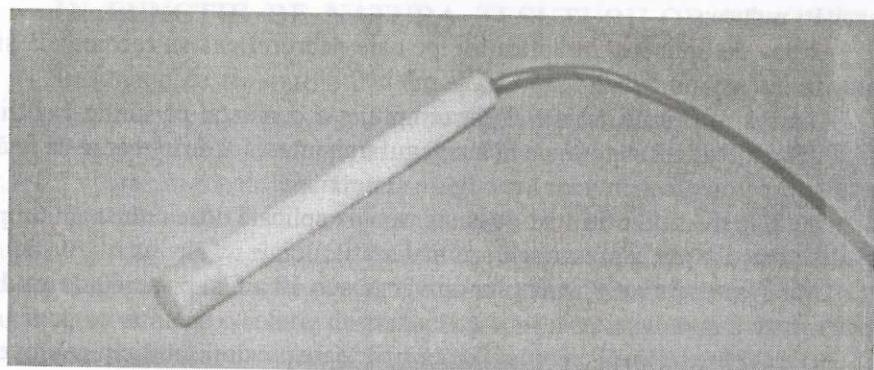


Fig. 206 – Traductor mic.

VII.8.4. MANEVRAREA TRADUCTORULUI

Principalele metode de manevrare în aplicarea traductorului pe regiunea tratată sunt:

a) Metoda cinetică sau dinamică, cea mai frecvent folosită, care are avantajul uniformizării maximelor și minimelor de intensitate, omogenizând efectele ultrasunetului în structuri tisulare diferite. Se execută mișcări lente, în ritm constant, la același nivel, în formă circulară, liniară, în spirală sau sinusoidal.

b) Metoda statică sau staționară. Se utilizează mult mai rar, fiind uneori preferată – sub o formă semistatică (semimobilă) – în aplicațiile pe regiunile ganglionare, radiculare paravertebrale, miogeloze și calcificări tendinoase, executându-se mișcări foarte lente.

VII.8.5. DOZAREA INTENSITĂȚII. PRINCIPII DE DOZARE

Doza energiei ultrasonore aplicate are o mare importanță în conducerea și reușita acestei forme de terapie fizică.

Intensitatea este exprimată în W/cm^2 de suprafață a capului traductorului; mai rar, valorile sunt date de watt-ajul total pe capul „radianț“. Din experiența acumulată de practica terapeutică îndelungată și numeroasele cercetări efectuate s-a constatat fără dubii că valoarea intensității utilizate în aplicațiile terapeutice depinde de o serie de elemente și anume:

- regiunea tratată. Are importanță grosimea straturilor tisulare. Spre exemplu, la nivelul articulațiilor neacoperite cu un țesut muscular bogat – cum este cotul – trebuie utilizate intensități mici, deoarece undele ultrasonore sunt reflectate de os (de aceea nu se aplică în aceste situații metoda statică);

- profunzimea locului tratat. Pentru straturile mai profunde se pot utiliza intensități mai mari;

- forma de cuplaj. În aplicațiile subacvale se prescriu intensități mai mari;
- metoda de manevrare a traductorului. În metoda statică se utilizează intensități reduse;

- calea de aplicare. În aplicațiile pe cale neuroreflexă se recomandă și se utilizează intensități de $0,2\text{--}0,3\text{--}0,5 \text{ W/cm}^2$;

- natura afecțiunii tratate. De exemplu, s-a constatat că multe cazuri de spondilită anquilozantă suportă de la începutul tratamentului doze mai mari față de alte situații patologice, precum nevralgiile și nevritele;

- stadiul afecțiunii. În stadiile acute trebuie aplicate doze reduse, în timp ce în stadiile cronice pot fi prescrise doze mai mari;

- vârstă pacienților. Pacienților cu vârstă sub 18 ani și peste 60 de ani li se prescriu doze mai reduse;

- starea generală a pacienților. La cazurile care prezintă labilități neurovegetative, oboseală, somnolență, cefalee, se recomandă reducerea dozelor.

În ceea ce privește relația dintre intensitate și durata ședinței de aplicație, menționăm că „legea intensitate-durată = constantă“ din domeniul galvanoterapiei nu este valabilă în ultrasonoterapie. Ședințele lungi cu intensitate scăzută au alte efecte decât ședințele scurte cu intensitate mare.

Pentru a fi ușurată în practică, alegerea valorilor de intensitate – în funcție de cazul tratat – acestea au fost împărțite în trei trepte de dozaj. Este interesant și, totodată, important de semnalat că experiența ultimilor 25 de ani a arătat că dozele mici au efecte biologice, fiziologice și terapeutice mai favorabile (Edel, Bergmann, Lange și al.).

În acest context, considerăm sugestiv a prezenta reconsiderarea în timp de către specialiști a treptelor valorice de intensitate optimă pentru tratamentul cu us.

Treptele de intensitate	La început	În anii '60	În monografiile contemporane
Doze mici	0,5–1,5 W/cm ²	0,1–0,5 W/cm ²	0,05–0,4 W/cm ²
Doze medii	1,5–3 W/cm ²	0,5–1,5 W/cm ²	0,5–0,8 W/cm ²
Doze mari	peste 3 W/cm ²	2–3 W/cm ²	0,9–1,2 W/cm ²

O altă consecință practică a acestei noi orientări terapeutice în ceea ce privește treptele de dozaj este faptul că aparatele de ultrasunete care se construiesc în prezent au limita superioară a intensității la valoarea de 2 W/cm² în loc de 3 W/cm², considerată ca inutilă în practica terapeutică.

În orice caz, se apreciază că există o limită inferioară pentru intensitatea tratamentului, sub care nu se mai obțin efecte terapeutice și o altă limită superioară, peste care apar efecte nocive. Între aceste două limite se situează dozele terapeutice, determinabile cel mai adesea prin experiență personală și tatonări. Autorii germani recomandă o dozare treptată, începând cu doze mici la primele ședințe, crescându-se apoi intensitatea dacă se consideră necesar, în funcție de reacțiile imediate și tardive, precum și de rezultatele obținute.

VII.8.6. STABILIREA METODOLOGIEI DE TRATAMENT ÎN FUNCȚIE DE NATURA ȚESUTURILOR TRATATE

În funcție de structurile tisulare tratate sunt necesare o serie de precizări privind tehnica aplicațiilor, legată de particularitățile acestora.

Pentru țesutul cutanat. În general se recomandă intensități mici, de 0,1–0,2 w/cm²; în zonele hiperalgice se utilizează chiar doze mai reduse (0,02 w/cm² după Hintzelmann). Traductorul se manevrează liniar, de-a lungul segmentelor cutanate. În zonele cu rigiditatea cutanată se recomandă aplicația pe zona caudală (distală) a acestora. Dacă se dorește obținerea unui efect mai accentuat în stratul cutanat, se va alege o soluție de contact cu consistență mai densă decât uleiul.

Pentru țesutul muscular. Manipularea traductorului se face fără presiune mare, cu mișcări sinusoidale – spirale, schimbând sensul de mișcare la zonele de inserție,

în direcția fibrelor tendomusculare, nu transversal pe ele. Se vor trata zonele de trecere de la mușchi la tendon, zonele tendinoase și ligamentare. Dozele de intensitate pot fi mai crescute față de tratamentul țesutului cutanat.

Pentru țesuturile articulare și osoase. Când tratăm regiunile articulare, căutăm să le poziționăm cât mai adekvat unei aplicații optime. În cazul tratării fracturilor se vor practica ferestre în aparatul gipsat pentru a putea stimula cu energia ultrasonoră formarea calusului. Zonele cu vascularizație superficială evidentă din vecinătatea articulațiilor se vor evita sau se vor trata cu intensități reduse. Se evită tratarea ectaziilor venoase de pe fața internă a genunchilor. Regiunile coloanei vertebrale se pot trata în ortostatism și în decubit ventral.

Umerii sunt cel mai bine tratați cu brațul în poziție de abducție la 90° și în rotație externă sau internă în funcție de caz. Articulațiile degetelor măini se recomandă să fie mobilizate activ în timpul tratamentului (aplicația în apă), prin mișcări de flexie, extensie, lateralizare. Regiunile cu creșteri osoase aflate la suprafață trebuie evitate (din motivele arătate mai înainte privind reflectarea undelor ultrasonore de țesutul osos).

VII.9. TEHNICA APLICAȚIILOR CU ULTRASUNETE

În încăperea în care se efectuează tratamentul trebuie să existe o temperatură de confort termic. Pațul sau scaunul pe care va fi așezat pacientul trebuie să fie confectionat din lemn. Aparatul de ultrasunete va avea împământarea asigurată.

Organismul trebuie să se afle într-o stare de echilibru termic general; stările febrile sunt contraindicate la tratament. Se recomandă ca în cazul unor extremități cu circulație deficitară, acestea să fie preîncălzite cu scurte băi parțiale calde pentru activizarea circulației generale. Pacientul, inclusiv regiunea tratată, trebuie să se afle în poziții cât mai relaxate. De asemenea, indiferent de metoda de cuplaj aplicată, regiunea tratată nu trebuie să prezinte compresiuni care să stânjenească circulația sanguină locală.

După așezarea pacientului pentru tratament și însușire a prescripției terapeutice se trece la manevrarea aparatului.

Se acționează comutatorul de pornire al acestuia, care poate fi rotativ sau basculant, în funcție de modelul său și ceasul semnalizator fixat la durata prescrisă pentru ședință. Funcționarea traductorului poate fi verificată prin aplicarea unei picături de ulei de parafină sau alcool pe suprafața capului de tratament. Se constată o „fierbere“ a acesteia în momentul intrării în rezonanță a cristalului cu generatorul de înaltă frecvență. Se aplică traductorul pe zona ce urmează a fi tratată și prin acționarea comutatorului de intensitate se fixează la doza prescrisă. Aparatele generatoare de ultrasunet devin tot mai perfecționate. Comutatorul de fixare a intensității poate să permită o cursă continuă de manevrare sau trepte fixe, la valorile înscrise pe cadranul instrumentului de măsură. La încheierea timpului scurs pentru desfășurarea ședinței de tratament, se readuc la pozițiile inițiale comutatoarele pentru dozajul intensității și de pornire a aparatului. Se recomandă ca în timpul

executării procedurii să nu se ridice capul traductorului de pe zona tratată. Aparatele mai noi au adus unele perfecționări precum:

- cuplajul automat cu ceasul;

- ceasul indică timpul efectiv de aplicare a tratamentului, acesta nefuncționând atunci când contactul dintre suprafața traductorului și suprafața cutanată nu este intim (nu se transmite energia ultrasonică);

- permit o dozare mai precisă a intensității: dacă la un moment dat, peste 50% din suprafața capului traductorului nu mai are contact cu tegumentul, are loc o avertizare automată.

Durata ședințelor de tratament variază cu suprafața regiunii tratate, afecțiunea tratată, stadiul evolutiv al acesteia. În general, durata unei aplicații pe o zonă este de 2–5 minute; în cazul tratării articulațiilor mari se ajunge la 6–10 minute. În nici un caz nu se va depăși timpul total de aplicație peste 10–15 minute pe mai multe zone tratate în aceeași ședință. În stadiile acute se aplică ședințe de scurtă durată, în cele cronice durează mai lungi. Durate mai lungi pot fi utilizate în tratamentul cicatricelor cheloide, bolii Dupuytren, calcificărilor tendinoase, sclerodermiei.

Ritmul ședințelor este – în funcție de caz – zilnic sau la 2 zile. Numărul ședințelor va fi, de asemenea, adaptat în funcție de caz, în general 6–15 ședințe. Seria de ședințe se poate repeta – în funcție de rezultatele obținute și scopul urmărit – la 4–6 săptămâni. Mai precizăm că demne de luat în considerație următoarele recomandări:

- aplicația de ultrasunet să nu fie urmată imediat de altă procedură;

- nu este indicată succesiunea terapeutică masaj-ultrasunet sau ultrasunet-masaj în aceeași jumătate de zi (mai ales masajul reflex), deoarece acestea sunt două proceduri cu acțiune asemănătoare ca terapie neuro-reflexă;

- este contraindicată aplicarea concomitentă a roentgenterapiei cu ultrasono-terapia pe aceeași regiune;

- aplicațiile cu ultrasunete pot precedea ședințele de kinetoterapie datorită acțiunii analgetice și miorelaxante ale celor dintăi;

- în anumite afecțiuni se recomandă terapia combinată de sonoterapie cu curenți de joasă frecvență în scopul unei potențări analgetice și miorelaxante (ultrasunet și curenți diadinamici).

VII.10. TERAPIA COMBINATĂ ULTRASUNET CU DIADINAMICI

În 1949, Gierlich a stabilit și relatațat pentru prima dată despre efectul analgetic și hiperemiant al combinației simultane în terapie a ultrasunetului cu curenții excitatori de joasă frecvență. Astfel, Gierlich și Jung sunt cei care aplică primii tratamente cu ultrasunet asociat cu curenți diadinamici, obținând rezultate bune, confirmate apoi de Hilling, Schmieder și alții autori. Acțiunile celor două forme terapeutice de energie se potențează „reciproc“, constatăndu-se obținerea concomitentă a unor certe efecte analgetice (din partea curenților diadinamici) și miorelaxante (din partea ultrasunetului).

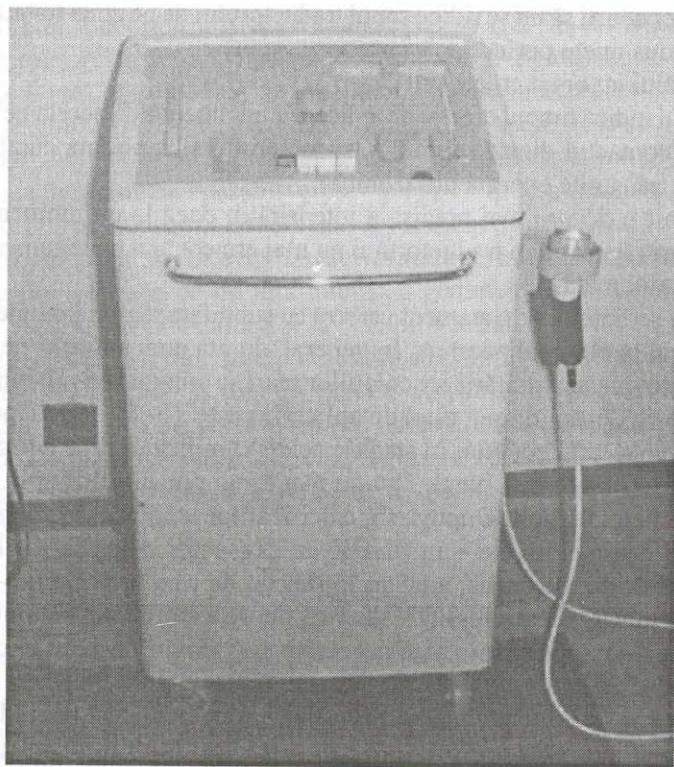


Fig. 207 – Aparatul Sonodynator-Siemens.

După 1965, în S.U.A. și R.F.G. au fost realizate aparate care permit aplicarea simultană a uus cu curenți diadinamici și a căror utilizare s-a extins progresiv rapid. Unul din cele mai cunoscute și utilizate aparate de acest tip în Europa este modelul Sonodynator – Siemens AG – R.F.G. (fig. 207). Prin utilizarea combinată cu aparate din seria modelelor RS, autorii din R.D.G. au aplicat concomitent cu uus și alte forme de curenți de joasă frecvență, precum curenții Trabert și neofaradic în grupuri modulate (Goldbach, Rabbel, Heidenreich).

O primă indicație de utilizare a acestei metode este identificarea și terapia selectivă a punctelor dureroase de natură fibroconjunctivă din cadrul sindromului dureros miofascial (denumire dată de Travell și Rinzler miogelozelor) sau *Trigger-points*. Acestea se vor evidenția sub forma unor „microzone“ circumschreive de culoare roșie și foarte dureroase. Tratarea lor corectă duce însă la o reducere rapidă a durerilor.

Indicațiile terapeutice ale acestei metode sunt reprezentate de cele adresate curenților diadinamici și ultrasunetelor, principalele fiind: sindroamele dureroase vertebrogene, bursitele, tendinozele și tendinitetele, unele artrite și artroze reactive, sechete posttraumatice ale părților moi, sindromul dureros miofascial.

În cadrul tehnicii de aplicare a acestei metode trebuie reținute și respectate câteva elemente caracteristice.

Ca soluție de cuplaj între capul traductorului și suprafața cutanată a regiunii tratate trebuie folosită o substanță specială, care să fie permeabilă pentru ultrasunete, cât și bună conducătoare electric pentru curenți diadinamici, asigurând astfel o transmitere optimă și corespunzătoare a energiei către țesuturile tratate. Consistența mai fluidă a acesteia capătă o importanță deosebită, deoarece tehnica dinamică de tratament presupune o bună alunecare a capului traductorului. Dintre substanțele utilizabile și folosite cităm: Aquasonic (Parker Laboratoires – Irvington – S.U.A.), Glycerolum DAB7 și Glyzerin-Gelee (R.D.G.), Pellamar (România) s.a.

Electrodul activ pentru aplicarea tratamentului îl constituie traductorul de ultrasunet, care va fi racordat la polul negativ. Celălalt electrod este reprezentat de o placă metalică (introdusă bineînțeles, într-un înveliș cu suport textil sau sintetic și bine umezit) racordată la polul pozitiv al aparatului. Traductorului i se imprimă mișcări lente circulare sau longitudinale, cu presiune ușoară. S-a constatat că metodele de manevrare semimobilă și statică sunt greu tolerate de bolnav, producând modificări locale rapide, cu eritem, senzații de arsură dureroasă și necesitând reducerea intensității și a duratei aplicării. De asemenea, s-a constatat că cea mai tolerată și eficientă formă de aplicare a curentului diadinamic este PS precedată de DF. Intensitatea pentru curentul diadinamic va fi de 2–5 mA; pentru ultrasunet, intensitatea se stabilește în funcție de regimul utilizat, continuu sau cu impulsuri. Utilizarea regimului discontinuu impune o intensitate mai mică a curentului diadinamic și o durată mai scurtă a aplicării, deoarece concomitența îi scade toleranța. Trebuie să reținem că intensitățile utilizate vor fi mai reduse față de aplicarea separată a celor două forme terapeutice. Ultrasunetul va fi dozat în general la $0,3 \text{ w/cm}^2$ în stările acute și $0,5\text{--}0,6 \text{ w/cm}^2$ în stadiile cronice (la forma continuă).

Durata unei ședințe este de 6–8 minute (2–3 minute pentru DF și 5–6 minute pentru PS).

Tratamentul se va aplica zilnic sau la 2 zile, în serii de 6–10 ședințe în general (în funcție de cazul tratat). De regulă, când tratamentul este eficient, trebuie să se remarcă efecte locale sesizabile după primele 3–4 ședințe. În cazurile prezentând stări dureroase cronice locale, s-a dovedit utilă repetarea unei serii de ședințe după o pauză de 2–3 săptămâni.

Cele mai bune rezultate s-a constatat a fi obținute în sindromul dureros miofascial (cu patogenie reflexogenă), superioare celor obținute prin utilizarea separată a curenților diadinamici sau a ultrasunetelor.

VII.11. INDICAȚIILE TRATAMENTULUI CU ULTRASUNETE

Aria indicațiilor terapeutice ale undelor ultrasonore este destul de mare. Ea s-a largit în ultimii 15–20 de ani, în urma cunoașterii și stăpânirii mai temeinice a feluritelor căi de acțiune și modalități de aplicare ale ultrasunetelor (prezentate în prima parte a acestui capitol), precum și a rezultatelor obținute și comunicate de numeroasele cercetări și studii clinico-terapeutice efectuate.

Fără îndoială că (la fel cu alte forme ale electroterapiei) în unele domenii de patologie se obțin rezultate terapeutice bune și foarte bune, a căror evidență este indubitatibilă, ultrasunetele având o indicație selectivă și prioritată, în vreme ce în alte domenii, rezultatele ce se pot obține nu le recomandă ca pe un tratament de bază, dar ele pot constitui proceduri adjuvante eficiente, ca și componente ale complexului terapeutic aplicat. În afecțiunile pe care le considerăm mai cunoscute ca indicații ale ultrasonoterapiei, recomandăm să se țină seama de noțiunile expuse la capitolul metodologiei terapeutice; pentru alte situații patologice vom prezenta câteva detalii suplimentare.

Patologia aparatului locomotor de cauză reumatismală

– Reumatism degenerativ – artroze, spondiloze. Cu titlu de interes statistic, prezentăm rezultatele obținute de două cercetări mai reprezentative. Mihailova comunică un procent de 95% ameliorări clinice pe un lot de 101 artrozici tratați cu ultrasunet continuu și cu impulsuri (cu sau fără sonoforeză). Winterfeld și Conradi comunică pe un lot de 102 gonartroze de stadiile I și II, ameliorări de 84% la aplicarea us cu impulsuri și de 78% la cel continuu.

– Reumatism inflamator cronic – artrite și spondilite – în acestea din urmă obținându-se rezultate favorabile de durate variabile.

– Reumatism abarticolar: mialgii, tendințe, tendinoze, PSH, epicondilite, sindrom miofascial dureros, periosteze, algodistrofia „esențială“, sindromul Sudeck, radiculopatii spondilogene cervico-dorsalo-lombare.

Patologia aparatului locomotor de natură traumatică și ortopedică

– Fracturile recente. Pe baza rezultatelor experimentale obținute pe animale s-au introdus în clinica umană tratamente cu ultrasunete pentru accelerarea consolidării fracturilor recente (s-a constatat că se poate scurta perioada de calusare cu 50%); scurtarea perioadei de vindecaare depinde de localizarea fracturii. La oasele superficiale, rezultatele sunt mai bune datorită procentului crescut de absorbție a energiei ultrasonore.

Menționăm rezultatele obținute într-un studiu comparativ efectuat pe două loturi a către 100 de cazuri cu fracturi de radius, din care unul a constituit lotul martor și cel de-al doilea a fost tratat cu ultrasunete. La o săptămână de la imobilizare, printr-o fereastră practicată în gips s-au aplicat 4–6 ședințe de us a către 2 minute cu $0,2 \text{ w/cm}^2$ la 2 zile. S-au obținut rezultate evidente în ceea ce privește durata medie de consolidare (41,6 zile față de 70,7 zile), durata medie a incapacității de muncă (37,6 zile față de 64,3 zile), aspectul foarte bun al structurii osoase (nu s-au semnalat demineralizări comparativ cu partea sănătoasă) și evoluția fără complicații.

În alt studiu efectuat pe fracturi ale scafoidului carpian, Knoch, Dominak și Edel au aplicat la 3 săptămâni de la imobilizare, 6–8 ședințe de us; după 5 săptămâni fracturile erau consolidate și în a 6-a săptămână, funcția articulară era normalizată. Incapacitatea de muncă a fost de 16 săptămâni la lotul de control și de 8 săptămâni la cel tratat cu ultrasunete.

Urmărind durata de vindecare a fracturilor de la alte diferite niveluri, comparativ pe loturi martor și loturi tratate, autorii din R.D.G. comunică următoarele rezultate:

- fracturi de humerus: 12 față de 6 săptămâni;
- fracturi de olecran: 9 față de 5 săptămâni;
- fracturi ale oaselor gambei: 18 față de 11 săptămâni;
- fracturi ale gleznei: 10 față de 6 săptămâni.

Întârzierea formării calusului. În cadrul unor observații clinico-terapeutice, Hippel și Uhlmann au descoperit cu peste 15 ani în urmă că fracturile cu întârziere a calusării își accelerează consolidarea prin tratamente cu ultrasunete (studiu efectuat pe 300 de cazuri cu fracturi având diferite localizări, toate ajungând la consolidare).

Indicația ultrasonoterapiei în calusarea întârziată este considerată ca valabilă și eficace când fractura se află în apropierea suprafeței corporale, când intervenția chirurgicală nu este recomandată din motive locale sau generale, când repausul îndelungat este dăunător stării generale.

Cuplajul capului traductorului se face cu ulei mineral, acestuia imprimându-i-se mișcări circulare. Se aplică ședințe de $0,1\text{--}0,4 \text{ W/cm}^2$ a câte 2 minute la 2 zile, în total 20 de ședințe. Primul control radiologic se face după primele 10 ședințe. În fracturile de scafoid și alte oase ale carpului se aplică 30 ședințe a $0,1\text{--}0,2 \text{ W/cm}^2$, timp de 5–6 săptămâni.

– Contuzii, entorse, luxații, hematoame, algodistrofii posttraumatice. Scopul aplicațiilor de ultrasunet este motivat de efectul analgetic și resorbțiv. În medicina sportivă, tratamentul se începe imediat; în fizioterapie se începe de obicei la sfârșitul stadiului acut. Dimensiunea capului traductorului se alege după mărimea regiunii tratate. Intensitatea aplicată: se începe cu $0,05\text{--}0,1 \text{ W/cm}^2$ și se poate crește la $0,2\text{--}0,5 \text{ W/cm}^2$; durata ședințelor va fi la început de 2 minute și poate fi crescută la 3–5 minute; ritmul ședințelor – zilnic sau la 2 zile; numărul ședințelor, 6–10.

– Posturi vicioase, scolioze, deformări ale piciorului. Ultrasunetele constituie un tratament adjuvant, în scopul relaxării spasticității grupelor musculare și acțiunii asupra miogelozelor existente.

Tratamentul poate fi aplicat în apă sau prin cuplaj cu ulei. După caz, se recomandă ultrasonorizarea locală cu ședințe de $0,2\text{--}0,5 \text{ W/cm}^2$ a câte 3–5 minute și aplicațiile segmentare indirecte paravertebral, $0,1\text{--}0,2 \text{ W/cm}^2$ a câte 3 minute, în serii de 8–15 ședințe.

Afecțiuni dermatologice

Cicatrice cheloide, plăgi atone, ulcere trofice ale membrelor. În cicatricile cheloide se recomandă utilizarea soluțiilor de fibrinolizină 50% înglobată în glicerină (Sieler). În ulcerul aton al gambei sunt indicate numai formele scleroase, caloase. Se recomandă inițial aplicațiile segmentare directe pe cale neurală cu intensitate până la $0,5 \text{ W/cm}^2$ și mai târziu, aplicațiile locale, cu $0,1 \text{ W/cm}^2$ (în apă sau prin substanțe de cuplaj).

Afectări locale sau generale ale țesutului colagen

În fibrozite, dermatomiozite, miozite, sclerodermia progresivă, se obțin rezultate inconstante.

În retracția aponevrosei palmare Dupuytren se aplică frecvent, cu rezultate satisfăcătoare. Se recomandă utilizarea unguentelor cu alfachimotripsină, hiason, aminozină, în sedințe de 0,3–0,5 W/cm², serii de 12–14 sedințe repetate la 3–4 luni.

Afectiuni neurologice

– Nevralgii și nevrite. Se recomandă aplicarea regimului cu impulsuri pentru potențarea efectului analgetic în dauna celui termic. Au acțiune simpaticolitică și trofică. Sunt contraindicate în stadiile acute, pareze, nevrite infecțioase și toxice, stări febrile. În nevralgiile vertebrogene (spondilogene) se preferă aplicațiile segmentare paravertebrale în sedințe de 0,05–0,3 W/cm² a câte 3–5 minute. În partea a doua a seriei de sedințe se poate trata local cu regim continuu sau cu impulsuri, cu sedințe de 0,05–0,1 W/cm² la 2 zile, serii de 8–10 sedințe; se vor căuta pozițiile de relaxare maximă a musculaturii afectate.

– Sechelele nevralgice după Herpes Zoster Arnim, Rullfs, Walther și alții autori recomandă acest tratament în cazurile de sechele recente și rebele la tratamentele clasice. Se pot aborda următoarele căi de aplicatie: segmentar direct pe cale neurală, segmentar indirect paravertebral la nivelul rădăcinilor și combinat paravertebral în segment și dermatom, precum și pe zonele dureroase. Se preferă ultrasunetele cu impulsuri; ca substanță de cuplaj se recomandă cele cu bor în zonele cutanate dureroase și cele cu ulei în zonele paravertebrale. Intensitatea utilizată va fi de 0,05–0,1 W/cm² în zonele hiperalgice și de 0,2–0,3 W/cm² în zonele reflexogene. Durata sedințelor de 5 minute, ritmul – la 2 zile, în serii de 6–12 sedințe.

– Nevroamele amputațiilor. Se recomandă aplicații segmentare paravertebrale la nivelul rădăcinilor nervoase, cu 0,1–0,2 W/cm² a câte 3–5–8 minute și locale cu 0,05 W/cm², a câte 1–3 minute, în serii de 12 sedințe; primele 6 sedințe pot fi aplicate zilnic și următoarele, la 2 zile.

– Distrofia musculară progresivă (Erb). Justificarea aplicațiilor de ultrasunet în această suferință este susținută de următoarele efecte: ameliorarea circulației locale și a metabolismului, acțiunea asupra SNV și profilaxia contracturilor grupelor musculare antagonice contracturate. Se preferă regimul de us cu impulsuri. Se pot aplica segmentar pe cale neurală cu 0,1–0,2 W/cm² (3–5 minute) și în sedințe de 0,1 W/cm² (1–2 minute) pe musculatura contractată și pe grupele musculare atrofiate în care sunt intercalate fascicule musculare contracturate; o serie va cuprinde 12–15 sedințe. Ca substanță de contact este recomandat uleiul de germani de grâu; ritmul sedințelor 3–5 pe săptămână.

– Sindroame spastice și hipertone de cauză piramidală și extrapiramidală (după Kihn, Denhoff și Robinault). Scopurile aplicațiilor de us în aceste afecțiuni: scăderea tonusului musculaturii spastice, îmbunătățirea metabolismului local, influențarea proceselor de depolarizare la nivelul membranei celulare. Se tratează grupele musculare spastice și hipertone din pareze centrale, scleroza multiplă, hemiplegii spastice, sindrom Parkinson.

Contraindicații: stadiile inflamatorii, recidivele active, stările febrile, TBC, neoplaziile, starea generală alterată. Tratamentul trebuie aplicat în poziții optime de relaxare și întindere. Se tratează în primul rând (de preferință) musculatura proximală. În prealabil se aplică proceduri umede calde. Se utilizează doze mici de $0,05 \text{ W/cm}^2$, cu manevrări de-a lungul grupei musculare spastice. În caz de răspuns favorabil, se continuă cu această intensitate; în caz de răspuns nefavorabil, aplicațiile se intrerup. Dacă răspunsul terapeutic permite, intensitatea poate fi crescută până la maximum $0,2 \text{ W/cm}^2$. Durata ședinței 2–5 minute; ritmul – 3 pe săptămână; numărul ședințelor pe serie 12. Ca substanță de cuplaj se recomandă uleiul de germenii de porumb. În zilele fără aplicații de ultrasunete se recomandă efectuarea unor programe de kinetoterapie analitică.

Afecțiuni circulatorii

– Arteriopatiile obliterante și angioneuropatiile de stadiile I și II constituie o indicație după Fontaine, care susține că ultrasonoterapia urmărește reducerea sau întreruperea hipertoniei simpatice. După același autor, contraindicațiile sunt reprezentate de stadiile III și IV, manifestările acute, ateroscleroza avansată, coronaropatiile. Se utilizează aplicațiile reflexe paravertebrale și neurale. Pentru membrele superioare pe dermatomioamele C_3-T_5 (paravertebral), pe marginea mușchiului marele dorsal și periaxilar. Pentru membrele inferioare pe dermatomioamele T_6-S_5 (paravertebral) pe marginea inferioară a sacrului, marele trohanter, traseul iliotibial, creasta iliacă, triunghiul Scarpa. Se aplică $0,2-0,3-0,5 \text{ W/cm}^2$ timp de 5–8 minute, la 2 zile, în total 12–15 ședințe pe serie. În orice caz, trebuie să apreciem metoda ca un tratament complementar și cu rezultate mai mult sau mai puțin evidente.

– Boala Raynaud. Se recomandă iradierea ganglionului stelat în regiunea laterocervicală inferioară, imediat supraclavicular, în dreptul vertebrelor C_7-T_1 , cu doze de $0,03-0,02 \text{ W/cm}^2$, timp de 1–3 minute și paravertebral dorsal pe direcția lanțului ganglionar simpatic, cu doze de $0,4-0,6 \text{ W/cm}^2$, timp de 4–6 minute. Adesea este un tratament adjuvant valoros.

Afecțiuni din cadrul medicinii interne

În literatura medicală de specialitate se relatează mai mult despre tratamentul cu ultrasunet al unor suferințe respiratorii și digestive cronice.

În bronhopatiile cronice și astmul bronșic se aplică ultrasonoterapia cu rezultate inconstante. În gastrite, ulcer gastroduodenal, constipație cronică, diskinetizii biliare, rezultatele diferă în funcție de cazurile tratate și autor.

Andreeva comunică ameliorări clinice la bolnavii de ulcer care au fost tratați cu ultrasunete (în complexul terapeutic dietă, gimnastică medicală, duș circular și us) în aplicații pe peretele abdominal anterior (arii de 200 cm^2) și pe două câmpuri paravertebrale dorsale în zona T_7-T_{12} , cu serii de 10–12 ședințe a 6–10 min.

În orice situație de abordare cu us a unor afectări ale organelor interne, autorii germani arată că va trebui precizat foarte corect diagnosticul bolii, stadiul afecțiunii și se vor evita stadiile de manifestare acută. Se vor utiliza aplicațiile reflexogene directe, indirecte și pe zonele ganglionilor vegetativi; ei aplică doze de $0,05-0,3 \text{ W/cm}^2$, cu durate de 2–3 minute pe o zonă.

Ginecopatii

Aniškova (U.R.S.S.) a comunicat rezultatele obținute în urma tratamentului cu ultrasunete a 336 femei cu suferințe inflamatorii cronice uterine (aplicații abdominale și paravertebrale lombar cu doze de $0,4\text{--}1 \text{ W/cm}^2$). Au fost obținute 86% vindecări și 10% ameliorări; la 88 bolnave s-a realizat dezobstruarea trompelor, iar 58 au rămas gravide. Mecanismul principal de acțiune în aceste cazuri este pus pe seama acțiunii decongestive realizate de eliberarea masivă de histamină din mastocite, produsă de ultrasunete.

VII.12. CONTRAINDICAȚIILE ULTRASONOTERAPIEI

Contraindicații generale

- Modificări tegumentare, afecțiuni cutanate diverse (infecțioase, inflamatorii, nervi etc.) tulburări de sensibilitate cutanată.
- Tulburări de coagulare sanguină, fragilitate capilară de orice natură.
- Stări generale alterate, cașexii.
- Tumori în toate stadiile evolutive, atât pre- cât și postoperator.
- Tuberculoza activă, indiferent de stadiu și localizare.
- Stări febrile de cauze cunoscute sau necunoscute.
- Fenomene inflamatorii acute de orice natură.
- Reumatismul articular acut.
- Insuficiența cardio-circulatorie, insuficiența coronariană, tulburările de ritm cardiac.
- Suferințele venoase ale membelor – tromboflebite, tromboze, varice.
- Calcificarea progresivă a pereților arteriali.

Contraindicații speciale

Este contraindicată aplicarea ultrasunetelor pe zonele corespunzătoare unor organe și țesuturi, precum creierul, măduva spinării, ficatul, splina, uterul gravid, glandele sexuale, plămâni, cordul și marile vase; de asemenea, nu se vor face aplicații pe zonele de creștere ale oaselor la copii și adolescenți.

CAPITOLUL VIII

FOTOTERAPIA

VIII.1. ISTORIC

Un capitol aparte și de interes deosebit în cadrul ariei foarte largi de aplicare în medicină a agenților fizici, îl constituie utilizarea terapeutică a energiei radiante luminoase.

Particularitățile ei deosebite sub mai multe aspecte – fizic, chimic, biologic, fiziologic – precum și efectele benefice asupra multor suferințe și deficiențe ale organismului omenesc au trezit interesul oamenilor din Antichitate.

Acest interes deosebit ne-a determinat să prezentăm o trecere în revistă a unui întreg sir de observații și descoperiri în acest domeniu legat de medicină, pe care îl considerăm ilustrativ și instructiv.

Primul care a făcut asocierea dintre soare și creșterea și dezvoltarea oaselor a fost Herodot, în secolul al V-lea î.e.n.; de altfel, grecii antici au folosit helioterapia, urmare, bineînțeles a observațiilor și constatărilor corespunzătoare epocii.

La romani, Plinius sfătuia pe cei cu suferințe articulare să se expună la soare, Galen și Paracelsus recomandau soarele pentru bolnavi, mai ales celor suferinzi de sciatică; de asemenea, surse istorice menționează că soția împăratului roman Gallienus a fost trimisă la Nicea pentru helioterapie!

După o lungă perioadă „cenușie“ de altfel pentru întreaga istorie a civilizației omenirii, la sfârșitul secolului al XVIII-lea și începutul secolului al XIX-lea, preocupările revin în actualitate.

Prima aplicație dozată progresiv a helioterapiei se datorește francezului J.F.Cauvin, la începutul secolului al XIX-lea și germanului L. Loebel la Jena (în afecțiuni reumatice).

Mulți alți autori încep să recomande „băile de soare“ în tratamentul unei sfere mai largi de afecțiuni – reumatism, atonii musculare, stări hipostenice generale, rahițism, scrofuloză etc. – precum: J.W. Döbereiner, C. Lachaise, A. Hautrive, J. Pereira, W.F. Edwards, H. Lebert, Hufeland, Schreiber, A. Bonnet, J.H. Bonnet, J.H. Bennet, E. Millioz, A. Rickli, A. Wise. Încep să apară și preocupările pentru studierea fizică a energiei luminoase și sursele de generare artificială ale sale. Prima producere artificială de raze ultraviolete se datorește lui Humphrey Davy, care, în 1802, a creat un arc voltaic prin alăturarea a două bucăți de cărbune. În 1842, Becquerel a fotografiat întregul spectru solar, inclusiv și razele ultraviolete.

În anul 1868, fizicianul suedez Anders Jens Ångström publica rezultatele studiului său în care a alcătuit o hartă a lungimilor de undă a spectrului invizibil (mai târziu, în onoarea sa, unitatea etalon a lungimii de undă a fost denumită cu Ångström, $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$).

Primii care au sesizat și menționat efectul bactericid al lungimii au fost A. Downes și T.P. Blunt (1877), Duclaux (1885) și Marshall; în anul 1892, Ward menționează că efectul bactericid se datorește razelor ultraviolete, iar Bernhard și Morgan precizează că acesta este specific RUV de 329 milimicroni.

În a doua jumătate a secolului al 19-lea, Niels Finsen (1860–1904), observând rezultatele tratamentului lupusului tuberculos cutanat cu ultraviolete naturale și artificiale, a realizat prima lampă generatoare de raze ultraviolete, cu arc voltaic cu electrozi de cărbune (1893), tratând apoi cu aceasta primele cazuri de lupus TBC (1896–1897).

Cările pentru dezvoltarea surselor de RUV artificiale sunt astfel deschise. În 1852, E.H. Jackson realizează la Londra prima lampă cu mercur cu doi electrozi de cărbune; în 1853, Christopher Binks patentează lampa cu doi electrozi de cărbune înciși în tub de sticlă; în 1892, fizicianul Leo Arons din Berlin descoperă faptul că, folosind un curent electric care străbate mercurul din tubul lămpii, razele emise sunt mai bogate în ultraviolete decât fluxul produs de arcul de cărbune; în 1903, W.C. Heranes creează lampa cu cuarț, aplicată terapeutic în 1904 de E.L. Kromayer; o altă noutate este adusă de Broco, care introduce în lampa generatoare un filament de cărbune la polul pozitiv și un element de fier la polul negativ; în 1916, Simpson adaugă tangsten la compoziția electrozilor pentru îmbogățirea spectrului de ultraviolete. Urmează apoi descoperirea rolului RUV în producerea vitaminei D: în 1925, Windhaus și Pohl și, în 1926, Rosenheim și Webster descoperă faptul că ergosterolul este precursorul vitaminei D în tegumentul iradiat cu UV, iar în 1927, același Windhaus, împreună cu Hess, decretă că provitamina antirachitică este ergosterolul. Efectul de pigmentare cutanată consecutivă expunerii la RUV a fost menționat prima dată în anul 1885 de P.G. Unna – confirmat de Widmark în 1889. Eritemul produs de ultraviolete a fost descris întâi de J.Saidman în 1925 (descrie 4 grade de eritem), apoi Keller în 1927 și Gassul, Eidenow, Russell, Humphris și Meyer confirmă și completează datele cercetărilor asupra eritemului actinic.

Psoriazisul a fost tratat pentru prima dată cu RUV artificiale de Sardemann (citat de Bach).

În fine, primul care a instalat și folosit lămpi de ultraviolete cu cuarț pentru distrugerea unor bacterii patogene într-o sală de operație (stafilococi), a fost Deryl Hart, în anul 1935.

VIII.2. PROPRIETĂȚI FIZICE

Fototerapia sau „terapia cu lumină“ reprezintă utilizarea acțiunii asupra organismului a energiei radiante luminoase. Ea poate fi naturală – lumina solară sau artificială – furnizată de spectrele de iradiere emise în anumite condiții de corpurile încălzite. Utilizarea în scop terapeutic a luminii solare este denumită helioterapie. Energia radiantă luminoasă furnizată de aparatelor medicale este rezultatul transformării energiei electrice.

Energia radiantă luminoasă este studiată de Optică, sub toate aspectele: natura luminii (optica fizică) și fenomenele de propagare ale luminii (optica geometrică).

În fizică, lumina este considerată un ansamblu de fenomene obiective de aceeași natură, care constau în propagarea unor unde transversale electromagnetice care transportă energie sub formă de fotoni. Această definiție sintetizează de fapt cele două teorii acceptate de studiile asupra naturii luminii – teoria „emisiunii“ (sau corpusculară sau cuantică) și teoria electromagnetică. Fiecare dintre acestea explică o serie de proprietăți ale radiațiilor luminoase.

VIII.2.1. PROPRIETĂȚILE FUNDAMENTALE ALE LUMINII

Propagarea rectilinie într-un mediu omogen. Este demonstrată de producerea umbrelor bine conturate de către obiectele opace expuse la surse mici de lumină și de obținerea imaginilor răsturnate în „camera obscură“. Viteza de propagare a luminii în vid este de 300 000 km/s, în timp ce la trecerea prin diferite medii (aer, apă, sticlă etc.) viteza de propagare este mai mică. Când fascicul de lumină întâlnește suprafața de separare a două medii transparente cu densități diferite, o parte din fascicul este reflectată, iar o parte se refractă.

Reflexia luminii este reîntoarcerea ei în mediul din care provine, raza reflectată fiind în același plan cu raza incidentă, iar unghiul de reflexie este egal cu unghiul de incidentă.

Refracția este deviația pe care o suferă raza de lumină (fascicul luminos) la trecerea ei prin suprafața de separare a două medii cu densități diferite. Raza refractată se află în același plan cu raza incidentă, însă unghiul de refracție este diferit de unghiul de incidentă, raportul dintre sinusurile lor fiind o mărime constantă pentru două medii date, denumită indice de refracție.

O altă caracteristică a razelor luminoase este lipsa perturbației reciproce în cazurile în care se intersectează, fiecare din ele propagându-se independent.

Interferența. Este fenomenul de „componere“ a undelor luminoase cu aceeași direcție de propagare, formând „bandele“ luminoase și întunecate.

Difractia. Este fenomenul de curbare a traiectoriei luminii în regiunea umbrei geometrice.

Polarizarea. Dependența intensității razelor de lumină reflectate față de orientarea planului de incidentă.

Propagarea rectilinie a luminii a putut fi explicată de ipoteza emisiunii sau „corpusculară“ (flux de particule emise de o sursă de lumină), dar aceasta nu putea explica alte proprietăți și fenomene (lipsa perturbației reciproce, interferența, difracția).

S-a încercat apoi explicarea acestora prin teoria ondulatorie a luminii elaborată de Huygens la sfârșitul secolului al XVII-lea (propagarea undelor luminoase în eter). Nici această teorie, nici încercarea lui Newton de a cupla ambele teorii (la începutul secolului al XVIII-lea) nu au reușit să explice corect fenomenele de difracție și interferență. Un pas înainte s-a realizat prin descoperirea și descrierea undelor electomagnetică de către Maxwell (1873). Astfel, a luat naștere teoria

electromagnetică a luminii, care a explicitat un număr mare de proprietăți ale acesteia (reflexia, refracția, interferența, difracția, difuziunea), dar nu și o serie de fenomene și fapte experimentale descoperite ulterior (emisia și absorția, legile experimentale ale corpului negru, emisiunile de raze spectrale, efectul fotoelectric, difuziunea cu schimbarea lungimii de undă etc.). Numai admisând că energia radiantă are o structură discontinuă se pot explica aceste particularități și fenomene.

Astfel s-a reactualizat existența unor particule de lumină, numite fotoni. Teoria fotonică (cuantică) a luminii (bazată și pe descoperirile lui Planck) stabilește că particulele fotonice au o anumită cantitate de energie și capacitate de mișcare și că lumina este emisă și absorbită în cantități discrete de energie. Ipoteza corpusculară a luminii a fost elaborată de Einstein care a admis că lumina este un flux de particule „discrete“, denumite la început cuante și apoi fotoni.

Aspectul ondulatoriu al luminii. Se bazează pe radiația electromagnetică, care este o vibrație sinusoidală transversală care se propagă în vid cu o viteză constantă de $3 \cdot 10^{10}$ cm/s. În spațiu, această radiație este constituită dintr-un câmp electric și un câmp magnetic, perpendicularare între ele și pe direcția de propagare. Radiațiile electromagnetice se caracterizează prin:

- lungimea de undă (λ), care reprezintă perioada ei în spațiu, exprimată în unități angström (1 Å = a zecea milioana parte dintr-un milimetru);
- frecvența (numărul de vibrații pe secundă);
- perioada de timp;
- numărul de unde pe centimetru.

Cantitatea de radiație (intensitate) se măsoară prin cantitatea de energie transportată pe unitatea de timp și se exprimă prin ergi/secundă sau wați.

Se cunoaște o gamă vastă de unde electromagnetice, prezentând o serie de deosebiri calitative; ele se constituie într-un spectru și sunt clasificate în funcție de lungimea lor de undă, care variază într-un larg evantai, de la mărimi de kilometri, până la valori minime de 0,00001 milimicroni (fig. 208).

Se remarcă din această diagramă că radiațiile luminoase propriu-zise, care fac obiectul fototerapiei, cuprind numai zonele radiațiilor infraroșii, a radiațiilor vizibile și a celor ultraviolete, ocupă o serie restrânsă din întregul spectru electromagnetic.

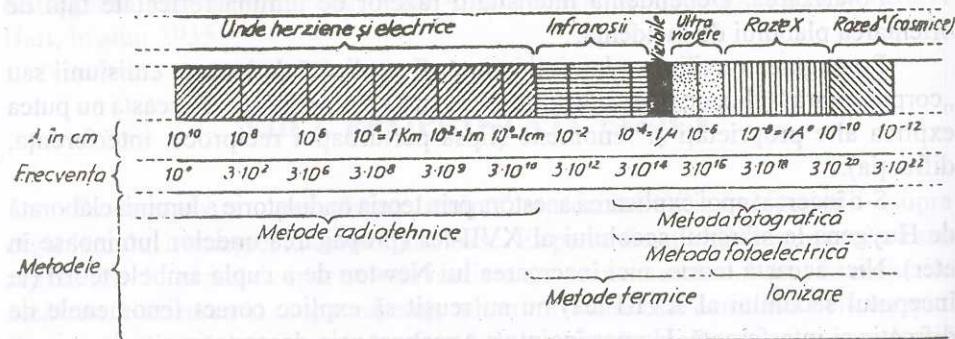


Fig. 208 – Spectrul undelor electromagnetice.

Spectrul radiațiilor infraroșii, denumite și radiații calorice, ocupă domeniul lungimilor de undă cuprinse între 760 milimicroni (dincolo de culoarea roșie) și 50 microni. Aceste radiații nu impresionează ochiul. Ele sunt emise de aceleasi surse ca și cele vizibile, adică de corpuri incandescente, de gaze aduse la luminiscență prin descărări electrice etc. Razele infraroșii pot fi puse în evidență prin metode fotografice, fotoelectrice, termice, în funcție de mărimea lungimii de undă.

Spectrul radiațiilor vizibile – undele luminoase – impresionează retina și ocupă o zonă foarte limitată a spectrului electromagnetic, cu lungimi de undă cuprinse între 770 și 390 milimicroni. Aici se găsesc benzile celor 7 radiații care formează culorile componente ale luminii albe (tabelul cu spectrul luminii).

Spectrul radiațiilor ultraviolete, situat dincolo de violet, are lungimi de undă cuprinse între 400 și 10 milimicroni. În terapie se utilizează numai cele cu λ cuprinsă între 400 și 180 milimicroni. Acest domeniu de ultraviolete se subîmparte în 3 regiuni după cum vom vedea mai departe, la prezentarea efectelor RUV.

Aspectul corpuscular sau fotonic al luminii

Este dovedit de fenomenele de emisiune și absorție a luminii, precum și de fenomenele fotoelectrice. Emisiunea de energie de către corpuri se face prin incandescență și luminiscență. Emisiunea prin incandescență materiei sau emisiunea termică apare în cazul încălzirii corpurilor. În funcție de cantitatea de energie calorică absorbită, un corp încălzit emite radiații cu diferite lungimi de undă. Orice corp care absoarbe complet toate radiațiile pe care le primește ia denumirea de „corp negru“. Au fost stabilite legi experimentale ale corpului negru care demonstrează legăturile dintre gradul de încălzire a corpului și lungimea de undă a radiațiilor emise și care au permis să se afirme că emisiunea de lumină este corpusculară, sub formă de cantități discrete de energie, emise discontinuu. Unele corpuri opresc în totalitate sau în parte radiațiile. Sticla ordinată nu permite trecerea radiațiilor ultraviolete cu lungimi de undă mai mici de 10–15 milimicroni, de aceea, lămpile cu mercur emițătoare de ultraviolete sunt făcute din sticlă de quarț, care permite trecerea RUV până la 150 milimicroni. Sticla de plumb oprește o mare cantitate din radiațiile infraroșii. Există sticlă care absoarbe selectiv anumite radiații vizibile. Cu ajutorul unor filtre de sticlă specială (cu săruri de cobalt, crom, cupru etc.) se poate aplica în terapeutică numai un anumit tip de radiații luminoase.

Emisiunea prin luminiscență sau emisiunea rece nu se face prin consum de energie calorică de către corpul emițător, ci pe baza unor procese chimice, electrice, mecanice sau biologice. Indiferent de tipul de energie care stă la baza fenomenului de emisiune, energia este necesară pentru a smulge moleculelor sau atomilor electroni care sunt expulzați, iar prin rearanjarea electronilor se emit cuante de energie luminoasă – fotoni. Acești fotoni au energii diferite. Cea mai mică energie o au fotoni corespunzători razelor infraroșii îndepărtate, cu lungimi de undă mari, iar cea mai mare energie o au cei corespunzători razelor Röntgen și razelor gamma ale elementelor radioactive.

Caracterul corpuscular al luminii a fost confirmat și de cercetările fenomenului sau „efectului“ fotoelectric. Acesta constă în „smulgerea“ de electroni, corpurilor

supuse la acțiunea luminii. Numărul de electroni emiși depinde de intensitatea radiației luminoase, iar viteza maximă a acestora, de frecvența radiației luminoase.

Cele două teorii asupra naturii luminii – teoria ondulatorie sau electro-magnetică și teoria corpusculară, fotonică sau cuantică – trebuie admise și interpretate laolaltă în înțelegerea acestui proces complex, valabilitatea ambelor fiind verificată în practică de fizica atomică modernă.

VIII.3 ACȚIUNEA FIZICO-CHIMICĂ A LUMINII

VIII.3.1. EFECTUL TERMIC

Radiațiile infraroșii, cele vizibile cât și radiațiile ultraviolete au proprietatea de a fi absorbite de ecrane sau corpuri interpuse și de a se transforma în căldură. Efectul termic al radiațiilor infraroșii este mai puternic decât al celor luminoase și ultraviolete. Radiația termică este realizată de fenomenele intime de oscilație ale particulelor încărcate din atomi și molecule, fenomene studiate de termodinamica radiației. Orice radiație a unui corp este însoțită de pierdere de energie. Radiația termică este energia radiantă emisă de corpurile incandescente. Tipul de radiație luminoasă (caracterizat prin lungimea de undă) și intensitatea acesteia sunt determinate de gradul de încălzire a corpului emițător. Cu cât corpurile au temperaturi mai ridicate, cu atât puterea lor de radiație termică este mai mare. Corespunzător cu ridicarea progresivă a temperaturii corpului incandescent, acesta poate să emite alături de radiațiile infraroșii, radiații vizibile și ultraviolete (stare de incandescență albă).

În general, corpurile emit și absorb energie radiantă. Fenomenele de absorție și emisiune a energiei radiante de către corpi au fost studiate cu ajutorul aşa-numitului „corp negru“; acesta poate să absoarbă complet, la orice temperatură, orice energie radiantă luminoasă de orice compoziție. Aceste fenomene se petrec conform anumitor legi stabilite experimental (legile experimentale ale corpului negru).

Legea lui Kirchoff enunță că raportul dintre puterea de emisie și puterea de absorție nu depinde de natura corpului, ci este pentru toate corpurile aceeași, funcție de lungimea de undă λ și de temperatura T .

Legea lui Stefan-Boltzmann stabilește că radiația totală a corpului negru crește proporțional cu puterea a patra a temperaturii absolute a corpului. De exemplu, dacă un corp se încălzește de două ori, valoarea totală a energiei lui radiante crește de 16 ori.

Legea lui Wien susține că lungimea de undă a puterii de emisie a corpului negru este invers proporțională cu temperatura lui absolută. Deci, cu cât temperatura corpului negru este mai înaltă, cu atât maximul puterii sale de emisie corespunzător unei lungimi de undă mai mici.

Principalele surse de lumină nu sunt însă corpi negri. Puterea de emisie a acestora este mai mică decât cea a corpului negru la aceeași temperatură. Cea mai avantajoasă sursă termică este un corp căt mai apropiat ca proprietăți de corpul negru și încălzit până la temperatura de aproximativ $6\ 000^{\circ}$. Unele din cele mai

răpândite surse termice de lumină sunt becurile electrice cu incandescență, care au un filament metalic (wolfram), într-o atmosferă de gaz inert (argon, kripton) la o presiune de circa 1/2 atmosferă. În aceste becuri, filamentele ajung la temperaturi de 3 000°, iar randamentul lor nu trece de 13%. Randamente mai mari se obțin prin producerea de descărcări electrice în atmosferă de vaporii la presiuni joase. Lămpile moderne de acest tip utilizează tuburi de descărcare ce conțin un amestec de argon cu vaporii de mercur la presiune joasă. La trecerea curentului electric, stratul subțire de pulbere de pe suprafața interioară a tubului devine luminiscentă sub acțiunea radiației ultraviolete emisă de vaporii de mercur. Randamentul acestor corpuși crește la aproape 100%.

VIII.3.2. ABSORBTIA

Dacă un corp primește un flux radiant, o parte din energia acestui flux este absorbță, altă parte este transmisă și o altă parte reflectată sau difuzată. Corpul care reflectă difuz toate radiațiile, independent de lungimea de undă, se numește corp alb. Corpurile colorate absorb parțial și selectiv radiațiile. Corpul negru absoarbe toate radiațiile primite. Mecanismul absorbției constă în activarea atomilor și moleculelor și în ionizarea unor atomi, acționând asupra electronilor. Fenomenul de absorbție a radiațiilor luminoase de către diferite corpuși este studiat cu ajutorul metodelor spectrografice. Coeficientul de absorbție al corpușilor este determinat de lungime de undă ale radiațiilor absorbite, variind cu mărimea acestora. Caracterul de absorbție selectivă a radiațiilor este utilizat în practică și în terapeutică. Sticla ordinată lasă să treacă toate radiațiile vizibile și pe cele infraroșii până la 3-4 microni, însă oprește radiațiile ultraviolete cu lungime de undă mai mică de 315 mμ. În tehnica aparatelor de raze ultraviolete se folosește o sticlă specială (uviol), care lasă să treacă radiațiile cu lungimi de undă mai mici. Sticla de plumb oprește o mare cantitate de infraroșii. În industrie și optică se folosesc diferite varietăți de sticlă cu săruri de cobalt, crom, cupru etc., care opresc în totalitate sau în majoritate radiațiile infraroșii. Sticla neagră absoarbe toate radiațiile vizibile, dar lasă să treacă majoritatea radiațiilor infraroșii. Sticla de cuarț lasă să treacă radiațiile ultraviolete cu lungime de undă sub 180 mμ, când are o grosime de câțiva cm, iar la o grosime sub 0,2 mm este transparentă și pentru radiațiile ultraviolete cu lungime de undă de 145 mμ. Din aceste considerente, sticla de cuarț este folosită la fabricarea becurilor lămpilor cu vaporii de mercur.

Mediile biologice sunt în general absorbante, dar capacitatea lor de absorție variază: dacă albuminele absorb toate radiațiile sub 230 mμ, substanțele coloidale organice sunt opace pentru ultraviolete, la fel tegumentul – radiațiile cu lungime de undă de 313 mμ ajung numai în proporție de 30% la o adâncime de 0,1 mm, iar cele de 289 mμ numai până la 0,05 mm. De asemenea, cristalinul și cornnea sunt foarte opace la ultraviolete.

Fenomenul de absorbție permite filtrarea radiațiilor de la o sursă. Filtrele, conținând amestecuri de substanțe chimice și având o concentrație și grosime determinante, sunt folosite în industrie și terapeutică, prin capacitatea de selecționare a anumitor radiații.

VIII.3.3. REFLEXIA ȘI REFRACTIA

Razele infraroșii au proprietatea de a se reflecta. Materialele lucioase reflectă 10% din radiațiile infraroșii incidente. Razele infraroșii, ca și cele luminoase vizibile suferă fenomenul de refracție. Razele ultraviolete au o reflexie interioară radiațiilor infraroșii și luminii vizibile. Capacitatea de reflexie a corpurilor variază cu natura compoziției lor. De exemplu, magneziul prezintă cel mai mare factor de reflexie difuză pentru lumina vizibilă și pentru ultraviolete. Factor de reflexie ridicat pentru radiația ultravioletă mai prezintă mătasea albă și zăpada.

VIII.3.4. EFECTE FOTOELECTRICE

Cercetările privitoare la influența luminii asupra corpurilor încărcate electric au dus la stabilirea a 3 tipuri de efecte fotoelectrice:

– Efectul fotoconductor. Consta în scăderea rezistenței electrice a unor corperi sub acțiunea unor radiații. Bineînțeles, efectul este în funcție de lungimea de undă a radiației.

– Efectul de fotoemisie. Consta chiar în ionizarea unui atom prin smulgerea unui electron periferic sub acțiunea unei cuante de energie radiantă, a unui foton. Acest efect este specific radiațiilor ultraviolete și este cu atât mai evident sau chiar condiționat de încă două elemente: corpul iradiat să fie încărcat negativ și energia radiațiilor să fie cât mai mare (Legile lui Stoletov).

– Efectul fotovoltaic. Consta în apariția unei diferențe de potențial electric între un metal și un semiconducator (corpuri cu rezistență electrică mare), sub acțiunea luminii aplicată pe suprafața de contact dintre aceste două corperi.

VIII.3.5. EFECTELE FOTOCHEMICE

Sunt produse numai de radiațiile ultraviolete, care au proprietatea de a determina transformări fotochimice foarte variate. Razele infraroșii au numai un efect secundar fizic, de intensificare a proceselor fotochimice, prin acțiunea lor termică.

Moleculele activate de radiațiile ultraviolete pot să cedeze energia primită fie printr-un proces de dezactivare, fie cedând această energie pentru producerea unei reacții chimice.

Reacțiile fotochimice pot fi simple, caracterizate prin simple disocieri moleculare, sau mai complexe, cu declanșarea unui lanț de reacții, cum se petrec lucrurile în procesele fotochimice biologice. Procesele fotochimice sunt supuse unor legi fundamentale:

a) Legea lui Grotthus-Drager: numai radiațiile absorbite de o substanță pot să determine în această substanță o reacție chimică.

b) Legea echivalenței fotochimice (Einstein): o molecule este descompusă ori de câte ori ea absoarbe un foton, deci numărul de molecule descompuse dintr-o substanță trebuie să fie egal cu numărul de fotoni absorbiți de această substanță.

Acest raport, denumit randament cuantic al unei reacții fotochimice este echivalent (egal cu 1) numai la reacțiile fotochimice simple, el fiind diferit de 1 la cele complexe.

c) Legea reciprocității lui Bunsen și Roscoe: reacția fotochimică inițială este independentă de intensitatea radiației, dar depinde de produsul dintre acesta și timpul de expunere. La toate acțiunile biologice ale radiației ultraviolete, acest produs este constant. De aici derivă concluzia – tradusă în practică – că la o dublare a intensității, timpul de iradiere se va reduce la jumătate.

Mai trebuie menționate câteva aspecte cu importanță practică ale reacțiilor fotochimice.

Dinamica reacțiilor chimice este mult influențată de temperatură. Creșterea temperaturii cu 10°C dublează în general viteza reacției, fenomen ce se petrece totdeauna la expunerea la radiația ultravioletă concomitentă cu cea infraroșie, fie naturală, fie artificială.

Reacțiile chimice produse sub acțiunea luminii pot fi ireversibile sau reversibile. Prima modalitate poate fi exemplificată de decolorarea unor tincturi expuse la lumină, din a doua posibilitate amintim reacția reversibilă antracen-diantracen. Radiațiile ultraviolete acționează ca niște adeverați catalizatori, mijlocind procese chimice diverse, de oxidare, reducere, polimerizare, fotosintează, fotoliză, disociere și altele mai complexe. Această calitate, existentă și observată de mult în natură, este foarte larg răspândită și folosită în multe domenii ale activității umane – ne referim mai ales la chimie și biochimie – și are implicații directe în acțiunea biologică a luminii asupra organismului omensc (cităm doar spre exemplificare, transformarea oxihemoglobinei sanguine în methemoglobină și activarea ergosterolului sub acțiunea razelor ultraviolete).

VIII.4. EFECTELE BIOLOGICE ALE LUMINII

Absorbția radiațiilor luminoase de către diferite substanțe (componente tisulare) este selectivă, fenomen care explică faptul că numai radiațiile luminoase absorbte de celule acționează asupra lor.

Și în cadrul acestei acțiuni, nu întreaga structură celulară este egal influențată, iar această influență variază cu lungimea de undă a radiațiilor. Radiațiile ultraviolete cu lungimea de undă (λ) de $280\text{ m}\mu$ au acțiunea cea mai intensă asupra protoplasmei celulare, în timp ce radiațiile cu lungime de undă de $254\text{ m}\mu$ exercită o acțiune intensă asupra nucleului celular. Cu cât radiațiile au o lungime de undă mai mică, cu atât au efecte mai mari asupra celulei și devin mai nocive. Microorganismele, bacteriile nu sunt influențate de radiațiile vizibile, dar sunt distruse de cele ultraviolete. Acestea din urmă produc modificări importante ale permeabilității tisulare, mărind schimburile osmotice și modificând echilibrul electric al membranei celulare.

Au loc procese de oxidare, se pare prin eliberarea de peroxizi sub acțiunea RUV de $290\text{--}300\text{ m}\mu$, și de reducere, prin eliberarea grupărilor sulfhidril SH și tio S-S, mai ales la RUV scurte, de $200\text{ m}\mu$.

Enzimele – mai ales cele cu structură proteică – suferă un proces de inhibiție, alterare și distrucție, ceea ce duce la inhibarea reacțiilor enzimatiche (fapt demonstrat prin experiențe pe pepsină și urează).

VIII.4.1. ACȚIUNEA ASUPRA PROTEINELOR ȘI AMINOACIZILOR

In vitro, proteinele sunt degradate prin procese de hidroliză, dezaminare și polimerizare, având loc rupturi ale lanțurilor peptidice și de nucleotizi, cu dezagregarea acidului ribonucleic (ARN), eliberarea grupelor -SH și tio (S-S), distrugerea grupelor carboxil ale aminoacizilor (la lungimi scurte de undă ale ultravioletelor de 200 mμ), eliberare de radical amoni – NH₄⁺, inhibarea sintezei de ADN de către RUV cu lungime de undă mică și invers, stimularea sintezei sale de către radiațiile vizibile și ultraviolete cu lungime de undă mare (360–490 mμ), toate acestea fiind modificări ireversibile. Sub influența iradierii cu RUV cu lungime de undă mare (în jur de 400 mμ), cisteina este oxidată în cistină și hidrogen sulfurat; ca urmare, metabolismul și activitatea celulară sunt alterate considerabil, cisteina fiind parte componentă importantă a glutationului, element enzimatic activ în respirația și metabolismul celular.

VIII.4.2. ACȚIUNEA RUV ASUPRA STEROLILOR

Una dintre cele mai importante acțiuni biochimice produse *in vitro* de RUV este transformarea ergosterolului din epiderm în vitamina D (la lungimi de undă de 270–310 mμ). În funcție de felul sterolilor expuși la RUV și de lungime de undă utilizate, poate fi obținut un mare număr de compoziții biochimice cu proprietățile vitaminei D. Activizarea sterolilor de către ultraviolete, se pare că se datoră unei transformări izomerice, prin mutarea dublei legături și desfacerea inelului sterolic. Vitamina D se formează în stratul cornos tegumentar, deci în stratul său cel mai superficial. Transformarea sterolilor în tegument are două consecințe fiziologice importante: formarea vitaminei D și inducerea keratinizării.

VIII.4.3. ACȚIUNEA ASUPRA ORGANISMELOR MONOCHELULARE ȘI A BACTERIILOR

Efectul bactericid al luminii este cunoscut de multă vreme (1877). Dintre radiațiile luminoase, cele cu acțiunea cea mai bactericidă o au razele ultraviolete cu lungimea de undă sub 280 mμ din grupul C (270–250 mμ). Toate bacteriile sunt sensibile, sporii fiind de 3–4 ori mai rezistenți decât bacteriile. Efectul bactericid al RUV se produce prin coagularea celulei bacteriene. S-a demonstrat că RUV distrug sau atenuază bacilii Koch în culturi, bacilii cărbunoși, bacteriofagii, iar în doze mai mari virusurile.

Acste efecte au drept consecință două importante categorii de aplicații și utilizări:

- prepararea vaccinurilor contra rabiei, psitacozei, febrei aftoase etc.;

- sterilizarea și dezinfecțarea apei;
- sterilizarea și dezinfecțarea aerului (cu lămpi de mercur) în spitale, sălile de operație, dispensare, în care se practică tratamente injectabile, laboratoare, secții de nou-născuți, creșe, școli etc.

Asupra plăgilor superficiale, efectul bactericid i se adaugă efectul trofic prin stimularea țesutului mezenchimal și efectul de stimulare a imunogenezei (crește și nivelul aglutininelor) toate contribuind la vindecarea acestora.

VIII.4.4. ACȚIUNEA LUMINII ASUPRA TEGUMENTULUI

Acțiunea luminii asupra tegumentului variază în funcție de lungimea de undă a fasciculului de radiații care cade pe tegument, în sensul că variază cu penetrația tegumentară și tisulară diferită, determinată de lungimi de undă diferite ale radiațiilor.

Radiațiile vizibile și infraroșii străbat straturile superficiale ale tegumentului către straturile profunde, unde se opresc, în timp ce razele ultraviolete nu pătrund decât câteva zecimi de milimetru, oprindu-se în straturile superficiale ale epidermului.

VIII.4.4.1. RADIAȚIILE INFRAROȘII (RIR)

Tegumentul formează un ecran fiziological față de radiațiile infraroșii, a cărui permeabilitate variază în funcție de lungimea de undă (λ), cu grosimea pielii și cu starea sa de umiditate.

În spectrul luminii, RIR se întind între 760 m μ și 50 000 m μ – lungimea de undă – după Holtzer și Kowarschik (după alți autori, extinzându-se chiar până la de 6 ori mai mult). Spectrul de infraroșu se subîmparte într-o bandă de spectru îndepărtat sau „extern“, apropiat de undele herziene (50 000 m μ –5 000 m μ) și o bandă de spectru apropiat de razele vizibile (5 000 m μ – 760 m μ).

În terapeutică se folosește următoarea clasificare:

- A – RIR cu lungimi de undă cuprinse între 760 m μ și 1 500 m μ . Acestea sunt penetrante, puterea de pătrundere fiind în funcție de pigmentație, de gradul de inhibiție, de temperatură și de doză.
- B – RIR cu lungimi de undă cuprinse între 1 500 m μ și 5 000 m μ care sunt absorbite de epiderm și derm.
- C – RIR cu lungimea de undă mai mare de 5 000 m μ . Acestea sunt absorbite numai la suprafața tegumentului.

Efectul radiațiilor infraroșii. Acestea au o acțiune calorică cu atât mai profundă, cu cât lungimea de undă este mai scurtă (cele din grupa A pătrund 2–3 cm). Ea determină unele modificări trecătoare la nivelul tegumentului constând într-o vasodilatație arteriolară și capilară care stă la baza eritemului calorice; acesta persistă numai 30–40 minute și este urmat rapid de o pigmentație „pătată“, marmorată (la infraroșiiile din grupa B).

Se mai produc un ușor edem al stratului mucos, edemațierea papilelor dermice și infiltrării leucocitare perivasculare. Menționăm că aceste modificări sunt induse de acțiunea RIR cu lungimi de undă mai scurte (sub 1 500 m μ), în timp ce radiația infraroșie cu lungime de undă mai mare (și în doze crescânde) poate să provoace arsuri de grade proporționale cu intensitatea și durata expunerii – alterări sau chiar distrugeri celulare epidermale, cu condensare citoplasmatică, vacuolizare și infiltrării seroase pericelulare – corespondentul anatomo-patologic al flictenelor. În derm au loc distrucții vasculare, edem pericapilar și infiltrării polinucleare abundente. La acționări mai prelungite și la doze considerabile, se produc leziuni mai grave, formându-se escare cu necrozare tisulară, vasodilatații puternice, în zonele dermice vecine, creșterea temperaturii umorale, cu modificări biologice ale substanțelor din umori. Limita de toleranță a tegumentului este de 43,8°C pentru radiațiile IR cu λ mai mică și merge până la 45,5°C pentru cele cu lungimi de undă lungi.

Iradieră moderată cu radiație infraroșie (grupa A) produce vasodilatație subpapilară, accentuarea fenomenelor osmotice și creșterea debitului sanguin, accelerarea reacțiilor biochimice catalitice, generându-se astfel creșterea metabolismului local și îmbunătățirea troficității. Este stimulată resorbția produselor celulare, sunt activate glandele sudoripare. Sunt influențate terminațiile nervoase cutanate, cu calmarea consecutivă a nevralgiilor.

Iradierile moderate accelerează formarea pigmentului melanic și modifică eritemul actinic, produs de ultraviolete (în sensul că iradiera cu IR după cea cu RJV slăbește eritemul actinic, pentru că elibereză și dispersează în organism substanțele produse de iradiera actinică). Este stimulată regenerarea celulelor epidermice. RIR pătrunde în profunzime, în spațiul lacunar, acționează asupra circulației și a sistemului nervos, activează secrețiile glandelor endocrine, augmentă și metabolismul general.

VIII.4.4.2. EFECTUL RADIAȚIILOR ULTRAVIOLETE

Radiațiile ultraviolete se opresc în straturile superficiale ale epidermului, având deci o mică penetrație. A putut fi stabilită penetrația la profunzimi diferite a epidermei de către RUV în funcție de lungimea de undă a acestora.

Pentru a exemplifica, prezentăm întâi clasificarea pe grupe de benzi de lungime de undă a spectrului ultraviolet după Holtzer și Kowarschik (citați de M. Sturza și N. Teleki). Menționăm că această departajare provine de la sursele diferite generatoare de RUV și este cea mai valabilă din punct de vedere terapeutic.

- Ultraviolet A (I) sau unde lungi – de 400–315 m μ . Este spectrul abundant în lumina solară.
- Ultraviolet B (II) sau unde medii – între 280 și 315 m μ (primele denumite și banda de raze Dorno), emise de lămpile cu mercur.
- Ultraviolet C (III) sau unde scurte – sub 280 m μ și până la 180 m μ în terapie, produse prin descărcări electrice în vapori de mercur.

RUV sub 180 mm (până la 10 mm) sunt absorbite de aer și pot fi utilizate numai în vid.

Absorbția RUV este selectivă și penetrația diferită, în funcție de lungimea lor de undă, cum arătam mai sus și după Saidman se admite că radiațiile mai scurte de 250 m μ sunt cele mai penetrante (având acțiunea cea mai profundă); stratul cornos, cel mai superficial (0,3 mm grosime) alcătuit din celule keratinice, absoarbe selectiv RUV de 280 m μ , iar stratul celulelor mucoase (corionul) pe cele de 300 m μ . Toate efectele biologice ale RUV trebuie explicate prin mecanismele inițiale în celulele epidermice, în terminațiile nervoase senzitive și în vasele sanguine ale corionului.

VIII.4.4.2.1. Eritemul actinic

Eritemul ultraviolet sau actinic este un fenomen fotochimic precoce, fiind primul efect evident apărut după expunerea tegumentului la RUV. Eritemul este urmat de pigmentație, stergerea sa progresivă și exfolierea epidermului.

Reacția eritematoasă prezintă un moment de apariție, o manifestare maximă, o durată de persistență și un caracter de pigmentație melanică – diferite – tot în funcție de banda de lungime de undă a ultravioletolor iradiate asupra tegumentului. În acest sens, se disting două zone ale spectrului ultraviolet:

a) Eritemul produs de RUV „scurte“ – de 240–270 m μ (emisiunea de lămpile cu mercur), are un debut precoce, în primele 3–6 ore, cu maximum în alte câteva ore, nu ajunge la intensitate mari, se sterge în 2–4 zile, fiind urmat de o slabă descuamare periferică și o pigmentație precoce, puțin intensă, cu tentă cenușie și puțin durabilă (2–4 săptămâni);

b) Eritemul produs de RUV „mijlocii“ de 280–310 m μ (provenit din razele solare) are un debut la 4–8 ore, cu un maximum la 3–4 zile, retrocedează în 8–10 zile, fiind urmat de o pigmentație întinsă progresiv, cu tentă arămie și de o durată net mai lungă („stabilă“).

În ceea ce privește intensitatea eritemului produs, se disting 4 grade:

Gradul I – eritemul apare pe o suprafață mai mică decât suprafața tegumentului expus, se produce lent, apărând cam în 4–6 ore, are o nuanță rozacee (uneori este dificil de sesizat), este ușor sau de loc pruriginos, persistă 24 de ore, se reduce și dispără în 1–3 zile, exfolierea epidermului nu este totdeauna evidentă, pigmentația este inconstantă (fiind posibilă în zilele a 3-a – a 5-a de la expunere), puțin marcată și rămâne rapid fără urme.

Când aplicația de ultraviolete nu produce nici o reacție cutanată vizibilă, etichetăm că a fost vorba de o doză suberitematoasă.

Gradul II – eritemul apare pe o suprafață de tegument expusă după o perioadă de latență de 4–6 ore, ca o înroșire evidentă (având o tentă de roșu-viu), poate prezenta o oarecare senzație dureroasă, în funcție de regiunea de suprafață corporală iradiată, este însotită de un prurit moderat, persistă 3–4 zile, fiind urmată după 1–2 săptămâni de o exfoliere cutanată în general fină, furfuracee, mai rar lamelară și de o pigmentație întinsă.

Gradul III – eritemul depășește suprafața expusă, are o tentă roșu-închis spre violaceu, prezintă un aspect de arsură cu edem, fragilitate cutanată și prurit dureros, contactul cu îmbrăcământul este insuportabil; uneori această reacție poate apărea mai rapid, în circa 2 ore; persistă câteva zile, pigmentația începe în a patra zi prin puncte roșii-cafenii care apoi se extind și durează mai multe săptămâni: cam din a 15-a zi se produce exfolierea, marcată și masivă (în fragmente cât fulgii de zăpadă sau mai mari) urmată de formarea unei cruste.

Gradul IV – Edemul și exsudatul sunt atât de pronunțate, încât straturile epidermice din profunzime bombează spre suprafață, formând flictene care sunt foarte fragile, se pot rupe ușor și în consecință trebuie protejate cu un bandaj adeziv; tegumentul este roșu cianotic, edematat, dureros; epidermul se decolează, are loc o exfoliere masivă care se sfărșește cam în 20 de zile; pigmentația este inhibată, putând să apară porțiuni fără pigment, încunjurate de un halou pigmentar.

Modificările histologice din cadrul eritemului

În primul rând se produce o vasodilatație și congestie capilară în zona corionului din imediata vecinătate a epidermei. În faza de „vârf“ a eritemului, se produce edem intracelular și extracelular în epiderm, întinzându-se până în stratul mucos, având loc și o migrare leucocitară. Debitul sanguin capilar prezintă o creștere, dar și o labilitate, datorită labilității capilarelor.

În continuare, au loc alterații vasculare cu reacții secundare în derm, rupturi ale pereților vasculari cu sufluri sanguine și infilații consecutive de hematii și leucocite în derm. Celulele stratului basal vor prezenta modificări degenerative, iar după câteva zile se produce regenerarea epidermului prin proliferarea celulelor acestui strat, după retrocedarea fenomenelor congestiv-inflamatorii (a edemului), înlocuirea progresivă a celulelor alterate și cicatrizarea prin proliferarea stratului cornos și îngroșarea stratului epidermal (crusta).

Regenerarea epidermului este însotită de pigmentarea cutanată produsă prin creșterea conținutului de pigment melanic în rețeaua celulelor Malpighi din epiderm.

Mecanisme de producere a eritemului actinic

Deoarece nu se cunoaște cu exactitate mecanismul intim de producere a eritemului, vom menționa afirmațiile și ipotezele emise până acum, ca urmare a unor întregi serii de studii și cercetări experimentale și fapte de observație.

În primul rând s-a susținut că fenomenul din cadrul eritemului actinic se datorează unor substanțe vasoactive de tip „H“ – histamină, acetilcolină, eliberate din prima fază, de distrugere a celulelor epidermale, prin dezintegrarea albuminoidelor celulare, prin combustie, după iradierea locală cu ultraviolete (arată Lewis în 1927). Acestea produc vasodilatație și ar crește puterea de absorbție a RUV în straturile superficiale ale tegumentului, participând activ la producerea eritemului (demonstrat experimental prin proba cu tirotoxină care, introdusă în organism, a stimulat eliberarea de histamină).

Ulterior, alți autori completează această explicație, susținând că ar exista două substanțe eritematogene care sunt lizate sub acțiunea radiațiilor ultraviolete;

una este o nucleo-proteină, având sediul în celulele mucoase Malpighi, alta legată probabil de steroli și aflându-se în stratul cornos (V. Menkin).

Mai apoi s-a demonstrat că eliberarea substanțelor vasodilatatoare (sau cel puțin a unora dintre ele) are loc într-un sediu diferențiat al tegumentului, în funcție de lungimea de undă a radiației ultraviolete: cele cu λ de 250 m μ produc fenomenul în celulele stratului cornos, în timp ce razele cu λ de 300 m μ activează eliberarea acestor mediatori chimici în stratul celulelor Malpighi. Această deosebire „selectivă” în mecanismul eritemului explică și de ce dozele-eritem sunt diferite în funcție de expunerea diferită la cele două game de RUV cu unde scurte sau unde mijlocii. S-a mai susținut și intervenția peroxizilor lipidici în producerea eritemului actinic, ei crescând în tegumentul iradiat cu ultraviolete.

În acțiunea eritematogenă a RUV asupra tegumentului este incriminată și producerea de prostaglandine cutanate. În acest sens, s-a constatat că anti-inflamatoarele nesteroidale măresc intervalul de timp până la apariția eritemului și scad intensitatea sa (J.P. Famaey și colab.).

Mai trebuie să consemnăm un alt fenomen incriminat în producerea vasodilatației – și anume angrenarea unor reflexe neurovegetative complexe – probabil prin stimularea centrilor hipotalamici cu efecte periferice, care induc o hipotonie simpatică marcată, cu plegie consecutivă a vasomotorilor.

VIII.4.4.2.2. Pigmentația melanică

Pigmentația melanică a pielii este un fenomen obișnuit care apare după expunerea la soare, la ultraviolete artificiale, la infraroșii și raze X.

Lumina activează pigmentația, acțiunea RUV generează o producere accentuată și accelerată de melanină, care are loc de fapt în mod natural (independent de acțiunea luminii) formându-se din propigmenți, substanțe provenite din dezintegrarea moleculei de albumină în umorile organismului: dioxiphenilalanină (DOPA), tirozină, triptofan, adrenalină etc.

Activarea pigmentației sub acțiunea luminii se observă în două condiții: iradiație directă cu doze neeritematoase, care dă naștere unei pigmentații rapide (în 2–4 zile), fără eritem și o pigmentație tardivă, după eritemul actinic. Există și o pigmentație fiziologică la om, care se observă în regiunea genitală, a sânilor, în sarcină, precum și o pigmentație patologică în unele boli endocrine (boala Addison, boala Basedow).

De asemenea, pot apărea pigmenții și după administrarea unor medicamente rubefiante și revulsive.

Pigmentația melanică se datorează prezenței în tegument a unei substanțe – melanina sau pigmentul melanic, care se găsește sub formă de granulații fine, de culoare brun-închis și se formează în celulele Langerhans din epiderm (adevărate melanoblaste), de unde este distribuită și depozitată în celulele bazale epidermale. În derm este foarte rar întâlnită (în celulele melanofore). La persoanele cu vitiligo și la albinoși acest pigment lipsește. Producerea melaninei este rezultatul unei reacții chimice metabolice complexe, având ca punct de plecare un acid aminat – tirozina – care se găsește în melanoblaști.

DOPA odată apărută, producerea ei în continuare este accelerată prin intervenția Dopaoxidazei (identică cu tirozina mamiferelor) aflată – ca și în celealte oxidaze – în celulele Langerhans. Ultravioletele grăbesc oxidarea depozitului de pigment, accelerează acțiunea tirozinazei asupra tirozinei și activează tirozina inactivă, aflată în concentrații mari în melanoblaști; grupele sulfhidril – SH participă la activarea tirozinazei, prin cedarea ionilor de cupru ce se vor cupla cu tirozinaza. Ionii de cupru sunt eliberați prin oxidarea grupelor – SH sub influența RUV.

Este interesant de menționat că experiențele *in vitro* au reprodus fenomenele histochimice studiate în tegumentul omului.

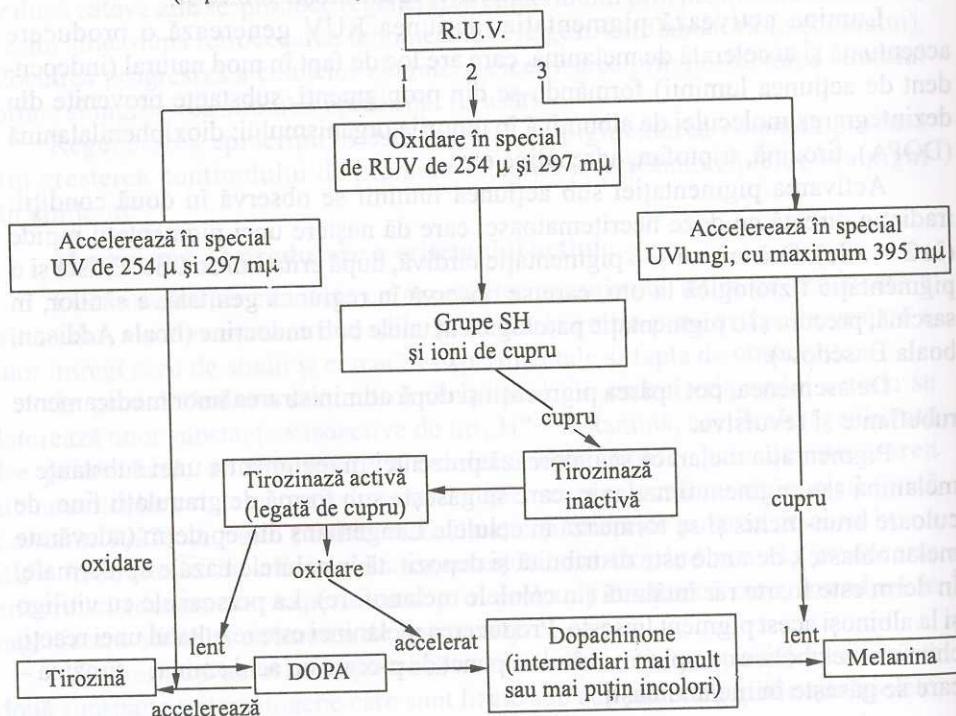
Trebuie relevat faptul că eficiența maximă în producerea eritemului și a pigmentării este dată de valori diferite de lungime de undă ale RUV; de asemenea și existența unor deosebiri în apariția și persistența pigmentației, în funcție de lungimea de undă și de durata expunerilor.

În producerea eritemului, cele mai eficace sunt RUV de 385 mμ (din undele lungi) și cele 297 mμ (din undele medii), în timp ce în producerea pigmentării, cele mai eficace sunt undele lungi de 340 mμ și cele scurte de 254 mμ.

În ceea ce privește pigmentarea, în timp ce benzile de 254 și 297 mμ o realizează numai după producerea eritemului, dozele slabe de 340 mμ pot induce pigmentarea fără apariția unui eritem inițial.

Cum banda de RUV mai lungi este mai bogat reprezentată în lumina solară, reiese că pigmentarea solară se poate produce fără eritem.

Schema etapelor chimice ale pigmentării produse de iradierea cu ultraviolete
(după A.B. Lerner și T.B. Fitzpatrick – 1950, citatei de S. Licht)



Dacă dorim să ne referim la momentul apariției și persistenței pigmentației actinice, menționăm că și sub acest aspect s-a apreciat că există diferențe, și anume: pigmentația produsă de banda de UV lungi apare precoce și ajunge la maximum mai rapid (după o singură expunere), iar disparația ei este destul de variabilă în funcție de doză și de reactivitatea individuală, putând dispărea în câteva ore sau persistă – cu un grad ușor diminuat de intensitate – timp de peste 1 an. Pigmentația produsă de benzile mai scurte (254 sau 297 mμ) începe să apară după o latență de cel puțin o zi și atinge maximum (după o singură expunere) în 3–4 zile, iar disparația este destul de rapidă; pigmentația produsă de 254 mμ se menține cel mult 2–3 săptămâni, în timp ce platoul de durată al celei produse de 297 mμ este mai lung între 5–6 săptămâni și 5 luni.

Oricare ar fi modul pigmentării, trebuie să reținem că iradiația – solară sau artificială – este un fenomen trecător. După un interval de timp, pigmentul dispare din tegument, în special prin îndepărțarea lui odată cu descuamarea celulelor epidermale.

Mai adăugăm că nuanța pigmentației melanice diferă după sursă: este arămie la radiația solară și cu tentă mai „cenușie“ la iradierile din surse artificiale.

În afară de pigmentarea obișnuită sub efectul RUV și RIR, menționăm că există cazuri excepționale de persoane sensibile la anumite lumini monocromatice (galben sau verde).

Rolul biologic al pigmentului

Pe lângă pigmentația melanică se produce și o îngroșare a tegumentului iradiat, printr-o hipertrofie a stratului cornos de keratină, realizându-se o keratoză cu rol protector față de supraîncălzirea țesuturilor, al cărui efect este diminuat, dar nu eliminat.

Paralel, și în strânsă legătură cu keratoza, are loc o stimulare, o accentuare a creșterii părului. Numeroase cercetări și experimente au demonstrat că acesta este mecanismul natural de protecție față de excesul de radiație și nu acumularea pigmentului melanic, cum s-a crezut anterior (una din dovezi – negrii pot suferi arsuri și insolații la expunerile intempestive cu ultraviolete).

S-a mai atribuit pigmentului melanic un rol biologic de termoreglare față de recepția căldurii generate de radiațiile vizibile și infraroșii prîr declanșarea sudorației.

S-a mai susținut de asemenea că pigmentul melanic ar reprezenta un factor de stimulare a activității pielii, precum și un rol antiinfecțios (față de infecții stafilococice – furunculoză etc.). Trebuie să arătăm însă că aceste roluri ale pigmentului melanic nu sunt perfect cunoscute și complet demonstrează.

VIII.4.4 2.3. Sensibilitatea cutanată la ultraviolete

Eritemul și pigmentația cutanată sunt reacții care apar legate și influențate de o serie de factori care le imprimă acestora particularități de la individ la individ și sensibilități individuale diferite care variază în funcție de acești factori.

S-a putut face o constatare statistică privind raportul dintre apariția eritemului și pigmentației. R. Schultze notează sub acțiunea radiațiilor solare, 67% din indivizii

testați reacționează prin eritem și pigmentație, 20% prezintă pigmentație fără eritem (în general indivizi hiperpigmentați) și 13% numai eritem, fără pigmentație (de obicei persoanele blonde). Dar nu se poate face însă o corelație directă între apariția și intensitatea eritemului și producerea pigmentației, chiar la indivizi sănătoși, normali, iradiați prin aceeași metodă. Rost împarte indivizii în 3 categorii din acest punct de vedere:

1. indivizi la care eritemul și pigmentația apar la doze obișnuite;
2. alții la care se produce eritem puternic la doze mici de RUV, dar fără pigmentație;
3. persoane la care eritemul apare după doze forte de RUV, iar pigmentația este foarte slabă sau absentă.

Modul cum acționează diversii factori asupra sensibilității cutanate individuale nu este perfect cunoscut până acum și, de aceea, pentru a preîntâmpina apariția unor accidente, fototerapia cu ultraviolete trebuie aplicată cu mare prudență, ținând seama de reacțiile fiecărui individ sau bolnav în parte (importanța și tehnica de stabilire a dozei biologice de ultraviolete pentru fiecare pacient înainte de începerea tratamentului, vor fi prezentate mai departe).

Vom enumera în cele ce urmează factorii cunoscuți care influențează particularitățile individuale ale reacțiilor cutanate la expunerea la radiațiile ultraviolete:

- starea funcțională nervoasă, vegetativă și endocrină individuală;
- vârsta: copiii și bătrânnii sunt mai puțin sensibili decât adulții;
- sexul: femeile sunt mai sensibile decât bărbații (mai ales premenstrual, în timpul sarcinii);
- grosimea stratului cornos;
- starea de umiditate a tegumentului: pielea uscată este mai rezistentă, în timp ce pielea umedă este mai sensibilă;
- iradierile repetitive (expunerile anterioare la iradiere) cresc rezistența prin obișnuință;
- mediul de viață și activitate: cei care trăiesc și lucrează în aer liber sunt mai rezistenți față de cei ce habitează mai mult în spațiu, închis, care sunt mai sensibili;
- sezonul: primăvara, indivizii sunt mai sensibili decât toamna, când sensibilitatea este cea mai redusă;
- climatul și regiunea geografică: climatul însoțit, cu vânt, crește obișnuința tegumentului față de ultraviolete, dând ușoară pigmentare; zonele de litoral maritim, prezentând radiații abundente, produc efecte puternice; zăpada, prin reflectarea razelor, accentuează reacția cutanată;
- regiunea cutanată expusă: există o clasificare topografică gradată selectiv a sensibilității cutanate după Keller;
 - I – spatele, regiunea lombată, pieptul, abdomenul – au o sensibilitate de 100%;
 - II – coatele, brațele – față externă – 75–50%;
 - III – gâtul, fruntea, genunchii și coapsele: 50–25%;
 - IV – dosul mâinilor, picioarelor, gambelor: 25–10%;
 - intervenția anterioară a unor factori fizici: expunerea preliminară la radiații infraroșii, imersiunea în mare, intensifică acțiunea RUV; aplicarea de RIR după expunerea la RUV scade efectul acestora din urmă, prin vasodilatația și răspândirea

în circulație a histaminei din tegument, ducând la reducerea eritemului actinic; răcirea pielii, ionogalvanizările cu histamină, acetilcolină, iod, potasu, intensifică reacția eritematoasă, pe când ionizările cu sulf, calciu, o reduc;

– existența unor stări patologice: hipertensiunea arterială, boala Basedow, endarterita Buerger, cirozele hepatiche, hiperfoliculinemiile, epuizarea sistemului nervos – cresc sensibilitatea; mixedemul, cașexiile, neoplaziile, tuberculoza în antecedente, lichenul plan, leziunile de grataj – scad sensibilitatea;

– tipurile de sursă de ultraviolete și valorile lungimilor de undă utilizate;

– dozele de RUV aplicate.

VIII.4.4.2.4. Sensibilitatea anormală la RUV. Fotosensibilitatea.

Lucitele idiopatice

În cadrul reacțiilor cutanate individuale foarte variate trebuie menționată existența unor sensibilități anormale a unor indivizi la acțiunea RUV. Aceste reacții anormale prezintă deosebiri cantitative și calitative față de eritemul normal. La acești indivizi pot să apară reacții prurigoase severe (urticarii solare), fotodermatite (eriteme cu vezicule), fotodermite cronice (*xeroderma pigmentosum*, eriteme pelagroide, radiolucite cu aspect de lupus eritematos), actinite severe cu arsuri locale acute și fenomene generale toxice.

O clasificare cu caracter mai larg a maladiilor cutanate generate de iradierea solară este prezentată de Amblard P. și colaboratorii:

I. Modificări cutanate ale pielii normale provocate de o insolație prea intensă sau prin expuneri prea lungi sau repetitive; ar fi vorba de o „îmbătrânire“ cutanată precoce sau de elastoze solare: sunt considerate ca leziuni preepiteliomatoase – „precancere“ cutanate.

II. Dermatoze legate de o deficiență a fotoprotecției cutanate naturale (*xeroderma pigmentosum* legată de un deficit al enzimei reparatoare al modificărilor de ADN; albinismul determinat de absența sintezei de pigment melanic).

III. Dermatoze agravate sau relevante de soare: herpes, acnee, cloasmă, lupus eritematos, dermatomiozită și.a.

IV. Dermatozele determinate de prezența în piele a moleculelor capabile să „intensifice“ efectele soarelui și să provoace reacția sistemului imunitar al tegumentului după activarea sa.

Anomaliiile din primele două grupe ar reprezenta o exagerare a „fototraumatismului“ cutanat fiziological; în cazurile celei de a treia grupe, iradiația solară are un rol de „iritant primar“. Numai afectările din a patra grupă ar constitui veritabile dermatoze – cauzate în primul rând de spectrul razelor ultraviolete.

Acele „molecule“ responsabile de inducerea efectelor patologice pot fi identificabile – este vorba în această situație de domeniul fotosensibilizării – sau încă neidentificat, acestea fiind denumite „lucite idiopatice“.

Fotosensibilitatea. Unele persoane sunt fotosensibile prin cauze endogene, generate de existența unor maladii, precum pelagra, hematoporfirinemia din unele afecțiuni hepatice, hematologice sau stări febrile.

În bolile hepatice ar interveni deficitul capacitateii antitoxice a ficutului, care nu mai poate neutraliza substanțele străine care, depozitate în tegument, devin fotosensibilizatoare.

Multe alte persoane sunt sensibilizate de o varietate de substanțe chimice și elemente biochimice (otosensibilitate exogenă), care ar juca un rol de substanță fotocatalizatoare în reacțiile fotochimice din tegument (sub acțiunea contactului cutanat sau după administrarea orală sau parenterală a acestora) și care provoacă fotodermatozele.

În acest mecanism complex trebuie să participe în mod obligatoriu unul din cei doi factori:

- lumina, care poate deveni ea însăși nocivă în prezența substanțelor sensibilizatoare sau

- substanțele fluorescente care devin nocive în prezența luminii.

Fotosensibilizarea exogenă este cea mai frecventă. Substanțele fotoactive pot determina reacțiile patologice cutanate prin două mecanisme:

a) având un rol mai simplu, de substanță „cromofore“, cu captare și restituție locală de energie fotonică, în care reacțiile fotochimice sunt apreciate ca un „fenomen de fototoxicitate“;

b) substanța fotoactivă este activată și modificată de absorbția fotonică, combinându-se cu proteinele tisulare, formând astfel un antigen capabil să determine reacții celulare imuno-competente ale individului; acestea sunt apreciate ca „fenomene de fotoalergie“.

Reacția fototoxică apare la orice individ în condițiile în care substanța fotosensibilizantă și iradierea sunt în concentrație și, respectiv, doză suficientă. Apare la prima expunere pe zona iradiată și pe regiunile pe care a fost aplicată substanța fotosensibilizatoare. Poate avea manifestări de diferite intensități și forme: eritem solar roșu-violaceu sau roșu-carmin, cu sau fără edem și flacăne, dermită pigmentară cu hiperpigmentație tardivă (la nivelul feței, gâtului și axilelor), dermită cu erupție eritemato-veziculoasă apărută după o baie în apă de râu și întindere pe iarba („dermită de pajiste“).

Reacția fotoalergică apare – independent de cantitatea de substanță fotosensibilizantă sau de radiații solare – la 48 de ore după aceasta, pe părțile descoperite și poate apărea la fiecare utilizare a substanței incriminate, cu aspect de eczemă acută. În unele cazuri, fotosensibilizarea poate persista mai mulți ani după îndepărțarea substanței cauzale. Aceste reacții sunt denumite „lucide remanente“. Riscul lor evolutiv este reprezentat de pseudolimfomul actinic. Aceste manifestări au fost descrise în special la fenotiazine locale și deodorante.

S-au propus clasificări ale variatelor substanțe care predispun și favorizează fotosensibilitatea solară la RUV, cum este următoarea:

I – substanțe fluorescente-fotosensibilizatoare: gudron, eozină, albastru de metilen, chinina, acridina, gonacrina, fluoresceina, pirolina, triptoflavina, porfirinele, barbituricele, unele hidrocarburi etc.;

II – hormonale: insulina, tirozina, adrenalina, hormonul pituitar;

III – metale grele: aur, argint, mercur, fier, bismut, calciu.

Sensibilitatea produsă de aceste substanțe variază foarte mult de la o persoană la alta.

S-a căutat să se deceleze diferențele condiții care produc și întrețin reacțiile de sensibilitate anormală la ultraviolete. A fost posibil să fie transmisă (experimental) hipersensibilitatea la persoane normale prin transfuzii sanguine de la doi pacienți cu hipersensibilitate la RUV de 297–334 mJ lungime de undă. A fost incriminată o substanță nedializabilă și termolabilă. La acești doi pacienți, medicația anti-histaminică a fost eficientă în reducerea considerabilă a hipersensibilității la ultraviolete.

S-a încercat explicarea fotosensibilizării prin următorul mecanism: substanța fotosensibilizatoare ar fi agentul care asigură absorția completă a RUV în tegument, capabil să declanșeze reacția anormală. Mecanismul variază în funcție de modul de introducere a agentului fotosensibilizator în organism: ingestia, injecțiile subcutanate ar provoca sensibilizarea în stratul mucos; contactul percutan ar provoca sensibilizarea prin impregnarea stratului cornos, dar numai după o acțiune prelungită.

Lucitele idiopatice. S-a propus o clarificare a acestei categorii de reacții cutanate patologice la RUV în care elementele cauzatoare nu au fost încă identificate (Amblard și colab.):

a) Lucite estivale benigne. Apar la femei tinere, la prima expunere la soare, cu manifestare de prurigo, respectă față.

b) Lucite polimorfe. Au o incidență mai rară, ating ambele sexe, apar după un timp de latență (ore, zile), pe toate zonele expuse, cu posibilitate de extindere și agravare cu fiecare expunere.

c) Pseudolimfomul actinic. Este o formă evoluată, evolutivă sau remanentă a lucitei polimorfe, provocată de simple expuneri la lumina zilei, manifestată prin placarde infiltrate. Timpul (perioada de timp) minim de expunere la radiația solară este extrem de redus.

d) Urticaria solară. Este excepțională ca frecvență. Se manifestă ca o erupție papulo-edematoasă pruriginoasă limitată strict la părțile descoperite, apărând în primele minute de expunere și dispărând la umbră. Aici menționăm fotodermatoza juvenilă de primăvară, apărută la băieții în vîrstă de 5–12 ani sub formă de erupții micropapuloase și veziculare, pruriginoase, pe helixul urechii.

VIII.4.4.2.5. Protecția împotriva radiației ultraviolete

Ca o măsură de protecție naturală, la unele cazuri se pot încerca desensibilizări prin expuneri preventive și progresive la surse artificiale de ultraviolete în timpul sezonului de primăvară, dar în alte cazuri, această tentativă rămâne fără rezultat asupra sensibilității individuale și particulare.

Protecția artificială împotriva acțiunii nocive a RUV se poate obține pe două căi:

– cu unguente topice de protecție aplicate în strat suficient de gros, conținând substanțe care să absoarbă UV ce produc eritem sau pigmentare, de genul celor pe bază de naftalat;

– medicamente care interferează mecanismele biochimice implicate în efectul cutanat ale UV, cum ar fi injecțiile intravenoase cu pirocatechină.

Unele din substanțele reducătoare (aminoacizii cu sulf, precum cisteina), scad tendința de dezvoltare a eritemului, dar totodată, cresc pigmentația (deși ne-am putea aștepta – pe baza unor explicații teoretice – să reducă și pigmentarea).

S-a mai observat că administrarea orală sau intravenoasă de vitamină C reduce într-o oarecare măsură eritemul și pigmentația actinică.

VIII.5. EFECTELE FIZIOLOGICE ALE LUMINII

VIII.5.1. EFECTELE ASUPRA PROCESELOR DE METABOLISM

Metabolismul general al organismului este influențat direct de regimul de iradiații luminoase.

Razele vizibile și RUV măresc procesele de oxidare din organism. S-a constatat că metabolismul bazal crește în perioada inițială după iradiere și apoi scade, ajungându-se la un echilibru metabolic. La doze moderate, metabolismul scade la simpaticotonici și crește la vagotonici. Asocierea RIR cu RUV duce la o accentuare a variațiilor metabolismului.

În ceea ce privește echilibrul acidobazic după iradierea cu UV, se observă imediat o acidoză, urmată de o fază prelungită de alcaloză.

Asupra metabolismului glucidic. S-a constatat că sub acțiunea luminii, glicemia (și glicozuria) scade proporțional cu intensitatea iradierii, la indivizi sănătoși și la diabetici (la care scad și corpii cetonici) în timpul eritemului actinic și apoi cresc, fără să ajungă la valoarea inițială.

În același timp, crește depunerea de glicogen în ficat și în țesut muscular. Se pare că este vorba de un mecanism reflex (E. Martini, E. Roncallo, G. Viale).

Numerouse cercetări au demonstrat în mod repetat îmbunătățirea performanțelor atleților și sportivilor de performanță, prin activizarea metabolismului muscular, generată de creșterea glicogenului muscular (R.A. Allen, T.K. Cureton, Z.D. Gorkin, M.D. Gorkin, N.E. Teslenko, T. Hettinger, E. Seidl, G. Lehmann, E.A. Muller, A. Szakall).

Asupra metabolismului proteic. La iradierile moderate s-a constatat o stimulare a catabolismului proteic, urmată de o creștere a eliminărilor urinare de azot, fosfor și sulf ca urmare a degradării (desfacerii biochimice) aminoacicilor. La iradieri intensive, dimpotrivă, scade eliminarea urinară de azot total.

Asupra metabolismului mineral. Formarea vitaminei D. Cel mai însemnat efect îl au RUV asupra calcemiei și fosforemiei care cresc mai ales în stările de hipocalcemie și calcemie normală. Astfel, în rahițism, unde calcemia și fosforemia sunt scăzute, iradierile cu UV fac ca valorile calciului și fosforului să revină la normal. În timpul iradierii cu UV se observă o scădere a eliminării calciului și o absorbție mai intensă a sa de către țesuturi. Aceste efecte sunt determinate de producerea vitaminei D în epiderm sub acțiunea RUV cu lungimile de undă de 280–300 nm (raze Dorno), gama cea mai eficace în ceea ce privește acest efect, cum susținea Bachem în 1956.

Există mai multe provitamine D (inactive), transformate în vitamine D active sub influența RUV.

Provitamina D₃ (tahisterol) provine din 7-dehidrocolesterol și ea se formează în cantitatea cea mai mare. Provitamina D₃ depozitată în tegument este adusă prin fluxul sanguin de la nivelul intestinului subțire, unde colesterolul ingerat se transformă cu mare eficiență în 7-dehidrocolesterol.

Vitamina D₄ provine din 22-dehidrocolesterol. Dar, singura – se pare – cu efect antirahitic este vitamina D₂ (calciferol). Ea provine din ergosteroul iradiat, substanță biologic inactivă, lipidică, neazotată, trecând printr-o serie de etape biochimice intermediare. Sediul de formare al vitaminei D se presupune că este stratul cornos, de când s-au descoperit cantități considerabile de vitamina D în stratul cornos descuamat.

După iradierea cu ultraviolete, crește absorbția intestinală a calciului (și fosforului) alimentar. Vitamina D determină creșterea absorbției de calciu și fosfor în țesuturi. Nivelul sanguin crescut de fosfați favorizează depunerea sărurilor de calciu în epifizele oaselor lungi.

În consecință, vitamina D joacă un rol important în tratamentul rahițismului, dar și al tetaniei, dezvoltării și schimbării dentitei și în perioada inițierii lactației.

Mai este important de semnalat creșterea proprietăților antirahitice ale unor alimente (unt, lapte de vacă) iradiate cu ultraviolete artificiale (emise de lămpi cu cuart).

VIII.5.2. ACȚIUNEA ASUPRA ELEMENTELOR SANGUINE

Numeiroase experiențe *in vitro* și *in vivo* au cercetat și constatat o serie de efecte ale iradierilor cu ultraviolete asupra unor componente sanguine. În condițiile în care hematiile sunt scăzute, după iradierea cu UV acestea cresc (apar forme tinere în sânge). Globulele roșii și valoarea globulară nu suferă modificări când sunt normale. Acest efect este pus pe seama unor substanțe cu acțiune hematopoietică eliberate din tegumentul iradiat și intrate în fluxul sanguin. Dacă organismul este supus la iradieri zilnice și intense cu UV, numărul eritrocitelor și valoarea globulară scad. Rezistența globulară scade *in vitro* (prin creșterea hemolizei) sub acțiunea RUV de 310 mμ. Ea ar scădea și *in vivo* după unii autori (prin oxydare), după alții însă ar crește.

Radiatiile cu lungime de undă de 250–300 mμ reduc hemoglobina în methemoglobină, accelerând disocierea carboxihemoglobinei.

Numărul leucocitelor crește în săngele venos și capilar sub acțiunea iradierilor cu UV, atingând nivelul maxim la 30 de minute și revenind la normal după 5–6 ore. Formula leucocitară prezintă o creștere a neutrofilelor, monocitelor și eozinofilelor. Numărul trombocitelor crește și scade timpul de coagulare la cei cu tendință la hemoragie.

Experiente clinice recente efectuate de G. și U. Frick și J. Wiedenhöft în Germania pe un număr de peste 500 de pacienți prin metoda reinjectării săngelui propriu extras și iradiat cu UV au arătat o creștere constantă a leucocitelor cu valoare maximă la 1–4 săptămâni, a bazofilelor și a limfocitelor; de asemenea, acești autori au observat o activare a fagocitozei, confirmând în acest sens observațiile lui Knott din 1948 și Wennig (1956). Tot ei constată o creștere a fibrinozei și o diminuare a hiperagregabilității trombocitelor la majoritatea bolnavilor care prezintau această stare plachetară. Un al treilea efect semnificativ

constatată pe lângă cele imunologice și de influențare a coagulabilității sanguine, a fost cel de scădere a colesterolului sanguin, confirmând comunicările lui R. Altschul – 1935, R. Krainik – 1955, Wennig și Steinhart – 1956 și 1960. Autorii germani sus-menționați au găsit scăderi ale valorilor colesterolului cu medii de 11% după 6 săptămâni, 15% după 6 luni și 22% după un an de la injectarea eșantioanelor de sânge iradiate cu UV (1 ml sânge pe kilocorp extras, iradiat și reinjectat). Mecanismul incriminat ar fi diminuarea nivelului sanguin al glutationului total și redus și creșterea activității glicerofoforazei sanguine după acțiunea ultravioletelor (I.G. Lyachovetski).

VIII.5.3. ACȚIUNEA ASUPRA CIRCULAȚIEI

Razele ultraviolete determină modificări ale circulației superficiale din tegument, precum și modificări ale circulației profunde, însoțite de hipotensiune.

Circulația tegumentară și profundă (din musculatura scheletică subiacentă) sunt activate; fluxul sanguin superficial crește sub acțiunea directă a căldurii (produsă de radiațiile infraroșii sau de eritemul actinic), circulația profundă crește printr-o serie de reflexe neurovegetative la distanță, pe care le produce căldura prin exercitarea zonelor simpatice profunde.

În perioada apariției eritemului, pulsul se accelerează și debitul cardiac în inima dreaptă crește cu 10%; ulterior, acestea au tendința de scădere, iar tensiunea arterială scade; mecanismele au fost explicate fie prin scăderea cantității de adrenalină și diminuarea tonusului simpatice, fie prin acțiunea substanțelor de tip histaminic formate în tegument sub acțiunea RUV.

VIII.5.4. ACȚIUNEA ASUPRA RESPIRAȚIEI

Sub influența RUV cu lungimea de undă mică (sub 320–310 nm) se modifică schimburile gazoase prin mărirea cantităților de oxigen absorbit, care sunt și mai importante dacă ultravioletele sunt însoțite și de infraroșii (de fapt nu este singurul domeniu care demonstrează sinergismul fiziologic al RUV și RIR când sunt aplicate concomitent). Mișcările respiratorii devin mai rare și mai ample. Aceste modificări au loc pe cale reflexă prin excitarea centrului respirator, având ca punct de plecare reacțiile de la nivelul tegumentului.

VIII.5.5. ACȚIUNEA ASUPRA APARATULUI DIGESTIV

Secretia gastrică acidă crește sub influența radiațiilor ultraviolete la persoanele cu hiposecreție, sub acțiunea histaminei crescute în tegument (și în vasele sanguine gastrice) sau/și prin mecanism reflex. S-a mai demonstrat de asemenea o creștere a motilității gastrice și intestinale, precum și o stimulare a secreției salivare și pancreatică.

VIII.5.6. ACȚIUNEA ASUPRA GLANDELOR ENDOCRINE

Lumina și radiațiile ultraviolete ar acționa asupra glandelor cu secreție internă prin intermediul substanțelor chimice produse în tegument în urma iradierii. Se presupune că are loc o stimulare a glandelor paratiroide cu hipersecreție de

parathormon care normalizează metabolismul calcic cu efecte favorabile în rahițism (ar interveni substanțele de tip histaminic care iau naștere în epiderm). De asemenea, prin același mecanism, pancreasul endocrin ar prezenta o accentuare a funcției glicoreglatoare, cu hipoglicemie consecutivă, în timp ce tiroïda și-ar diminua activitatea secretorie. Se mai menționează modificări în funcția glandelor medulo-suprarenale, a hipofizei, gonadelor și timusului.

VIII.5.7. ACȚIUNEA ASUPRA SISTEMULUI NERVOS

Lumina influențează într-o măsură marcată sistemul neurovegetativ. Acest fapt a fost dovedit de o serie de probe care se modifică sub acțiunea luminii – în general – sau a radiațiilor ultraviolete – în special.

Radiațiile infraroșii aplicate în doze moderate au o acțiune la început excitantă asupra sistemului nervos, urmată de o fază de sedare prelungită care poate ajunge până la somn. Sub acțiunea RIR scade cronicia nervilor, iar contractilitatea musculară crește la temperaturi normale și scade la temperaturi ridicate peste 44°C.

Pe altă parte, se cunoaște că radiațiile vizibile influențează sistemul nervos. Lumina influențează centrii vegetativi subcorticali din hipotalamus și neurohipofiză prin intermediul ochiului. Culoarea roșie are o influență net stimulantă, putând fi utilizată la bolnavii deprimați, culoarea albastră are în schimb un evident efect sedativ, motiv pentru care poate fi folosită în crearea ambianței la bolnavii cu stări de hiperexcitabilitate.

Radiațiile ultraviolete acționează asupra sistemului nervos vegetativ prin scăderea reflexă a tonusului simpatice; alți autori atribuie ultravioletelor un efect de excitare a componentei parasimpatice prin mediatorii de tip histaminic eliberați, determinând vasodilatație, hipotensiune arterială, toleranță crescută la glucoză. Modificarea unor probe neurovegetative la iradierea cu RUV, cum ar fi inversarea reflexului oculo-cardiac (accelerarea pulsului în loc de bradicardizare), inversarea răspunsului la proba cu atropină (cu tahicardie) etc. pledează pentru aceste efecte.

Asupra sistemului nervos periferic, razele ultraviolete au un efect de scădere a excitabilității și sensibilității dureroase cu analgezie mai accentuată la doze mari, prin acțiune asupra filelor simpatice vasomotoare din derm și a capilarelor și vaselor superficiale (pe căi umorale), precum și printr-o serie de reflexe cu punct de plecare tegumentar.

De altfel, acest efect este demonstrat de rezultatele aplicațiilor cu doze eritem de ultraviolete într-o serie întreagă de nevralgii (sciatice, intercostale etc.).

VIII.6. RELAȚIA DINTRE RADIAȚIA ULTRAVIOLETĂ ȘI CANCERUL CUTANAT

O serie de observații făcute de-a lungul timpului au dus la suspectarea acestui determinism etiologic:

a) S-a estimat că circa 90% din cancerelor cutanate semnalate la rasa albă apar în suprafețele tegumentare expuse la lumina solară.

b) Incidența cancerului cutanat este mai mare în regiunile globului pământesc unde iradierea solară este mai mare.

c) În S.U.A. s-a constatat că mortalitatea prin cancer cutanat este mai mare în rândul personalului forțelor armate – mai expus la soare decât la grupele de vîrstă echivalente din populația civilă.

d) S-a afirmat că neoplasmul cutanat este mai puțin răspândit în rândul bruneților decât la blonzi: acest fapt de observație nu a putut fi acceptat ca argument deoarece, pe de o parte, deosebirile de pigmentație cutanată sunt dificil de măsurat și pe de altă parte, corelația semnalată se poate datora în egală măsură și altor factori, precum grosimile diferite ale tegumentului și intervenția diferitelor determinisme genetice.

Au fost efectuate numeroase experimente pe animale în această direcție: într-o primă etapă s-a constatat că la șoareci se dezvoltă numai sarcom cutanat, iar la șobolani poate apărea și sarcom și carcinom după iradierea cu raze ultraviolete, dar într-o proporție mai redusă ca la om, la care ar putea apărea carcinom.

Experimental, s-a afirmat că cele mai active carcinogenetice sunt RUV cu lungimea de undă sub 320 mμ (până la 230 mμ).

Mai recent, s-a demonstrat că după expuneri repetitive la RUV de 254 mμ, șoareci fac mai des carcinom și că la 280–310 mμ se produc mai multe sarcoame decât carcinoame la această specie.

Modul de producere a cancerului cutanat de către radiația ultravioletă reprezintă încă un domeniu de speculații, necunoscându-se exact mecanismele respective. Se știe doar (experimental) că este afectat ADN din cromozomi și ARN din incluziunile citoplasmatice. Totuși, observațiile statistice atrag atenția asupra riscului potențial cancerigen pe care îl reprezintă expunerile intempestive și contraindicante la „bronzarea“ solară, semnal de alarmă tras de societatea americană împotriva cancerului în iulie 1985, când arăta că expunerea necontrolată la soare a dublat în zece ani (1975–1985) numărul cazurilor de melanom malign provocat în acest mod.

În orice caz, cancerul cutanat uman nu poate fi provocat de aplicațiile terapeutice cu ultraviolete în limitele standardelor stabilite pentru tratament și cu abordarea precauțiilor corespunzătoare.

VIII.7. EFECTE CLINICE, PROPRIETĂȚI TERAPEUTICE

VIII.7.1. RADIAȚIA ULTRAVIOLETĂ

Principalele efecte clinice se desprind din efectele biologice și fiziologice descrise mai sus în detaliu. În general, sunt menționate următoarele efecte:

1. Stimularea tegumentului

Este un rezultat al efectelor biofiziologice locale asupra tegumentului. Este cu atât mai puternic, cu cât cantitatea de RUV absorbită este mai mare (în funcție de unghiul de incidentă al razelor și de lungimea lor de undă). Intensitatea este maximă la incidentă perpendiculară și la lungimea de undă de 250 mμ, deci la ultravioletele cele mai scurte (M. Lukiesch – 1946), la care se reflectă numai 4% din iradiație.

2. *Pigmentația cutanată* a fost descrisă pe larg în capitolul precedent.

3. *Exfolierea cutanată*. Pentru a se obține efectul urmărit (indicat mai ales în psoriazis și acnee), se recomandă a se realiza eritemul de gr. II (în aplicații pe zone restrânse) sau de gr. I (pe zone extinse).

Este necesară o testare inițială atentă și corectă a sensibilității cutanate prin biodozimetrie; pentru a se obține o exfoliere optimă este necesar ca dozarea primei ședințe să fie foarte corectă, să nu fie subdozată, ci mai degrabă este recomandabilă o doză mai puternică – decât ședințe repetate cu doze slabe – deoarece tegumentul devine mai rezistent și nu mai exfoliază eficient. Din motive estetice este bine să iradiem simetric și fără linii de demarcare netă între zonele expuse (tratare) și cele învecinate.

4. *Producerea vitaminei D*. Efectul razelor ultraviolete asupra producerii calciferolului (vitamina D₂) a fost bine demonstrat și, de asemenea, detaliat în capitolul precedent, din care reiese rolul important al acestei vitamine în controlul și reglarea metabolismului fosfocalcic și implicit în prevenirea răhitismului.

5. *Efectul desensibilizant-antialgic*

Se obține prin aplicarea ultravioletelor pe zone circumscrise, pe suprafețele cutanate corespunzătoare regiunilor dureroase.

Reacția eritematoasă (produsă pe „câmpuri“ de eritem) provoacă o iritație locală importantă care diminuă indubabil durerea resimțită de pacienți din structurile tisulare mai profunde. Mecanismul acestui efect nu este încă bine clarificat. Poate fi vorba de o „mascare“ a durerii, poate fi vorba de o interferare („competitivă“) a transmiterii durerii de căile nervoase ascendente sau chiar de o acțiune la nivel central. Important este faptul că această metodă simplă și rapidă ameliorează durerile articulare sau periarticulare în artroze și alte suferințe articulare reumatice.

S-au notat cele mai bune efecte în gonartroze, dar și în manifestările abarticulare, precum epicondilite, tendinite, miogeloze (sindromul miofascial, fibrozite dureroase sau *Trigger-point*).

Se recomandă ca înainte de iradierea locală (în câmpuri) să se degreseze tegumentul cu alcool sau eter. În unele servicii și secții clinice de specialitate se utilizează metoda aplicării directe, cu presiune pe tegument a lămpii tip Kromayer, provocându-se un eritem puternic, cu maximum de biodoze eritem (după care se acoperă cu bandaj compresiv pentru 6–7 zile, pentru prevenirea spargerii flistenelor produse).

6. *Efectul asupra hematopoiezii*. Cu toate că numeroase cercetări experimentale și clinice au relevat un efect favorabil al radiației ultraviolete asupra hematopoiezii (începând cu A.P. Barrer și W.M. Fowler în 1945), nu toți autorii sunt de acord cu acest efect (J.L. Da Silva, M.W. Partington), astfel că, deocamdată, actinoterapia rămâne ca o metodă adjuvantă și nu patentă, în tratamentul anemiilor.

7. *Efectul dezinfecțant*. Derivă din acțiunea bactericidă a RUV cu lungimea de undă de 250–270 mμ, al căror efect este urmărit în aplicarea asupra unor plăgi superficiale, infecții cutanate, ulcere atone, la ultimele utilizându-se cel puțin 2 biodoze maxime, observându-se debutul vindecării la 5–7 zile de la iradiere.

8. Efectele psihologice. Aparent minore, aceste efecte nu sunt de neglijat, fiind consecința firească a unor efecte vizibile sau resimțite, nu în primul rând estetice, cât mai ales *ad sanationem* – prin acțiunile indubitatele biofiziologice fondate pe stimulare neuro-endocrino-metabolică generală și chiar antialgice – după cum s-a arătat mai sus. În același context se recomandă îmbinarea cu terapie activă, cu exerciții fizice, în scopuri curativo-profilactice.

VIII.7.2. EFECTELE CLINICE ALE RAZELOR INFRAROȘII

Derivă din consecințele efectului caloric al acestora asupra organismului: activare a circulației cu încălzire tisulară și resorbția edemelor superficiale, miorelaxant și antialgic, stimularea catabolismului și sudație, în funcție de modalitatea și tehnica de aplicare.

VIII.8. INDICAȚIILE TRATAMENTULUI CU RAZE ULTRAVIOLETE

Din multiplele și diferitele acțiuni și efecte clinice și fiziologice ale RUV derivă evident și multiple indicații terapeutice ale acestora, în domenii diverse de patologie.

VIII.8.1. DERMATOLOGIE

Principalele afecțiuni cutanate indicate ca beneficiare ale actinoterapiei sunt psoriazisul și acneea. În psoriazis (nu se aplică în puseele acute) se pot utiliza trei metode:

a) Aplicații locale cu doze exfoliante de eritem de gradul II sau III în funcție de mărimea placardelor psoriazice și de rezistența cutanată; se protejează suprafețele cutanate învecinate sau se utilizează metoda de contact cu lampa de tip Kromayer.

b) Tratamente locale asociate cu aplicații de substanțe chimice fotosensibilizatoare, precum eozina și gudronul. De exemplu, unguentul Rp: Gudron – 2–6 cc; Oxid de zinc – 3 g; Petrolatum q.s. 120 g – se aplică pe placarde pe timpul nopții. În ziua următoare se efectuează iradierea cu ultraviolete cu lampa la 75 cm distanță, începându-se cu o durată de un minut și crescând zilnic cu 30 secunde pe sedință, până la expuneri de 5 minute. Cu această tehnică, Goeckermann relatează ameliorări în 90% din cazuri după o perioadă de 2–4 săptămâni de tratament.

c) Iradieri generale cu lampa la distanță, utilizând doze albe eritematoase, într-un ritm de două expuneri pe săptămână, apoi o dată pe săptămână, timp de minimum 2 luni.

În acnee se aplică doze eritem de gradul I sau II. Se urmărește obținerea descuamării stratului epidermic și la sfârșitul acestui proces, se poate efectua următoarea sedință de iradiere, deci se aplică o sedință la 10–15 zile. și în cazul acneei se poate utiliza tehnica de asociere cu unguente cu fotosensibilizatorii

(gudron 5%), cu ungeri în fiecare noapte, timp de o săptămână. Dimineața, regiunea cutanată unsă se poate spăla cu apă și săpun, se expune la soare pentru câteva minute până se ajunge la o senzație de arsură solară. Cu această metodă s-au menționat vindecări în 20% din cazuri după 2 săptămâni de tratament și la încă 30% după 5 săptămâni (după A. Kurtin și R. Yontef – 1948).

Alte indicații în domeniul dermatologiei: alopecii, peladă. Se utilizează de preferință metoda de contact cu expunerii a câte 5 minute pe un câmp cutanat; de asemenea, în asociere cu fotosensibilizatori (meladinină, tirozină), se badijonează cu 30 sau 60 minute înainte de ședință de iradiere, în ritm de o ședință la 7–15 zile. Cu acest tratament se obțin de regulă bune rezultate:

– Cicatrici cheloide – se indică iradieri la 1–2 săptămâni.

– Eczeme – în stadii subacute și cronice – se aplică iradieri locale în ședințe de 2–3 biodoze la intervale de câteva zile sau iradieri generale zilnice cu doze suberitematoase.

– Furuncule și furuncul antracoid – se iradiază cu ultraviolete din banda „scurtă“ după aplicarea unui pansament adeziv. Nivelul dozelor și suprafața de iradiere sunt în funcție de aria de extindere a furunculilor.

– Degerături, eritemul pernio – se citează rezultate bune când se aplică precoce, dacă este posibil înainte de apariția leziunilor. Se utilizează doze eritem de gradul I în ședințe repetitive. Sequeira explică rezultatele bune prin creșterea metabolismului cutanat și producerea de vitamina D care, în cantitate crescută, contribuie la vindecare.

– Herpes zoster (Zona). Se recomandă aplicarea precoce, înainte chiar de apariția leziunilor (Humphris), cu doze eritem de gr. II; dacă se aplică foarte timpuriu, este suficientă adesea o singură ședință. După dispariția leziunii herpetice se recomandă iradiera nevralgiei restante.

– Lupus vulgaris – Cu ani în urmă, ultravioletele erau frecvent folosite în această afecțiune; în prezent se utilizează mai rar de către unii autori (R.M. Bolam), în cazurile rebele, cu iradieri pe regiuni alternative. Actualmente se preferă tratamentele cu calciferol și acid izonicotinic.

– Ulcere cutanate – (atone și varicoase). În aceste cazuri este indicată utilizarea lămpilor cu efect bactericid și a celor cu vaporii de mercur, primele în scop de sterilizare a plăgilor, celealte cu scop trofizant, de stimulare a formării țesutului de granulație reparator și de îmbunătățire a circulației periferice.

După testarea reacției eritematoase a țesuturilor vecine și a zonei ulcerative, se aplică doze forte, de 20 până la 100 de ori doza eritem de gradul I, în iradieri locale. Regiunile cutanate învecinate se iradiază cu doze slabe (de gradul I). Se notează obținerea unor rezultate foarte bune prin actinoterapia ulcerelor cutanate și se apreciază ca regretabilă neutilizarea sistematică a iradierii ultraviolete în aceste afecțiuni.

– În ragadele mamelonare, cu dozele eritem de gr. I se obțin bune rezultate.

– În piocerite, unele prurigouri, micoze cutanate, rezultatele obținute după diverse tentative terapeutice sunt apreciate ca relative și îndoioanelnice (ca și în alopecia și cheloide după unii autori).

VIII.8.2. PEDIATRIE

Sunt o serie de afecțiuni din domeniul pediatrie care beneficiază cu rezultate bune sau foarte bune de terapia cu raze ultraviolete. Dar, în această situație, trebuie să ținem cont în primul rând de sensibilitatea diferită a copiilor la ultraviolete în comparație cu adulții. Copiii mici nu se pigmenteză sau se pigmenteză foarte puțin. Pragul lor de eritem este foarte ridicat și toleranța lor nu este pe măsura reacției eritematoase, adică este mult mai mică decât pragul, astfel că, în general, la copii se începe tratamentul cu un sfert de biodoză, iar progresiunea duratei ședințelor de iradiere va fi lentă.

În principiu, trebuie să reținem că, copiii sunt foarte sensibili la ultraviolete, eritemul îi obosește, le deranjează somnul, în timp ce dozele slabe, suberitematoase, îi calmează și le îmbunătățește starea generală. Tratamentul va fi deci condus cu prudență, în ședințe mai rare și mai numeroase.

Principalele indicații terapeutice din domeniul pediatrie sunt rahitismul (și spasmofilia), suferințele respiratorii (astmul bronșic), debilitatea fizică, craniotabesul.

În rahitismul confirmat se recomandă aplicarea de serii de 12 ședințe cu dozare progresivă: 1/3, 1/2, 2/3, 4/5 de doze eritem gradul I (o biodoză) și continuând apoi cu o biodoză, pe suprafețele de 25 cm²; în cazuri cu anemii și deficite nutriționale, pe lângă o ședință de eritem gradul II (două biodoze) aplicată de două ori pe săptămână, se asociază o dietă corespunzătoare.

În astmul bronșic se obțin rezultate bune (Saidman și Henri) cu doze eritem în câmpuri aplicate alternativ pe față anteroară și posterioară a toracelui (2–4 biodoze).

Tratamentul debilității fizice este foarte eficient prin utilizarea diverselor metode de actinoterapie: surse artificiale (lămpi cu vaporii de mercur), în solarii, pe plaja litoralelor.

Cazurile de craniotabes s-au dovedit foarte sensibile la dozele progresive de 1/3, 1/2, 2/3, 4/5 de biodoză eritem, care duc la o rapidă ameliorare a acestei afecțiuni.

VIII. 8.3. REUMATOLOGIE

Această metodă de tratament în suferințele reumatismale a fost larg folosită de multă vreme și a probat a fi valoroasă.

Principalele forme tratate au fost (și sunt): artritele reumatoide, artrozele, periartritele, nevralgiile, sindromul algoneurodistrófic.

În poliartrita reumatoidă se recomandă aplicații generale și locale. Aplicațiile generale au ca scop și justificare (cu bune rezultate) stimularea locală a tegumentului cu producerea de vitamină D și pigmentare, stimulare generală cu ameliorarea condițiilor fiziologice precare, a asteniei și debilității și chiar ameliorarea stării psihice, cu efecte benefice asupra moralului scăzut al bolnavilor. Se fac iradieri progresive pe fețele anteroară și posterioară a corpului dezbrăcat, cu lampa cu mercur plasată la 1,50 m distanță de suprafața corporală, începând cu 2 minute + 2 minute și crescând zilnic cu 1 minut + 1 minut, 15 ședințe zilnice pe o serie.

Aplicațiile locale sunt indicate pe regiunile articulare afectate, prezentând fenomene inflamatorii, dureroase și troficitate cutanată alterată și cu efecte

antiinflamatorii, antialgice și desensibilizante. Se testează reacția eritematoasă cutanată prin biodozimetrie (după degresare locală cu alcool); în general se urmărește producerea eritemului de gradul III sau IV (se aplică 3 sau 4 biodoze).

Dacă se utilizează lămpi de tip Kromayer, după sedință se aplică un bandaj elastic adeziv în strat dublu pentru 7–10 zile. Se pot repeta pe aceeași articulație la acest interval (7–10 zile), iar numărul sedințelor este în funcție de rezultatele obținute și de evoluție în contextul terapeutic general. Evident, se pot trata mai multe articulații. Artrozele reactivate se tratează cu iradieri locale (după biodozimetrie) cu efecte analgetice adesea evidente.

În reumatismul abarticular și algoneurodistrofic se pot aplica iradieri generale, dar mai ales locale cu efecte antialgice și probabil prin acțiune pe zonele reflexe cutanate. Pentru umărul dureros se iradiază fața anteroiară a articulației, pentru cot – regiunea olecraniană, pentru pumn – fața dorsală, pentru sold – regiunea trohanteriană, pentru genunchi – regiunea internă și suprarotuliană, pentru gleznă – fețele laterale.

Dozele de iradieri se stabilesc bineînțeles după biodozimetrie.

În nevralgii se aplică doze eritem ceva mai moderate (2–3 biodoze). În nevralgia sciatică se aplică sedințe la 2–3 zile, în câmpuri cu doze eritem urmărind un traseu descendant, începând cu regiunea lombosacrată dureroasă și coborând în continuare pe fesă, coapsă (2 câmpuri succesive) și molet, fără a se aplica de două ori în același loc. Asemănător, în nevralgia cervico-brahială se iradiază în câmpuri locale de-a lungul traseului dureros: cervical, supraclavicular, deltoidian, brahial etc. În nevralgiile intercostale se aplică doze-eritem în câmpuri mici cu diametrul de circa 5 cm², de-a lungul spațiului dureros.

VIII.8.4. TUBERCULOZA

Înainte de era antibioticelor, actinoterapia a fost utilizată ani de zile în mai toate formele de tuberculoză. Au fost tratate tuberculoza pulmonară neevolutivă, intestinală, peritoneală, ganglionară, osteoarticulară, lupusul tuberculos etc., cu iradieri generale în doze progresive, folosind sursele artificiale sau naturale (helioterapie), cu rezultate favorabile care justificau utilizarea acestei metode: ameliorarea apetitului, a curbei ponderale și a stării generale la tuberculoza pulmonară durerile, greața și vărsăturile – mai puțin diaree rebelă – în tuberculoza intestinală.

Cu toate că în unele clinici și centre medicale se mai utilizează terapia cu ultraviolete a anumitor forme de tuberculoză, aceasta a căzut – în general – în desuetudine, chiar și în cea ganglionară, în care i-au luat locul dozele mari de calciferol și antibioticele.

VIII.8.5. ALTE AFECȚIUNI

– *Sindroame neurovegetative*. Hipersimpaticotoniile manifeste prin tachicardie, extrasistole, sindroame spastice viscerale (gastrointestinale, veziculare, colice) pot fi reglate cu tendință la normalizare de aplicațiile generale de ultraviolete în doze sedative, foarte slabe, o sedință la 2–3 zile, 15–20 sedințe.

– *Unele tulburări endocrine*, precum hipertiroidiile ușoare, menopauza, unele tipuri de obezitate, pot fi tratate cu rezultate (de asemenea prin iradieri generale progresive).

– *Astmul bronșic*. Chiar în crizele de astm au fost obținute rezultate cu aplicațiile de doze-eritem, care atenuază intensitatea fenomenelor alergice. Se aplică câmpuri de eritem pe torace – anterior și posterior – în expuneri de obicei alternativ încrucișate (ex.: anterior-stânga superior, apoi posterior-dreapta superior și.a.m.d.), o ședință la 2 zile cu 6–8 câmpuri de eritem.

– *Afecțiuni din sfera ORL*. Faringo-amigdalite, rinite catarale persistente (cu sau fără patogenie alergică) unde acționează prin afecte anticongestive și bactericide; otite externe și chiar otite medii. Se aplică iradieri locale cu doze eritem.

– *Afecțiuni stomatologice*: parodontopatii, stomatite, gingivite (în doze eritem).

– *Afecțiuni din sfera obstetrică-ginecologică*: vaginită, ragade mamelonare, echimoze vulvare postpartum (cu doze eritem); hipogalactii, amenoree (cu iradieri generale progresive).

– *Afectări ale stării generale* la bolnavii surmenați după boli infecțioase consumptive, carențe alimentare, la bolnavii anemici, inapetenți, cu pierderi ponderale, unele cazuri de insomnii, surmenaje care scad capacitatea de muncă fizică și intelectuală. În aceste cazuri se recomandă aplicații generale cu doze mici la început, crescute progresiv din 2 în 2 zile, în serii de 10–20 ședințe (după caz), în asociere cu roborante generale – vitamine și calciu.

VIII.8.6. CU SCOP PROFILACTIC

Cu scop profilactic în special la mineri, pentru prevenirea consecințelor carenței de ultraviolete. Se amenajează spații (încăperi) special destinate înaintea intrării în subteran (aşa-numitele „fotarii“) în care se fac expuneri de 2–8 secunde pe ambele părți, la grupuri succesive de mineri ce intră în abataje.

VIII.9. CONTRAINDIICAȚIILE ACTINOTERAPIEI

Ca și alte domenii din cadrul electroterapiei, tratamentul cu RUV cunoaște o serie de contraindicații – absolute sau relative – din diferite sfere de patologie, care trebuie bine cunoscute și respectate. Considerăm că enumerarea și normalizarea lor sunt suficiente pentru a fi luate în considerație.

- Tuberculoza pulmonară activă;
- Neoplaziile;
- Cașexiile de orice cauză și inaniția;
- Cardiopatiile decompensate, insuficiența cardiacă, ateroscleroza în stadii avansate.
- Insuficiențe hepatice și renale; nefritele cronice și severe;

- Stările hemoragipare și tendințe la hemoragii, tromboflebitele;
- Hipertiroidia;
- Diabetul zaharat;
- Hematoporfirinemia;
- Pacienții nervoși și iritabili;
- Sarcina;
- Tulburările (anomalii) de pigmentație;
- Hipertensiunile arteriale consecutive pigmentației;
- Fotosensibilitățile cutanate solare (descrise într-un capitol anterior) care pot da naștere la accidente de tipul eritemului actinic acut, urticariei actinice, foto-dermatozelor (radiolucitelor) acute sau cronice etc. Mai notăm că tratamentul cu ultraviolete poate exacerba puseele acute de psoriazis, eczemele acute, lupusul eritematos, herpesul simplu, xeroderma pigmentosum, pelagra.

În acest context, se recomandă evitarea iradierilor excesive cu RUV la domiciliu, acest tratament trebuind să fie efectuat de regulă sub supraveghere medicală, în scopul prevenirii maximum posibile a accidentelor, dintre care, neplăcute și chiar de temut, sunt cele oculare: blefarita, conjunctivita, keratita, cataracta lenticulară actinică.

VIII.10. ALTE UTILIZĂRI ALE RAZELOR ULTRAVIOLETE

VIII.10.1. IRADIEREA SÂNGELUI

S-a încercat iradiera unor mici cantități de sânge extrase din circulație (1,5 ml sânge/kg de greutate corporală), reintroduse apoi prin injecții/intramuscular, în unele afecțiuni ca celulite, reumatismul poliarticular acut, unele viroze etc. Această metodă nu și-a câștigat mulți adepti, la vremea respectivă, numeroși medici nerecunoscându-i valoarea terapeutică. Totuși, cercetări de dată recentă (1987) efectuate de specialiști austrieci și americani, au comunicat punerea la punct a unei metode terapeutice a cancerului sanguin bazate pe iradiera extracorporală cu ultraviolete a săngelui bolnavului în asociere cu un medicament determinat.

VIII.10.2. DEZINFECTIA (STERILIZAREA) AERULUI, APEI ȘI A SERULUI

După cum s-a arătat la efectele biologice ale RUV, banda de 250–270 milimicroni (grupul C) este cea mai „bactericidă“. Efectele sunt evidente și metoda preconizată este practică și ușor de aplicat. Una din metodele clasice utilizează tuburi cu vaporii de mercur de 7–17 wați, lungi de 30–90 cm, ce emit radiații de 253,7 mμ. În acest scop, ultravioletele sunt utilizate la sterilizarea aerului, apei și serurilor injectabile. Nu se sterilizează materialele opace.

Dezinfecția aerului

a) Metoda directă este cea mai eficace, deoarece proiectează asupra microbilor cea mai mare cantitate de ultraviolete iradiate. Persoanele se află expuse direct în calea razelor emise de sursă. Dacă perioada de iradiere este lungă, persoanele trebuie să fie protejate de îmbrăcăminte pe suprafețele expuse, precum și de ochelari de protecție. Indicații: laboratoarele de ambalare a medicamentelor, săli de pansamente, cabinete destinate tratamentelor injectabile, săli de operație (unde sunt necesari – repetăm – ochelari de protecție).

b) Metoda indirectă. Se aplică în săli de operație, săli de pansamente, laboratoare de medicamente. Lămpile emițătoare sunt fixate în aşa fel ca să proiecteze razele spre plafon, unde acestea se reflectă. Astfel, partea superioară a aerului din încăpere este iradiată constant. Nivelul iradierii (durata) se stabilește în funcție de umiditate, înălțimea încăperii, volumul de aer pe o persoană; se va estima și numărul de persoane ce pot sta în încăpere pentru a beneficia de dezinfecție. Cu această metodă s-au putut reduce infecțiile respiratorii în colectivitățile de copii cu 24–45%.

Se recomandă să se asocieze și o bună ventilație a aerului.

c) Metoda iradierii în conducte. Se introduc sursele de RUV în sistemul de conducte de ventilație.

d) Iradierile intrărilor. Sursele de ultraviolete se fixează deasupra ușilor de intrare în coloniile de copii, în alte diverse colectivități de copii. Această metodă reduce considerabil infecțiile încrucișate în spitale. Se consideră de specialiști că față de valoarea și eficacitatea ei, metoda de sterilizare a aerului prin UV este insuficient luată în considerație.

Dezinfectia apei

Se folosesc în acest scop tuburi puternice de ultraviolete de 1 100 wați. Sunt tuburi de cuarț încorporate în cilindri de cupru, placate în interior cu crom, pentru a mări reflectarea razelor. Cu un asemenea tub se pot steriliza circa 10 000 litri de apă pe oră.

Sterilizarea serului a fost practicată de Sidney Licht cu rezultate bune; autorul a observat la hemofilici că serurile iradiate cu ultraviolete reduc sângerările intrași postoperatorii.

VIII.11. INDICAȚIILE TRATAMENTULUI CU RAZE INFRAROȘII

Aplicațiile de radiații infraroșii se pot face în spațiu „deschis“ (cu lămpi de tipul Sollux și altele) și în spațiu „închis“ (cu băi de lumină).

Indicațiile RIR în spațiu deschis

Afecțiuni locale însoțite de edeme inflamatorii și stază superficială, în care vasodilatația produsă de căldură favorizează resorbția edemului. În asemenea situații se pot trata procese inflamatorii subacute sau cronice accesibile irației: inflamații ale pielii, plăgi superficiale pe cale de cicatrizare, foliculite, furuncule etc.; de asemenea, afecțiunile însoțite de reacții inflamatorii ale țesuturilor interstționale și în celulite, frecvent însoțite de fenomene dureroase. În această categorie menționăm spondilozele, diferențele tipuri de nevralgii, mialgii, tendinită, tenosinovite, artralgii,

periartrite, stări contuzionale posttraumatic care beneficiază de RIR, prin ameliorarea durerilor. Tot cu această tehnică de aplicare a radiației infraroșii se mai pot trata:

- catarele acute, subacute și cronice ale mucoaselor;
- leziunile cutanate de tipul plăgilor postoperatorii, plăgile atone, degerăturile, radiodermitele, eritemele actinice, eczemele, piodermitete, cicatricile vicioase etc.;
- tulburări ale circulației periferice: cianoze ale extremităților, arterite obliterante însotite de tulburări trofice și răcirea extremităților etc.;
- stări spastice ale viscerelor abdominale.

Indicațiile RIR în spațiu închis

Utilizarea terapeutică a băilor de lumină este mai largă, justificată mai ales de caracterul de termoterapie de sudare pe care îl are, precum și de efectul de solicitare generală a organismului (mai ales băile de lumină generală).

Principalele domenii de patologie care beneficiază de această metodă sunt:

- boli cu metabolism scăzut: obezitate, hipotiroidie (fără interesare cardiacă), diabet, diateze urice etc.;
- boli reumatismale, îndeosebi formele degenerative – boala artrozică, precum și periartrite, neuromialgii diverse;
- intoxicații cronice cu metale grele, în care sudarea intensă permite eliminarea acestora;
- afecțiuni inflamatorii cronice și subacute ale organelor genitale feminine: metroanexite, perimetrite etc.;
- afecțiuni cronice ale aparatului respirator: astm bronșic, bronșite cronice, scleroemfizem pulmonar.

VIII.12. PRINCIPALELE CONTRAINDIICAȚII ALE TERAPIEI CU RAZE INFRAROȘII

- Nu se aplică în perioada imediat următoare traumatismelor;
- hemoragii recente; existența unor riscuri de hemoragii gastrointestinale;
- inflamații acute; supurații;
- boli și stări febrile.

VIII.13. TEHNICA APLICĂRII RADIAȚIILOR ULTRAVIOLETE

VIII.13.1. CÂTEVA APRECIERI ASUPRA SURSELOR ARTIFICIALE DE ULTRAVIOLETE

De la sfârșitul secolului trecut au început să fie utilizate în medicină lămpile pentru radiații ultraviolete (danezul Finsen a utilizat primul o lampă emițătoare de RUV în 1896, tratând lupusul cutanat tuberculos).

Diferitele tipuri de lămpi imaginate și utilizate au reprezentat tot atâtea etape în dezvoltarea actinoterapiei, arătându-și proprietățile, dar și inconvenientele.

Lămpile cu arc electric (voltaic) cu electrozi de cărbune puțin mineralizați realizau o proporție de radiații ultraviolete relativ redusă în comparație cu radiația infraroșie produsă; electrozii de cărbune se consumă destul de rapid, fenomen contracararat de înzestrarea cu un dispozitiv de reglare a „deschiderii“ dintre electrozi, deci a dimensiunii arcului.

Lămpile cu electrozi de cărbune mineralizați emiteau radiație ultravioletă mai bogată și cu lungimea de undă în funcție de natura pulberii metalice utilizate la impregnarea cărbunelui (cu magneziu – 280 mμ, cu nichel – 350–230 mμ, cu cobalt – 300–240 mμ).

Lămpile cu electrozi de cărbune polimetalați (tip lampa Finsen) emit radiație ultravioletă în cantitate mare, dar și radiație infraroșie, fiind prevăzute cu filtre absorbante pentru infraroșii și cu lentile de cuarț pentru dirijarea razelor ultraviolete. Electrozii metalici sunt în general instabili și improprii pentru aplicații prelungite în terapeutică.

În aceste condiții, utilizarea terapeutică a acestor tipuri de lămpi s-a redus foarte mult, făcând loc lămpilor cu vapozi de mercur, mult mai puțin costisitoare și manipulate mult mai comod. În prezent, se mai utilizează uneori lămpile Finsen sau „Finsen modificate“ în dermatologie.

Lămpile cu mercur emit radiațiile spectrului specific acestuia. Electrozii de mercur sunt amplasați într-un tub de cuarț de diferite forme și dimensiuni, între aceștia creându-se un arc de vapozi de mercur ionizați care iau naștere prin trecerea curentului electric care încalzește mercurul până la vaporizare. Cuarțul are rolul de a absorbi radiațiile calde și vizibile, permățând trecerea razelor ultraviolete. Dintre cele trei grupe de tipuri de lămpi cu mercur, cu presiune foarte joasă – de câțiva milimetri de mercur, cu presiune medie – în jur de 1 atmosferă și cu presiunea înaltă (30 de atmosfere) și foarte înaltă (de 100 atmosfere), cele mai utilizate în terapeutică sunt cele cu presiune medie. La rândul lor, acestea au fost realizate în două modele: primul, cu mercur lichid încorporat la cele două capete ale unui tub de cuarț vidat; al doilea – cu descărcare electronică – cu o cantitate foarte mică de mercur (de ordinul centigramelor) având electrozi metalici sudați la cele două capete ale tubului (de formă liniară sau în potcoavă), activați de un depozit de bariu și cu infuzie de argon la presiune joasă de 4 mm de mercur. Această din urmă lampă are un tub ușor, rezistent și facil de transportat, fiind cea mai utilizată actualmente în terapie (fig. 209 și 210).

În literatura medicală de specialitate mai sunt citate câteva tipuri speciale de lămpi ultraviolete, utilizate în practica terapeutică, dintre care cităm:

- Lampa Kromayer cu mercur metalic, cu răcire cu apă distilată, utilizată în aplicații locale în afecțiuni ale pielii și mucoaselor.

- Tuburile Philips și Westinghouse cu presiune joasă a vaporilor de mercur, emițând RUV sub 280 mμ lungime de undă.

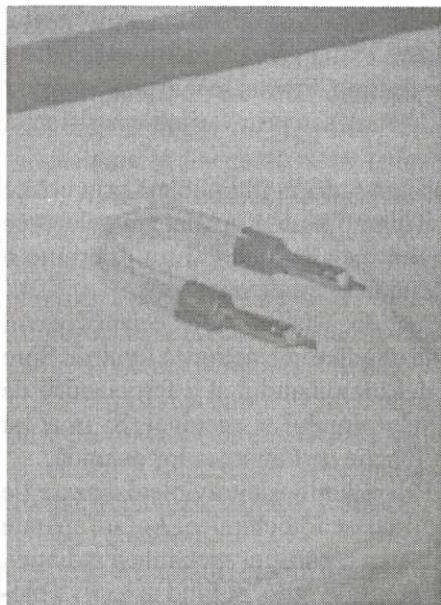


Fig. 209 – Tub de cuarț cu electrozi metalici, cu presiune joasă de mercur.

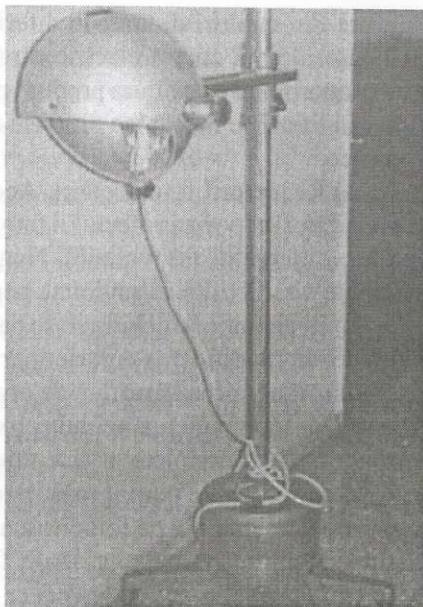


Fig. 210 – Lampă de ultraviolete.

VIII.13.2. METODE DE MĂSURARE A RADIAȚIILOR ULTRAVIOLETE

După cum s-a arătat mai înainte, sensibilitatea la ultraviolete este foarte diferită de la individ la individ, în funcție de o multitudine de factori menționați la expunerea privind sensibilitatea cutanată la această formă de energie. Acest fapt ne obligă să alegem cu atenție și măsură doza necesară pentru aplicațiile generale sau locale de ultraviolete la fiecare bolnav în parte. De asemenea, din prezentarea anterioară a acestui capitol se desprinde diferențierea acțiunilor biologice ale RUV în funcție de diferite lungimi de undă și intensități de iradiere. Ca atare, trebuie să înțelegem că pentru a produce – să spunem – același efect biologic, respectivele radiații ultraviolete trebuie să aibă aceeași activitate.

Activitatea unei radiații este egală cu doza pe unitate de timp. Deci, doza unei radiații echivalează cu produsul dintre activitatea ei și timpul de iradiere; în aceste condiții intervine necesitatea măsurării cantității de raze ultraviolete iradiate asupra individului tratat. Deoarece radiațiile ultraviolete sunt foarte complexe – aşa cum s-a arătat mai sus – se impune măsurarea acestora, problemă delicată și destul de discutată, precum și diferit apreciată. În această direcție, au fost propuse câteva metode distincte. Considerăm următoarea clasificare a acestora ca cea mai corectă și mai cuprinzătoare:

I. Metode fizico-chimice

Ele utilizează „receptori“ de diferite năaturi.
a) Receptori termici sau actino-termici. Sunt dispozitive care absorb radiațiile ultraviolete și le transformă în căldură. Utilizează termoelemente (termocupluri)

formate din cupluri de metale diferite care, sub acțiunea radiațiilor ultraviolete, dau naștere unui curent electric care se măsoară cu un galvanometru. Răspunsul este proporțional cu căldura produsă pe unitate de timp. Efectul se mai poate măsura prin modificările mecanice produse cu „radiometre“ sau prin variațiile rezistenței electrice.

b) Receptorii fotoelectrici. Aceștia măsoară radiația ultravioletă prin celule fotoemisjionale (pe baza efectului fotoelectric al luminii) sau prin celule fotoelectrice (pe baza efectului fotovoltaic). Natura stratului metalic (cadmiu și.a.) permite o selectare a radiațiilor ultraviolete pentru diferite lungimi de undă.

c) Receptorii fotochimici: se bazează pe acțiunea luminii de a declanșa reacții chimice, cu modificarea culorii unor substanțe chimice sub acțiunea luminii. Spre exemplu, înnegrire sârurilor de argint, virajul bicromatului și a ferocianurii de potasiu, descompunerea acidului oxalic, a iodoformului și acetonei. Si în acest caz, acțiunea ultravioletelor este selectivă în funcție de lungimea lor de undă.

Actinometrele permit măsurarea globală a radiațiilor ultraviolete, bazate fie pe termoelemente, fie pe fotoelemente, fie pe procese fotochimice. Aceste apărate permit măsurarea radiației globale, fără precizarea repartiției spectrale a radiației, ceea ce face ca din punct de vedere medical să nu fie utile, nefiind selective biologic în raport cu lungimile de undă ale RUV.

II. Metode actinobiologice

Acestea se bazează pe efectul lor de bactericid sau pe efectul de producere a eritemului tegumentar. Măsurarea puterii bactericide se recunoaște prin oprirea dezvoltării culturilor microbiene. O anumită doză de radiații UV inhibă multiplicarea bacteriilor. Toate bacteriile sunt sensibile la ultraviolete, dar mai ales germenii gramnegativi.

Măsurarea eritemului cutanat se poate efectua prin diferite metode folosindu-se celule fotoelectrice, etaloane de culoare etc., pentru aprecierea obiectivă a gradului de eritem.

Acstea metode sunt însă greoale și, de aceea, acum se folosesc o metodă simplă care constă în măsurarea timpului necesar pentru obținerea celui mai slab eritem pe tegument. Această metodă se numește „biodozimetrie“ și se utilizează în practica medicală curentă a aplicațiilor de ultraviolete locale sau generale, precedând în mod obligatoriu orice asemenea tratament. Biodozimetria stabilește biodoza necesară prescripției terapeutice. Biodoza sau doza biologică este timpul minim necesar pentru apariția celui mai slab eritem ultraviolet, adică primul eritem perceptibil (care dispare după 24 ore) la o anumită persoană, cu o anumită sursă de ultraviolete, de la o distanță fixă (75 cm sau cel mai adesea 50 cm).

Principii și condiții care trebuie respectate la efectuarea biodozimetriei:

1. Biodozimetria trebuie să fie efectuată cu aceeași lampă cu care se va aplica tratamentul.

2. Pentru ca lampa să emită întreg spectrul de ultraviolete, se lasă să funcționeze 5 minute de la momentul aprinderii sale.

3. Lampa trebuie așezată (proiectată) perpendicular pe zona tegumentară testată, în acest unghi de incidență de 90° obținându-se cea mai mare intensitate de

radiație. A fost stabilită o relație matematică între unghiul de incidentă al radiației și intensitatea radiației, în sensul că energia radiantă pe cm^2 de suprafață este proporțională cu un timp constant dat de cosinusul unghiului de incidentă. Ca urmare, la unghi de 90° , intensitatea radiației este maximă, la unghi de 60° intensitatea scade cu 40%, iar la unghi de 30° , ea scade cu 80%.

4. Este indicat ca biodozimetria să se efectueze pe aceleași regiuni sau regiuni învecinate, pe care se va aplica tratamentul, deoarece după cum s-a menționat mai înainte, sensibilitatea cutanată a corpului variază de la regiune la regiune. De obicei, din rutină și comoditate, se testează numai pe cele două arii clasice, considerate ca reprezentative ale fețelor anterioară și posterioară a corpului – abdominal și lombar.

5. Celelalte regiuni cutanate vecine se acoperă pentru protejare.

6. Distanța dintre sursa de ultraviolete și regiunea de tratat are mare importanță în determinarea intensității radiației (și a gradului de eritem); s-a precizat că intensitatea radiației pe orice punct al suprafeței cutanate față de sursă este invers proporțională cu pătratul distanței. Dacă distanța scade cu jumătate intensitatea crește de 4 ori.

7. Rezultatul biodozimetriei se cercetează de obicei după 24 de ore.

La citirea rezultatului biodozimetriei, se pot întâlni următoarele eventualități:

a) Să nu apară eritem. Această situație se poate datora câtorva cauze: sursă de ultraviolete prea slabă (se recomandă repetarea testului); rezistență tegumentară mai crescută a regiunii sau a individului; a fost o zonă cutanată deja eritematizată; a fost acoperită de cruste sau scuame mai groase; subiectul (persoana) a fost expus anterior la radiația solară.

b) Să apară (în cazuri rare) un eritem foarte precoce, fără perioadă de latență. Are o nuanță de roșu-închis și durează circa o oră. Este datorat unei sensibilități anormale de cauză patologică (insuficiență hepatică, deregulare endocrină, deregulare de inervație simpanică), sarcină sau unor tratamente medicamentoase urmate de pacient (exemplu – extract tiroidian).

c) Să apară eritemul clasic a cărui intensitate (determinată în principal de incidentă, distanță și durata de expunere) poate avea patru grade:

- gradul I – culoare roșie de intensitate slabă;
- gradul II – roșu cu tentă netă, urmată de pigmentație;
- gradul III – o reacție puțin pală, încurjurată de un lizereu roșu viu, urmată de descuamare (apare la doze puternice sau la lămpi bogate în RUV gr. B);
- gradul IV – roșu aprins cu aspect de arsură, însorit de edem, echivalând (corespunzând) unei expuneri de 20 ori mai puternice decât eritemul de gr. I; când apare la dozele obișnuite, se presupune existența unui diabet.

Pentru stabilirea biodozei se folosesc dispozitive numite senzitometre sau biodozimetre. Acestea se pot confectiona din hârtie neagră, carton, postav, metal etc. (în orice caz un material opac).

Există diferite modele de biodozimetre bazate pe același principiu, variind numărul și forma deschizăturilor (fantelor) practicate pe suprafața lor.

Saidman a imaginat un biodozimetru cu 18 fante; Beckett a conceput un biodozimetru cu 5 fante de formă pătrată din care folosea numai patru, expunerea lor succesivă la sursa de RUV (la o distanță de 75 cm) durând 120 secunde pentru fanta a patra, 60 secunde pentru a treia și câte 30 secunde pentru a doua și prima fantă. Rezultă că pătratul 4 (primul expus) a fost expus 240 de secunde, al doilea 120 de secunde, al treilea 60 de secunde și al patrulea 30 de secunde.

În România se utilizează biodozimetru Gorbacev, foarte simplu și ușor de manipulat. El este confectionat din material plastic sau carton dublu, de formă dreptunghiulară, prevăzut cu 6 orificii pătrate echidistante și o bucată din același material și de aceleași dimensiuni, interpusă între cele două fețe, pe care o mutăm pentru descoperirea succesivă a orificiilor.

Tehnica propriu-zisă a biodozimetriei

Subiectul (pacientul) fiind culcat, se aşază biodozimetru pe tegumentul regiunii vizate pentru testare (lombar, abdomen, torace), toate orificiile fiind acoperite. Restul tegumentului se acoperă cu cearceafuri albe și față cu ochelari (cu sticlă colorată) pentru protecție. Se aşază lampa la o distanță de 50 cm de tegument, se aprinde și după o funcționare de 5 minute se descoperă succesiv, la intervale de câte un minut, cele 6 orificii pătrate ale biodozimetrului. În felul acesta, durata de iradiere va fi de 6 minute pentru primul pătrat de tegument, de 5 minute pentru al doilea, 4 minute pentru al treilea etc., ultimul pătrat fiind expus un minut. Se citește eritemul apărut după 12–24 de ore și se ia în considerație primul pătrat la care a apărut cel mai slab eritem, durata lui de expunere constituind biodoza pentru pacientul respectiv. Spre exemplu, dacă se constată că cel mai redus eritem a apărut la fanta a cincea, vom ști că a fost expus 2 minute, ceea ce înseamnă că biodoza este de 2 minute. Înținând seama de biodoza, medicul poate să prescrie tratamentul în funcție de scopul urmărit. Dacă, de exemplu, se urmărește aplicarea locală a unor doze mai puternic eritematoase, atunci se prescriu 2–3 biodoze, adică 4 sau 6 minute. Dacă, dimpotrivă, medicul urmărește să aplice doze suberitematoase, prescrie jumătăți sau sferturi de biodoza, respectiv – în exemplul dat – un minut sau jumătate de minut.

VIII.13.3. TEHNICA DE APLICARE A TRATAMENTULUI CU ULTRAVIOLETE DIN SURSE ARTIFICIALE

Se cunosc și se utilizează două modalități de iradiere – stabilite bineînteleș de medic, în funcție de diagnostic – generală și locală, ultima fiind etichetată în unele tratate și lucrări de specialitate ca iradiere regională; alții consideră iradierea regională ca o a treia metodă utilizată în tuberculoza cutanată.

VIII.13.3.1. IRADIERILE GENERALE

Se pot aplica pe colective de persoane sau bolnavi și individual. Iradierile colective se fac în încăperi încălzite, aerisite sau ventilate, pe subiecți în poziții statice (culcați, sezând) sau în mișcare. Sunt indicate în cazuri de rahițism, la

persoane cu astenie-anemie prin carență solară sau alimentară, persoane cu astenie fizică și în medicina muncii la muncitorii care lucrează în condiții lipsite de lumină solară. Se va ține seama de puterea surselor de ultraviolete, distanța față de sursă, progresiunea expunerilor etc.

Iradierea individuală se poate face și ea în poziții statice – în ortostatism, în sezând (mai rar utilizate) sau culcat (cel mai des practicată) – precum și în mișcare. Bolnavul va fi complet dezbrăcat, protejat cu ochelari cu sticlă colorată care nu permit trecerea RUV, pentru prevenirea accidentelor oculare; unii autori recomandă și protejarea regiunii genitale (S. Licht).

La aplicația în poziție imobilă, jumătate din durata sedinței se iradiaza față anterioară a corpului și a două jumătate față posterioară. Lampa va fi așezată, după cum s-a arătat mai înainte, perpendicular la aceeași distanță pe tot parcursul sedinței și pusă în funcțiune cu 5 minute înainte de aplicație.

Există diferite scheme utilizate privind dozarea, distanța și progresia sedințelor în cadrul unei cure de tratament.

În unele clinici și secții, mai ales în S.U.A., se tratează cu lampa cu ultraviolete la o distanță de 60–100 cm; se începe iradierea la primele sedințe la 100 cm distanță și pe parcurs, în funcție de toleranță, se coboară la 60 cm, cu durata progresivă. Sau cu lampa la 75 cm distanță pentru toate sedințele, durata crește de la 60 secunde prima sedință, 90–120 secunde a doua sedință și se crește progresiv de la o zi la alta (după toleranță) până la 5 minute o sedință, numărul total al acestora fiind de 10–20.

În general, în România, s-a încetătenit tehnica de lucru cu lampa de la 150 cm distanță, cu durata progresivă, începându-se cu un minut pentru fiecare din cele două fețe corporale și crescând de la o sedință la alta cu câte un minut, până la o durată totală de 15 minute pentru o față de corp. Numărul sedințelor va fi între 10 și 20, cu o medie de 15 sedințe.

La aplicațiile pe subiecți în ortostatism și în mișcare, distanța față de sursa de ultraviolete va fi de 150 cm la prima sedință, cu scăderea sa progresivă până la 60 cm la ultima; în timpul expunerii se execută o serie de mișcări – exerciții de gimnastică, inclusiv respiratorie, flexiuni pe genunchi, mișcări pe membre superioare, rotindu-se treptat pentru a se expune întreaga suprafață a corpului la iradierea ultravioletă.

Doza de iradiere este în funcție de scopul urmărit (indicația terapeutică), de sursa utilizată și, bineînțeles, după rezultatul biodozimetriei.

Dozele „slabe“ (suberitematoase și eritemul de gradul I) se aplică zilnic sau la două zile și sunt indicate în pediatrie la rahițism, tetanie-spasmofilie, prematuritate și la adulții în stări de debilitate, instabilitate a termoreglării, unele dermatoze, tulburări trofice cutanate.

Dozele „medii“ (eritemul de gradul II) se aplică, de cele mai multe ori, de două ori pe săptămână și sunt indicate în scopuri de stimulare generală a organismului, dereglați endocrine, afecțiuni cu metabolismul încetinit, disfuncții circulatorii periferice, boala astmatică.

Dozele „forte“ (eritemul de gradul III) se aplică o dată la 7–10–14 zile și sunt indicate mai ales în iradierile locale asupra unor afecțiuni dermatologice, unde urmărim atingerea unor reacții flistenulare ale tegumentului (prezentate la capitolul indicațiilor terapeutice).

După cum se desprinde din mențiunile făcute asupra dozelor de aplicație ale RUV, ritmul ședințelor este în funcție de intensitatea acestora.

La copii se recomandă aplicarea unor doze mai slabe (un sfert sau o jumătate de biodoză), datorită sensibilității mai reduse la ultraviolete față de adulți (vezi indicațiile din domeniul pediatriei la capitolul respectiv).

Repetarea seriilor de expuneri la ultraviolete se poate face după minimum 6 săptămâni, în funcție de indicația și necesitatea terapeutică.

VIII.13.3.2. IRADIERILE LOCALE

Iradierile locale sau aplicațiile în doze-eritem se execută în „câmpuri“ sau arii cutanate bine delimitate, de obicei dreptunghiulare sau pătrate, ale căror formă, dimensiune și număr sunt precizate și circumscrise de medic, în funcție de afecțiunea tratată. Ele produc un puternic eritem cutanat și se aplică totdeauna și obligatoriu după biodoză, legat de scopul terapeutic urmărit. În funcție de acesta, se pot prescrie 3–4–5 biodoze (adică durate de expunere). Restul suprafeței tegumentare se acoperă cu cearceaf, lăsând descoperită numai suprafața de tegument care reprezintă câmpul de iradiere. Câmpurile cutanate se iradiază succesiv de la o ședință la alta pe altă suprafață de tegument (la interval de 1–2 zile în funcție de afecțiunea tratată). De exemplu, într-un sindrom lombosciatic, se obișnuiește a se iradia succesiv pe un traseu descendant de la regiunea lombară, de-a lungul traiectului nervului sciatic, până la gleznă, pe partea cu exprimare masivă a nevralgiei.

Cele mai frecvente indicații de aplicație cu această metodă sunt în reumatologie (articulațiile afectate de artrite, artroze), diferite nevralgii și neuromialgii, în dermatologie și în astmul bronșic.

Mai menționăm ca o metodă de iradiere locală, aplicația de contact pe tegument cu lampă tip Kromayer, amintită în capitolele anterioare și utilizată mai mult în dermatologie.

VIII.13.4. HELIOTERAPIA

Este desemnată prin acest termen, terapia – în diverse afecțiuni – cu raze ultraviolete și infraroșii naturale (de origine solară). Au fost propuse câteva scheme de expunere la ultravioletele solare; noi ne-am oprit asupra celei descrise de A. Rollier din Londra în anul 1923, care a devenit clasică.

Este vorba de o expunere la soare progresivă, foarte strict gradată, valabilă în primul rând la subiecții sensibili, adică pentru bolnavi, persoane debilitate, copii, bătrâni și blonzi. Se acoperă corpul cu un cearceaf și, apoi, regiunile corporale se descoperă succesiv și progresiv, în sens caudal-cranial.

Se va ajunge până la o expunere totală de 3 ore, după care, din momentul desăvârșirii pigmentației durata expunerii se poate descrește. Extremitatea cefalică nu se expune (se acoperă capul). Se pot face 1–3 sesiuni de expunere pe zi. Durata expunerii se crește de la zi la zi câte 5 minute, după următoarea schemă:

	Ziua	1	2	3	4	5	6	7
	Minute							
Cap						5	10	15
Torace						10	15	20
Abdomen					5	10	15	20
Coapse				5	10	15	20	25
Gambe			10	15	20	25	30	35
Picioare	5							

În ceea ce privește orarul optim pentru obținerea celor mai benefice efecte ale RUV solare asupra organismului, s-a apreciat a fi între orele 9,00–11,00 dimineața.

VIII.14. TRATAMENTUL CU RAZE INFRAROȘII

Dintre sursele de radiații infraroșii folosite în practica medicală de-a lungul timpului, în prezent se utilizează lămpile cu incandescență și radiatoarele cu rezistențe metalice.

După cum s-a arătat la capitolul ce tratează sursele de energie luminoasă, principiul de funcționare a lămpilor și radiatoarelor este realizarea unei energii calorice (capabile de emisie spectrală), rezultată din trecerea unui curent electric prin filamentul de cărbune sau de metal (tungsten, wolfram) la lămpile cu incandescență, respectiv prin firul de metal inoxidabil (crom, nichel, mangan, aliaje crom-nichel etc.) la radiatoarele cu rezistență.

Lămpile electrice cu incandescență (becuri), emit un spectru care conține aproximativ 95% radiații roșii și infraroșii și, în rest, radiații vizibile și foarte puține radiații ultraviolete.

Lămpile cu filament de cărbune emit RIR cu o lumină roșiatică, de o putere mai slabă și cu penetrație mică.

Lămpile cu filament metalic, ajungând la o temperatură mult mai ridicată, emit radiațiile luminoase mult mai puternice și RIR cu o putere de penetrare mult mai mare, corespunzătoare unor lungimi de undă între 760 și 2 500 mμ.

Radiatoarele cu rezistență emit o radiație bogată în infraroșii cu lungimi de undă între 2 000 și 8 000 mμ, cu o penetrație mai redusă.

Aplicațiile terapeutice de radiații infraroșii se pot face în două modalități principale: în spațiu închis, sub forma așa-numitelor băi de lumină și în spațiu deschis, cu lămpile de tip Sollux.

VIII.14.1. BĂILE DE LUMINĂ

Sunt proceduri care utilizează acțiunea organismului a radiațiilor infraroșii și vizibile emise de lămpi cu incandescență și aplicate în spațiu închis în dispozitive speciale.

Radiațiile infraroșii acționează pe de o parte direct asupra organismului și pe de altă parte indirect, încălzind aerul și determinând prin intermediul acestuia o încălzire importantă a corpului, provocând sudație și chiar scădere în greutate.

– Astfel, baia de lumină – mai ales cea generală – se constituie în procedură de termoreglare intensă (asemănător cu băile cu aer cald, cu aburi etc.), prin inducerea termolizei.

Dispozitivele utilizate pentru băile de lumină sunt diferite, în funcție de destinația lor: unele sunt adaptate pentru băi de lumină generale sau complete – în care acțiunea luminii cuprinde întregul corp al bolnavului, altele mai mici, pentru băi de lumină parțiale, care cuprind anumite regiuni ale corpului. Dispozitivele uzuale pentru băile de lumină generale au forma unor dulapuri hexagonale, prevăzute pe una din laturi cu un perete mobil – o ușă prin care intră pacientul și un capac ce lasă liber un orificiu circular pentru cap. Pe unul din pereții laterali se află un tablou de distribuție a curentului electric și comutatoarele corespunzătoare, iar pe peretele superior, se montează un termometru cu rezervorul inferior aflat în interiorul băii, pentru indicarea temperaturii. În interiorul băii se află un scaun – recomandabil a fi cu pivotare pentru reglare la o înălțime potrivită a subiectului (fig. 211). Pereții

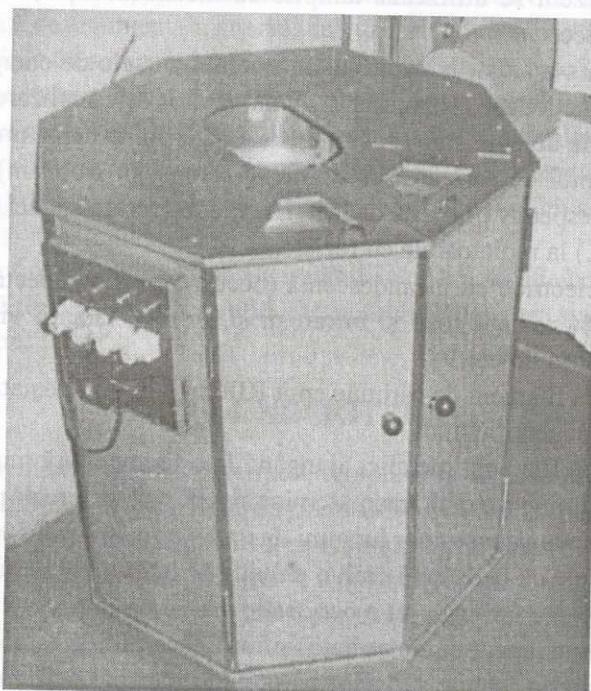


Fig. 211 – Baie de lumină generală.

interiori, căptușiți cu un material izolant, sunt prevăzuți cu lăcașe dispuse în șiruri, tapetate cu metal reflectorizant și în care sunt montate becuri (în jur de 40–50), al căror wataj se alege pentru a realiza o energie calorică însumată la 2 000–2 500 wați, ceea ce va duce la o încălzire a aerului la temperaturi de 60–90°C. Dar trebuie să reținem că numai o treime din căldura produsă de infraroșii se transmite organismului, celelalte două treimi de energie calorică disipându-se în mediu. Înținând cont de faptul că suprafața corporală în poziție șezândă este de aproximativ 1 m², rezultă că asupra ei se transmite „treimea“ de 600–800 wați, cu alte cuvinte, 60–80 miliwați pe 1 cm², cărora le corespund 8–12 calorii/minut de iradiere. Toleranța cutanată pentru energia infraroșie fiind de 100–120 miliwați/cm², rezultă că baia de lumină generală este bine tolerată și prin aceasta mai eficientă terapeutic decât baia cu aburi, neputând produce combustii și arsuri, având o capacitate termică net mai redusă în comparație cu apa. În funcție de durata expunerii și scopul urmărit, procedura poate fi aplicată ca preîncălzire în hidroterapie, cu creșterea temperaturii centrale a corpului cu aproape 1°C (de la 37°C până la 37,8°C) în primele 10–15 minute; la o durată de 20–30 minute, procedura capătă un caracter de termoterapie, în sine, producând creșterea temperaturii centrale până la 38,5°C.

Băile de lumină parțiale au forma unor jumătăți de cilindru, placate în exterior cu material lemnos, căptușite în interior cu materiale izolante și înzestrare cu fasunguri pentru 12–16–20 becuri cu filament de cărbune sau metalice de 25–60 W (fig. 212).

Tehnica de aplicare a procedurii. Pentru baia de lumină generală, bolnavul se dezbracă complet și se aşază pe scaunul cu înălțime reglabilă din interiorul din interiorul acesteia, apoi se închid ușa și cele două jumătăți ale capacului, modelând un cearceaf în jurul gâtului bolnavului, astfel încât aerul cald din interiorul băii să nu poată ieși prin spațiul rămas liber. Se aplică o compresă rece pe fruntea bolnavului

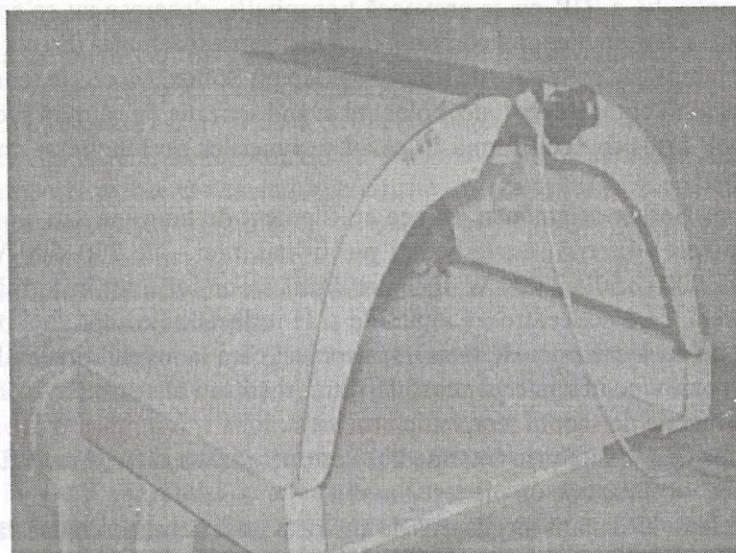


Fig. 212 – Baie de lumină parțială.

(eventual pe ceafă sau termofor rece pe cap). Se aprind becurile, manipulând comutatoarele din exterior, fie în totalitate, fie parțial – în funcție de efectul urmărit și toleranța pacientului – element precizat de medic în prescripția procedurii, ca de altfel și durata procedurii, urmărindu-se doar o preîncălzire (5–10 minute) sau o sudație pronunțată (20–25–30 minute). În timpul procedurii se urmărește temperatura din interiorul băii și starea bolnavului. Este indicat ca să fie schimbată compresa rece din 5 în 5 minute, iar după terminarea procedurii se recomandă aplicarea unei proceduri de răcire, de obicei spălarea cu apă la temperatura de 22°C. Băile de lumină parțiale pot fi „superioare“ (pe jumătatea superioară a corpului, excludând extremitatea cefalică) sau „inferioare“ (includând bazinul și coapsele). Bolnavul dezbrăcat se aşază pe pat în decubit ventral sau dorsal – după scopul urmărit – și se aplică baia de lumină pe regiunea indicată. Pentru a crea un spațiu închis, se acoperă baia împreună cu bolnavul cu un cearceaf și o pătură, de asemenea și restul corpului rămas în afara băii; se aplică o compresă rece pe frunte. În funcție de efectul terapeutic urmărit, durata procedurii este variabilă, între 5 și 20 de minute. După expirarea timpului prescris se aplică bolnavului o procedură de răcire parțială (spălare cu apă la 22°C). Se pot utiliza și unele dispozitive de expunere parțială adaptate prin dimensiuni și formă anumitor regiuni: cervicală, umeri, membre.

VIII.14.2. APLICAȚIILE RADIAȚIILOR INFRAROȘII ÎN SPAȚIU DESCHIS

În cadrul acestei modalități terapeutice se utilizează cel mai frecvent lămpi de tipul Sollux, Vitalux, Sollex și.a., precum și radiatoarele de infraroșii. În această formă de aplicație a RIR nu se provoacă transpirație, deoarece nu se acționează prin încălzirea aerului din jurul corpului, rămânând numai acțiunea directă a razelor trimise de lampă sau reflectate de reflectorul lămpii Sollux. Va crește temperatura locală a regiunii cutanate iradiate, bolnavul având senzația de căldură progresivă, urmată de o înroșire neuniformă în cazul expunerilor prelungite și chiar de o pigmentație.

Lampa Sollux are montat un bec cu filament de tungsten sau wolfram de mărime (putere) diferită: unele becuri pot fi mai mici – de 300–500 W, altele mari – de 1 000–1 500–2 000 W. Este prevăzută cu un reflector în formă de segment de sferă, care concentrează radiațiile și le reflectă pe o suprafață restrânsă, precum și cu un localizator de formă tronconică, care la nivelul orificiului distal are un dispozitiv pentru interpunerea de filtre, roșii sau albastre (se montează la nevoie, în funcție de scopul terapeutic urmărit).

Lampa este fixată prin intermediul unor pârghii cu diferite articulații pe o tijă metalică terminată pe un piedestal mobil.

Diferitele articulații și glisorul de fixare pe tijă permit mutarea lămpii pe diverse planuri și înălțimi, în aşa fel încât fasciculul de radiații infraroșii să poată fi proiectat asupra regiunii corporale dorite și de distanțele prescrise.



Fig. 213 – Lampa Solux.

Cu ajutorul filtrelor se pot selecta anumite fascicule de radiații, în funcție de efectele dorite. Filtrele cu oxid de mangan (roșii) lasă să treacă numai RIR cu lungimea de undă cuprinsă între 800 și 2 500 milimicroni, iar cele cu cobalt (albastre), radiațiile cu lungime de undă între 760 și 5 000 milimicroni (fig. 213).

Lampa Vitalux este prevăzută cu bec (cu filament de tungsten) de sticlă uviol. Ea emite radiații luminoase, ultraviolete și în mai mică măsură infraroșii.

Lampa Novolux are ca sursă de emisie un tub spiralat de sticlă umplut cu neon. Spre deosebire de lămpile cu incandescență, ea funcționează pe principiul ionizării gazelor (neonul) la trecerea unui curent electric de înaltă frecvență. Emite radiații infraroșii cu acțiune mare de pătrundere, având lungimea de undă cuprinsă între 760 și 1 500 milimicroni.

Tehnica de aplicare a RIR în spațiu deschis cu aceste lămpi este destul de simplă. Trebuie totuși să se țină seama și să se respecte anumiți parametri (precizați de medic în prescripție) și anume:

– *Distanța* de la sursă (lampa) la tegumentul iradiat: intensitatea radiației variază invers proporțional cu pătratul distanței. Pentru înțelegere, exemplificăm: dacă la o distanță de 60 cm la nivelul tegumentului se atinge o anumită cantitate de energie, la o distanță de 30 cm doza de energie nu se dublează, ci este de 4 ori mai mare. De obicei, se fac aplicații la distanțe de 50–80 cm.

– *Intensitatea radiațiilor*. Ea poate fi moderată, cu producerea unei senzații agreabile (ar corespunde cu 0,5 cal. g/cm²/minut); medie, cu senzație clară, dar suportabilă, corespunzând la 1 cal. g/cm²/minut; puternică sau foarte puternică, până la intoleranță (peste 1,3 cal. g/cm²/min).

Multe lămpi sunt prevăzute cu un comutator de dozare a intensității în trei trepte tolerabile de intensitate.

– Durata şedinţei este variabilă între 5 și 20 minute – în funcție de indicație și efectul urmărit: antialgic și antispastic, antiinflamator, activare a circulației sau stimulare a metabolismului.

– Regiunea indicată pentru iradiere. Aceasta se lasă descoperită pentru aplicarea procedurii.

În timpul aplicației se recomandă supravegherea bolnavului pentru a se preîntâmpina producerea unor eventuale arsuri. De asemenea, nici un moment nu trebuie neglijată sau omisă realizarea unei temperaturi corespunzătoare în încăperea unde se fac aplicațiile cu infraroșii, pentru evitarea răcării sau a unor reacții regionale sau generale nedorite a subiecților tratați.

Indicațiile terapeutice pentru iradierile cu raze infraroșii au fost prezentate mai înainte, la capitolul respectiv.

CAPITOLUL IX

TERAPIA PRIN CÂMPURI MAGNETICE DE JOASĂ FRECVENTĂ

IX.1. CÂMPUL MAGNETIC

Un câmp magnetic este produs de un curent electric sau de către un câmp electric variabil.

O bobină prin care circulă curent electric produce câmp magnetic. Câmpul magnetic este caracterizat de liniile de câmp sau de forță magnetică, a căror desime și formă determină intensitatea acestuia. Cu cât intensitatea câmpului magnetic este mai mare, liniile de forță magnetică sunt mai dese, aspect întâlnit în interiorul bobinei (fig. 214). Tot aici, câmpul este cel mai omogen, aspect reprezentat de paralelismul și relativa echidistanță a liniilor de câmp. Densitatea liniilor de forță magnetică reprezintă inducția magnetică, elementul de exprimare a intensității câmpului magnetic.

Totalitatea liniilor de forță magnetică care trec printr-o suprafață formează fluxul magnetic. Acesta se calculează prin produsul dintre inducția magnetică și suprafața secțiunii bobinei. În sistemul internațional de unități (SI), intensitatea se măsoară în tesla (T), cu subunitatea militesla (mT). Față de vechea unitate de măsură a inducției magnetice (Gauss), militesla reprezintă o zecime, cu alte cuvinte $1 \text{ Gs} = 0,1 \text{ mT}$.

Câmpul magnetic produs de un curent are aceiași parametri fizici ca și curentul. Astfel, dacă curentul este alternativ, câmpul magnetic este tot alternativ, având aceeași frecvență; dacă este sub formă de impulsuri, câmpul magnetic corespunzător este tot sub formă de impulsuri. În terapia cu câmp magnetic de joasă frecvență se utilizează inducții magnetice care ajung la valori de ordinul zecilor de mT. Fluxurile magnetice variabile dau naștere în spațiu unui câmp electric care produce într-un conductor o tensiune electrică. Dacă conductorul formează un circuit închis (fig. 215), în acesta ia naștere ca urmare a tensiunii electrice un curent. Fenomenul este cunoscut sub numele de legea inducției electromagnetice, stabilită de fizicianul englez Faraday. Mărimea tensiunii electrice este cu atât mai mare cu cât viteza de variație a fluxului este mai mare și cu cât mărimea fluxului este mai ridicată. Fenomenul de inducție poate furniza explicații pentru unele fenomene care iau naștere în interiorul organismului, atunci când acesta este plasat într-un câmp magnetic variabil. Tensiunile electrice care iau naștere în țesuturi pun în mișcare ionii din mediile tisulare, în ritmul câmpului magnetic.

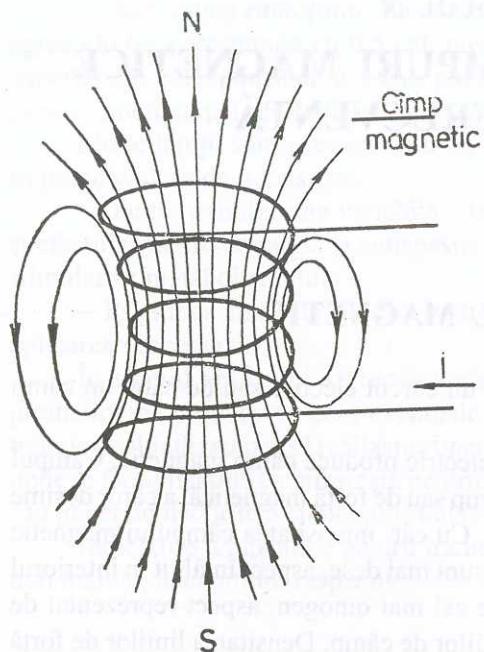


Fig. 214 – Câmpul magnetic produs de o bobină parcursă de curent.

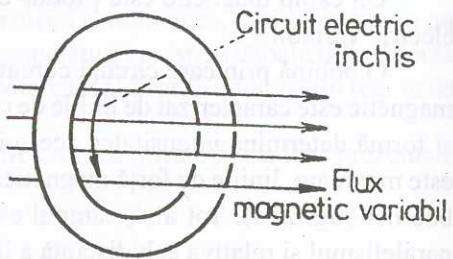


Fig. 215 – Producerea unui curent electric prin inducție electromagnetică.

IX.2. ACȚIUNILE CÂMPURILOR MAGNETICE

IX.2.1. ELEMENTE DE MAGNETOBIOLOGIE. ISTORIC ȘI DEZVOLTAREA CUNOȘTINȚELOR LA STADIUL ACTUAL

Câmpurile magnetice pulsatoare se găsesc atât în mediul înconjurător, natural, cât și în condiții artificiale, produse de un curent electric sau de un câmp electric variabil. În ultima vreme se atribuie o importanță deosebită efectelor biologice produse de aceste câmpuri. Utilizarea terapeutică a câmpurilor magnetice pulsatoare reprezintă astăzi în medicină, consecința evoluției observațiilor, studiilor și cercetărilor debutate în 1845, odată cu descoperirea magnetismului și culminate cu stadiul de dezvoltare a cunoștințelor de biochimie și a corelațiilor cu influența și efectele magnetismului.

Acțiunea și efectele câmpurilor magnetice asupra organismului sunt încă departe de a fi bine cunoscute, totuși rezultatele obținute până acum prin utilizarea lor în medicină sunt promițătoare.

După ce fizicianul englez M. Faraday a studiat în 1845 pentru prima dată magnetismul și a descoperit influența acestuia asupra structurilor organice, a urmat o lungă perioadă – 100 de ani – în care studiile au fost consacrate numai aspectelor fizice ale acestei noi forme de energie. Doar în ultimele decenii a crescut considerabil

numărul lucrărilor și publicațiilor referitoare la efectele biologice ale câmpurilor magnetice. Biologia s-a îmbogățit cu o nouă ramură magnetobiologia, iar în medicină apar noi puncte de vedere și referiri la obiect, de care beneficiază fizioterapia.

În anul 1902 sunt publicate primele observații asupra efectelor biologice produse de câmpurile magnetice alternative. În 1921, Steiner comunică despre efectele favorabile ale câmpurilor magnetice statice aplicate la om. Iau ampoare cercetările și descoperirile privind efectele biologice ale câmpului magnetic terestru, influența acestuia asupra materiei vii fiind demult observată. Câmpul geomagnetic are o intensitate medie slabă ($0,047 \text{ mT}$), care scade de la poli spre ecuator și prezintă oscilații anuale, sezoniere și zilnice, care dirijează evoluția „ceasornicului biologic“ al organismelor vii (U. Evertz) și chiar influențează dezvoltarea vieții (M.L. König). Pittmann relatează în 1964 că pe un câmp experimental, plantele semănate în straturi, având direcția est-vest s-au dezvoltat mai bine decât aceleia semănate în direcția nord-sud. El a observat de asemenea, că rădăcinile au crescut în direcția N-S, adică paralel cu câmpul magnetic terestru. Această constatare a fost confirmată și de alți autori pe baza unor cercetări referitoare la efectele stimulatoare ale câmpurilor magnetice slabe (Novički, Presman, Edmisten).

Au fost observate corelații evidente între oscilațiile zilnice ale metabolismului și cele ale câmpului geomagnetic. De asemenea au fost evidențiate corelații între modificările neregulate ale metabolismului și modificările neașteptate ale câmpului geomagnetic. Persinger a efectuat cercetări (1969–1973) prin care a demonstrat efectele câmpului magnetic terestru asupra organismului, prin ecranare magnetică puternică și câmpuri generate artificial, corespunzătoare acțiunii câmpului geomagnetic. După Presman și Persinger, ecranarea acțiunii câmpului geomagnetic determină o inhibare a proceselor metabolice.

Toate aceste fenomene evidențiază importanța modificărilor geomagnetice pentru procesele vitale, atribuindu-se un rol esențial oscilațiilor diurne ale componentei orizontale a câmpului. În timp ce la latitudinile nordice, evoluția oscilațiilor diurne de câmp poate fi mult modificată prin tulburări magnetice, ea rămâne aproape nemodificată în tot cursul anului în zonele temperate. În timpul echinocțiilor de primăvară și toamnă, intensitatea câmpului geomagnetic depășește aproape cu dublu valoarea medie anuală a acestuia, ceea ce după Presman și colab. ar determina zborul de primăvară și toamnă al păsărilor călătoare. Oscilațiile geomagnetice ale căror valori maxime pot fi înregistrate pe coordonatele senzorial-fiziologic la păsările migratoare, declanșeză evident și reacții biologice, ce pot fi puse în concordanță cu diferenți parametri fiziologici.

Mai menționăm că Düll relatează (în 1935, pe baze statistice) despre corelația existentă între oscilațiile magnetismului terestru și creșterea numărului de decese.

Trebuie arătat că s-au efectuat numeroase experiențe privind acțiunea câmpurilor magnetice de joasă frecvență asupra organismului.

Barnothy, în S.U.A., efectuând în 1964 cercetări asupra efectelor câmpurilor magnetice statice primare asupra creșterii și dezvoltării organismelor, în experiențe întreprinse pe 680 de șoareci, ajunge la concluzia că aceste câmpuri acționează variat la indivizi diferenți, grupa tratată prezentând deosebiri individuale mai mari față de lotul martor.

Alte experiențe au demonstrat modificări pozitive ale comportamentului imunologic la animale sub influența câmpurilor magnetice pulsatoare de joasă frecvență (Revire, Odintov, Lantsman – în 1965, în cercetări independente). Asupra superiorității acțiunii și efectelor câmpurilor magnetice pulsatoare față de a câmpurilor magnetice statice, este edificatoare o experiență efectuată de Edmiston pe organisme bacteriene: germenii ce se rotesc într-un câmp magnetic prezintă o creștere mai rapidă decât cei din afara câmpului; în schimb, germenii în stare de repaus, aflați în câmpul magnetic, au crescut mult mai lent față de martori.

Cum acționează de fapt câmpul magnetic asupra organismelor vîi este o problemă încă departe de a fi pe deplin elucidată.

Este posibil ca însuși câmpul magnetic să declanșeze prin intermediul substanțelor paramagnetice (cu permeabilitate magnetică mai mare ca unitatea) efectul biologic, cunoscut fiind rolul pe care îl au în organism astfel de substanță ca: oxigenul, hidrogenul atomic, radicalii liberi, enzimele etc.

Substanțele paramagnetice dispun în învelișul exterior al atomului de un singur electron, fiind astfel „necompenstate“ și în consecință, atrase într-un câmp magnetic exterior. Aceste substanțe sunt denumite paramagnetice, având o poziție paralelă față de un câmp exterior, care activează proprietățile paramagnetice ale unor asemenea substanțe, cu rol important în metabolismul energetic celular (oxigen, hidrogen atomic, radicali liberi, fermenti).

Majoritatea substanțelor organice sunt diamagnetice, caracterizate printr-o stare de energie minimă, magnetic-neutră la exteriorul atomului, dată de dispoziția perechi-perechi a electronilor. În aceste cazuri, în astfel de substanțe cu permeabilitate magnetică redusă, subunitară, un câmp magnetic exterior induce un moment magnetic interior în sens contrar celui exterior, pe care-l va respinge. Deoarece natura tinde totdeauna spre energie minimă, spre stări de echilibru, starea magnetic-neutră constituie starea generală de bază. Aceste substanțe sunt denumite diamagnetice, ele opunându-se totdeauna diametral câmpului exterior. Prin acțiunea câmpurilor magnetice asupra structurilor biologice, au loc modificări energetice la suprafața celulelor, cu activarea schimburilor de membrană, intensificarea proceselor enzimatice și implicit, intensificarea metabolismului celular care, în funcție de intensitatea câmpului poate ajunge până la activarea aparatului genetic al celulei (Varga, König, Jitariu, Rășcanu, Evertz s.a.).

Numerouse experiențe cu aplicații ale câmpurilor magnetice alternative (pulsatoare) pe animale, au permis să se constate activarea proceselor metabolice. Aceasta este pusă pe seama creșterii difuziunii oxigenului în celule, prin creșterea permeabilității membranei celulare pentru aceasta (Kraus). Datorită creșterii oxigenului în celulă, crește producția de ATP în mitocondrii. În țesuturile mai slab vascularizate se creează condiții favorabile pentru formarea de noi vase sanguine și creșterea tonusului celor existente. S-a demonstrat experimental pe animale, o accentuare a țesutului de granulație reparator în procesul de vindecare a rănilor și o creștere a vascularizației în oase și țesutul cicatriceal. Aceste fenomene explică accelerarea semnificativă a închiderii plăgilor cu leziuni tegumentare necrotice (cercetări efectuate la Institutul pentru Medicină fizică din München). Rezultatele

bune obținute cu aplicațiile de câmpuri magnetice alternative în artroze vechi, deformante, sunt explicate prin creșterea capacitatei de sinteză a colagenului în celula cartilaginoasă sub influența favorizantă a oxigenului crescut. Neoformațiile vasculare în țesutul slab vascularizat determină pe unii autori să justifice utilizarea acestei forme de energie în tratamentul tulburărilor circulatorii periferice.

IX.2.2. MAGNETOTERAPIA ȘI PATOGENIA ONCOLOGICĂ

Rezultatele favorabile în influențarea tumorilor maligne prin câmpurile magnetice pulsatoare, descoperite deja în 1965 de Reviere și colab., se explică prin utilizarea ameliorată a oxigenului în celule. O serie de autori subliniază acest fapt prin presupunerea demonstrată experimental, că distrugerea respirației celulare normale trebuie privită drept cauză a cancerului, susținând că un aport crescut de oxigen ar trebui să combată maladia canceroasă și mitoza celulară anormală. La formarea celulelor canceroase nu este decisiv numai aportul redus de oxigen în celulă, care după Kraus poate fi ameliorat prin tratamentul cu câmpuri magnetice pulsatoare, ci și inhibarea și distrugerea fermentilor oxidativi celulați (cito-cromoxidaza, peroxidaza), care duc la o neutralizare a oxigenului. Acțiunea câmpurilor magnetice ar activa suplimentar fermentii oxidativi, prin activarea electronilor în transmiterea energiei (experiențele lui Barnothy, Gross, D'Souza, Krauss, Szent-György).

IX.3. BAZELE FIZIOLOGICE ALE TERAPIEI CU CÂMPURI MAGNETICE

După cum este cunoscut, orice agent fizic extern având și o intensitate cu valoare eficientă poate influența echilibrul ionic al celulelor, modificând permeabilitatea membranelor celulare, antrenând reacții de tip ergotrop, catabolic (eliberator de energie celulară) sau trofotrop, anabolic (de refacere energetică). În primul tip de reacție celulară crește permeabilitatea membranelor, cu depolimerizarea lor și apariția potențialului de acțiune, cu ieșirea K^+ din celulă și intrarea Na^+ . Ieșirea K^+ în interstițiu este legată de catabolismul protidic și glucidic. Faza anabolică parurge în sens invers procesele de mai sus, refăcând potențialul de repaus al celulei. Se știe de asemenea că acțiunea câmpului magnetic se exercită asupra celulei prin ionizarea moleculelor protoplasmatic, prin modificări metabolice intracelulare, ca rezultat direct al energiei câmpului magnetic (sau câmpului electric rezultat) sau indirect, prin noile substanțe rezultate din modificările fizico-chimice ale moleculelor proteice celulare.

Înainte de a prezenta câteva date mai importante ale problemei, considerăm necesar a menționa aportul cercetătorilor Institutului de Balneologie și Fizioterapie din București la studierea efectelor produse de câmpurile magnetice de joasă frecvență. Este vorba de peste o sută de cercetări științifice efectuate din 1960, timp de 10-15 ani, consacrante câmpurilor electrice magnetice produse de aparatul românesc Magnetoflux.

Această consistentă și minuțioasă activitate de cercetare a fost coordonată de prof. dr. Tr. Dinculescu și dr. A. Măcelariu și a abordat o tematică complexă,

inclusiv studii fundamentale de biologie, fiziologie, histochimie (Ana Maria Zirra, C. Stoicescu, P. Nedelescu, Margareta Comnoiu), cât și cercetări clinico-terapeutice în entități nosologice variate (D. Constantinescu, E. Ghențu, I. Opreanu).

Din această perioadă datează și cercetările de biologie celulară și fiziologie animală ale colectivelor conduse de prof. dr. Jitariu (Universitatea din Iași), ca și studiile clinico-statistice publicate de colectivele medicale din stațiuni balneare (Govora, Sinaia, Băile Felix și al.).

Centrul de biologie din Cluj a continuat în anii 1979–1980 cercetări fundamentale privind acțiunea aparatului Magnetodiaflux.

Din anul 1981, la Institutul de medicină Fizică, Balneoclimatologie și Recuperare Medicală se reiau cercetările clinico-terapeutice, aprofundând într-o orientare mai nouă, posibilitățile și efectele terapeutice ale acestui aparat în unele afecțiuni.

IX.3.1. PROCESELE METABOLICE CELULARE

Studii de histochimie pe loturi comparative de cobai supuși câmpurilor magnetice generate de aparatul Magnetodiaflux efectuate de A.M.Zirra și colab., au dovedit efecte diferite, în funcție de forma de aplicare. Astfel, câmpul magnetic întrerupt a produs efecte predominant catabolice, determinând ieșirea K^+ din celulă, creșterea glicolizei și proteolizei, eliberarea până la epuizare a vitaminei C și a fosfatazei alcaline din celulele corticosuprarenalei, stimularea secreției adrenergice medulosuprarenale, stimularea activității hipofizei și tiroidei. Câmpul magnetic în regim continuu a determinat reacții inverse, cu caracter predominant anabolic.

Studiul efectuat de dr. M. Comnoiu în teza sa de doctorat privind efectele Magnetodiafluxului asupra glandelor cortico- și medulosuprarenale (la cobai) au demonstrat indubitabil și cu acuratețe aceleași efecte descrise mai sus. Influența câmpurilor generate de magnetodiaflux asupra glandelor endocrine este cu siguranță mai complexă, ca rezultat nu numai al acțiunii directe asupra funcției celulare, ci și prin modificări în corelația dintre diferențele glande și dintre acestea și întregul organism.

Cercetări ale colectivului condus de prof. dr. P. Jitariu au dovedit influențarea dinamicii electrolițiilor din sânge ca rezultat al modificărilor permeabilității membranelor celulare. S-a constatat scăderea K^+ și Ca^{++} sanguin în primele zile ale aplicării câmpului magnetic, urmată de creșterea treptată a acestora peste valorile inițiale după o perioadă de la terminarea aplicațiilor. În același timp, Mg^{++} rămâne scăzut și după două luni de la terminarea seriei de expunerি. Menționăm că toate aceste efecte se desfășoară în limitele valorilor fiziologice, neînregistrându-se aspecte lezonale.

IX.3.2. SISTEMUL NEURO-MUSCULAR

Observațiile clinice au îndrituit orientarea unui mare număr de studii asupra comportării sistemului neuromuscular sub influența Magnetodiafluxului. Astfel, C. Stoicescu și colab., studiind acțiunea câmpului magnetic asupra diverselor etape metabolic-enzimatice ale contracției musculare (*in vitro* și *in vivo*), au constatat că

forma întreruptă ritmic activează puternic adenozintrifosfataza (ATP-aza) și aldolaza musculară, în timp ce forma continuă are în acest sens un efect mult mai redus. Aplicate în fiziologia musculară, aceste date ar putea fi interpretate în sensul creșterii intensității de contractie a mușchilor fazici prin regimul întrerupt al Magnetodiafluxului.

Prin studii EMG la omul sănătos, P. Nedeaescu demonstrează creșterea semnificativă a activității bioelectrice a mușchiului în contractie izotonica sub câmpul magnetic. Regimul întrerupt influențează în special amplitudinea traseului EMG, iar regimul continuu, mai ales ritmicitatea descărcărilor. Efectul regimului continuu este mai manifest pe musculatura tonică decât pe cea fazică. Alte experiențe ale aceluiași autor (pe şobolani) au arătat că antrenamentul la efort, prin stimulații în zile succesive, se realizează mult mai ușor sub influența magnetodiafluxului (atât la forma continuă, cât și la forma întreruptă) decât la lotul de control.

Alte cercetări au dovedit modificări ale excitabilității neuromusculare. Cercetări experimentale (la animale intoxicate cu stricnină) și clinice (fenomene contracturale provocate prin ischemizări periferice tranzitorii) au demonstrat scăderea sau chiar suprimarea excitabilității neuromusculare crescute, la subiecții tratați cu Magnetodiaflux.

IX.3.3. SISTEMUL NERVOS CENTRAL ȘI SISTEMUL NERVOS VEGETATIV

Studierea influenței câmpurilor magnetice generate de Magnetodiaflux asupra SNC și SNV a fost multă vreme o preocupare de bază în Institutul de Balneo-fizioterapie, deoarece în deceniul al șaselea se considera ca primordială acțiunea câmpurilor magnetice asupra acestor sisteme. Era și perioada în care Kholodov descrise receptorii specifici ai energiei magnetice la nivelul hipotalamusului. Acestei concepții asupra acțiunii terapeutice a Magnetodiafluxului i se datorează, de fapt, confectionarea și utilizarea bobinei circulare cervicale.

Studii electroencefalografice efectuate înainte și după expunerea subiecților la acțiunea câmpurilor magnetice în regim continuu au arătat efectul sedativ, tranchilizant al acestei forme. Din acest motiv, forma continuă de aplicare a magnetodiafluxului este îndeobște numită „forma sedativă”. Modificările traseelor EEG după câmpuri magnetice în forma întreruptă sunt mai puțin constante și clare decât aceleia după aplicațiile de câmp continuu; apar trasee desincronizate cu o amplitudine scăzută a ritmurilor. Studiindu-se experimental interrelația dintre medicația tranchilizantă și terapia cu Magnetodiaflux, s-au dovedit efecte sinergice cumulative ale câmpului magnetic pe aceleasi structuri cu tranchilizantul administrat (diazepam). Ca o confirmare, observațiile clinice au permis să se constate evident că sub tratamentul cu Magnetodiaflux al diferitelor stări nevrotice, se pot reduce substanțial dozele tranchilizantelor administrate. Numeroase studii, cercetări experimentale și clinice, au demonstrat influențarea certă exercitată de câmpurile magnetice generate de Magnetodiaflux asupra reactivității neurovegetative, în funcție de starea inițială a organismului, de tipul constituțional și de forma (continuă

sau întreruptă) câmpului magnetic. Cercetările prof. dr. P. Jitariu pe câini au dovedit efectul preponderent ortosimpatic al câmpurilor întrerupte care provoca o creștere de adrenalină de la $6,1 \text{ g/cm}^3$ la $10,3 \text{ g/cm}^3$ (cu 66%), în timp ce câmpul continuu ridică valorile adrenalinei doar cu 14% (de la $7,5 \text{ g/cm}^3$ la $8,5 \text{ g/cm}^3$).

Influența asupra SNV a formelor de câmp magnetic aplicat a fost studiată și prin urmărirea unor reacții cardio-vasculare, luate ca indicatori succesivi și valoroși în această privință.

Astfel, cordul izolat de broască oprit sub influența acetilcolinei, își reia activitatea normală sub acțiunea câmpului magnetic întrerupt, forma continuă având o influență mult mai scăzută (A. Grigoriu, P. Nedeaescu și alții).

Efectuându-se testul presor la rece (Hines), probă clasică în studierea reactivității vasculare, s-a urmărit evoluția tensiunii diastolice la subiecții normotensiivi. Sub tratamentul cu Magnetodiaflux (17 sedințe) s-au înregistrat modificări semnificative ale testului Hines în funcție de regimul de lucru. Câmpurile magnetice întrerupte imprimă testului o predominanță simpatică, în timp ce câmpurile continue determină o parasimpaticotonie. Hiperreactivii – sub acțiunea formei continue și respectiv – hiporeactivii – sub acțiunea formei întrerupte, răspund la acest test în același mod ca normoreactivii.

O suitură de studii coordonate de prof. Tr. Dinculescu și prof. dr. I. Opreanu au demonstrat efectele ergotrope sau trofotrope ale regimului întrerupt, respectiv continuu al Magnetodiafluxului, pe baza unui complex de teste care definesc tipurile neuro-vegetative individuale după Lampert (1937), ca: reacția tegumentară la stimuli reci și calzi, raportul dintre temperatura centrală și cea cutanată la hidrotermoterapie, reflexul oculocardiac etc.

Astfel, s-a dovedit că formele continue nemodulate au efecte sedative, simpaticolitice, trofotrope, în timp ce formele întrerupte de câmp magnetic determină stări de excitație, cresc tonusul simpanicului, sunt ergotrope. Aceste efecte demonstrează că sunt permise să se stabilească și să se respecte câteva principii aplicabile în metodologia terapeutică cu aparatul Magnetodiaflux, confirmate de marea experiență acumulată prin utilizarea largă și îndelungată a acestuia în fizioterapie.

În primul rând, la alegerea formei câmpului magnetic aplicat trebuie să se țină cont de tipul constituțional și de reactivitatea neuro-vegetativă individuală. Chiar și în aceste condiții, uneori este necesar, în funcție de reacția bolnavului după primele sedințe cu Magnetodiaflux, să schimbăm forma de aplicare. Mai ales când regimul întrerupt este inadecvat tipului reactiv de sistem nervos al pacientului, poate determina fenomene neplăcute ca céfalee, irascibilitate, tulburări de somn, cenestopatii, palpitații, tahicardie, hiperemotivitate etc. Sau, din contră, regimul continuu poate să determine (mai rar), somnolență, adinamie, hipotensiune ortostatică, sensibilitate crescută la frig, crișezii, indiferență la mediu etc. Aceste simptome de inadaptabilitate la forma de regim a câmpului magnetic aplicat nu trebuie confundate cu unele stări minore de disconfort fizic sau psihic pe care le pot acuza unii pacienți (rareori) după primele 3–6 sedințe.

În al doilea rând, este indicat să ținem seama la forma de aplicare a câmpurilor magnetice și de bioritm, care variază în diferitele momente ale zilei. Astfel, este de înțeles și de așteptat că la un subiect cu constituție predominant trofotropă, aplicarea

unei ședințe de Magnetodiaflux cu forma continuă – mai ales seara – reprezintă un tratament facilitant al propriei stări trofotrope, parasimpaticomimetice, după cum, aplicarea formei întrerupte în cursul dimineții reprezintă un tratament de inhibiție a stării trofotrope și de promovare a stării ergotrope de reactivitate. În practica de zi cu zi ne întâlnim însă cu numeroase tipuri constituționale intermediare „de mijloc“. La aceste cazuri, este bine să dirijăm tratamentul prin urmărire și tatonare zilnică la primele ședințe, pentru a stabili forma cea mai adecvată toleranței (reactive) și răspunsului terapeutic. Mulți autori subliniază importanța valorii frecvenței câmpurilor magnetice alternative utilizate, față de modul de reacție al sistemului nervos vegetativ. Astfel, frecvențele cu valori sub 10 Hz au un efect vagotomizant (Evertz), iar cele de 50 Hz au un efect de stimulare a SNV, în sensul unei simpaticotonii (Evertz, Becker, Marino).

Toate efectele descrise la acest capitol, reamintim că au fost obținute și studiate cu aparatul românesc Magnetodiaflux, ai cărui parametri sunt bine stabiliți și cunoscuți: frecvențe de 50 și 100 Hz și intensități fixe de 4 mT (bobina cervicală), 2 mT (bobina lombară) și 20–23 mT (bobinele localizatoare).

La alte modele de aparate de magnetoterapie, efectele asupra componentelor SNV și a diferitelor organe și țesuturi tratate sunt în funcție de intensitatea și frecvența caracteristică fiecărui tip de aparat în parte, dozarea parametrilor fiind corespunzătoare rezultatelor furnizate de experimentele efectuate.

IX.4. MODALITĂȚI DE APLICARE ALE CÂMPURILOR MAGNETICE DE JOASĂ FRECVENȚĂ

Trebuie menționat de la început că modalitățile de aplicare ale câmpurilor magnetice sunt determinate de caracteristicile diferitelor modele de aparate construite.

Datorită marii răspândiri și utilizări ale aparatului românesc Magnetodiaflux, vom prezenta posibilitățile de aplicație terapeutică oferite de acesta.

În primul rând, vom aminti că acest aparat permite aplicarea câmpurilor magnetice în câteva variante oferite de tipurile bobinelor utilizate, aspect asupra căruia vom reveni.

În al doilea rând, scoatem în evidență faptul că se pot aplica trei forme principale și distințe de câmp magnetic, fiecare dintre ele cu posibilitate de modulară în trei variante de bază (fig. 216).

I. Forma continuă:

- 50 Hz;
- 100 Hz;
- 50–100 Hz (6 s cu 50 Hz urmate fără pauză de 6 s cu 100 Hz).

II. Forma întreruptă ritmic:

- 50 Hz (3 s 50 Hz, 3 s pauză §.a.m.d.);
- 100 Hz (3 s 100 Hz, 3 s pauză §.a.m.d.);
- 50–100 Hz (3 s 50 Hz, 3 s pauză, 3 s 100 Hz, 3 s pauză §.a.m.d.).

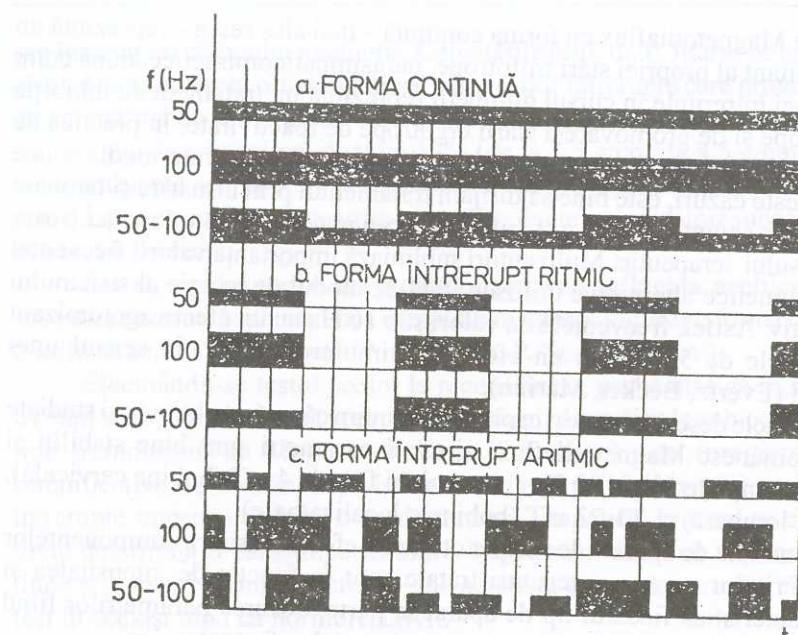


Fig. 216 – Formele de câmp produse de aparatul Magnetodiaflux MDF 4.

III. Forma întrerupt aritmic:

- 50 Hz (perioade variabile de 50 Hz intercalate cu pauze de durate variabile care se succedă în mod aleator);
- 100 Hz (perioade variabile de 100 Hz intercalate cu pauze de durate variabile care se succedă în mod aleator);
- 50–100 Hz (6 s cu 50 Hz, 6 s cu 100 Hz, intercalate cu pauze inegale, totul succedându-se în mod aleator).

Așadar, este vorba de formele: continuă, întrerupt ritmic și întrerupt aritmnic.

Ele pot fi modulate în variantele 50 Hz, 100 Hz și 50–100 Hz. Rezultă de aici 9 formule posibile de aplicare a câmpului magnetic ale căror efecte sunt dependente de frecvența impulsurilor pe secundă și de alternanța acestor frecvențe.

Frecvențele alese și furnizate de Magnetodiaflux – 50 și 100 Hz – reprezintă opțiuni rezultate dintr-o apreciabilă serie de studii și tatonări. Fără îndoială că și alte domenii de frecvență (joasă) pot determina efecte biologice, fiziologice și terapeutice interesante și eficiente, dar pentru fiecare în parte trebuie să existe experiențe proprii bazate pe studii și cercetări riguroase și doveditoare.

Am văzut mai înainte posibilitățile de „modulare“ ale celor două frecvențe într-o succesiune continuă și într-o alternanță – ritmică sau aritmică – a trenurilor de impulsuri magnetice, cu pauze egale sau inegale. Aceste elemente originale de concepție a aparatului creează noi valențe ale efectului terapeutic de bază, împiedicarea efectului de „acomodare“ determinând probabil efecte ergotrope asupra organismului.

Alegerea formulelor de aplicare se va face bineînțeles față de scopul terapeutic urmărit, afecțiunea tratată, terenul constituițional și tipul de reactivitate neuro-vegetativă.

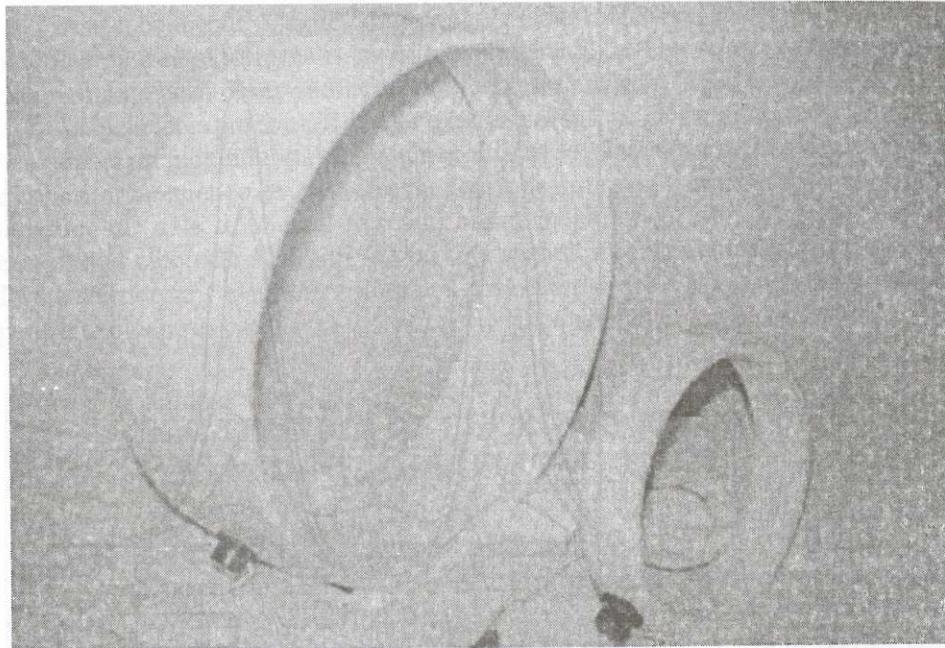


Fig. 217 – Bobinele circulare.

Am arătat anterior că aparatul Magnetodiaflux dispune de câteva tipuri de bobine. Este vorba de două bobine circulare de dimensiuni corespunzătoare cervicală și lombară și de două bobine localizatoare de formă paralelipipedică și egale ca mărime (fig. 217 și 218). Bobinele cervicală și lombară sunt utilizate în aplicațiile generale, câmpurile magnetice generate străbătând organismul într-o configurație

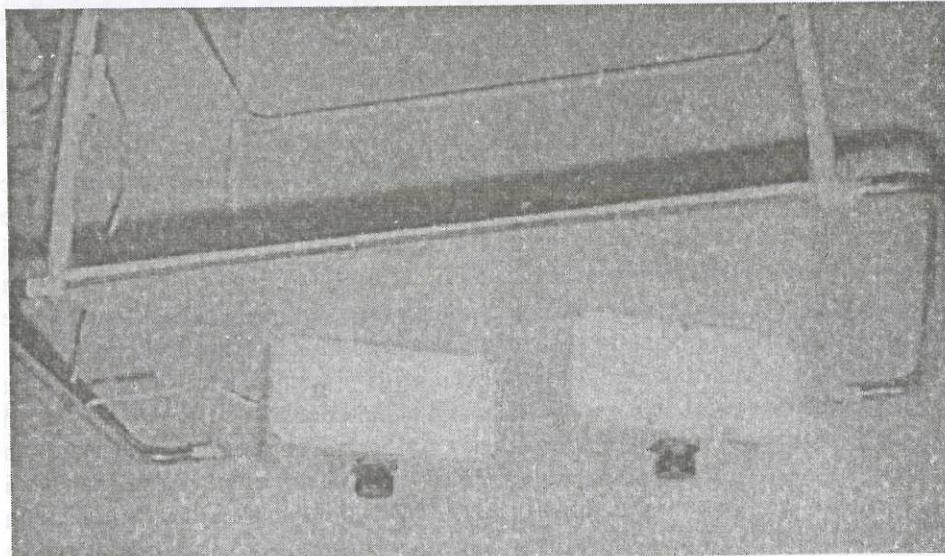


Fig. 218 – Bobinele localizatoare.

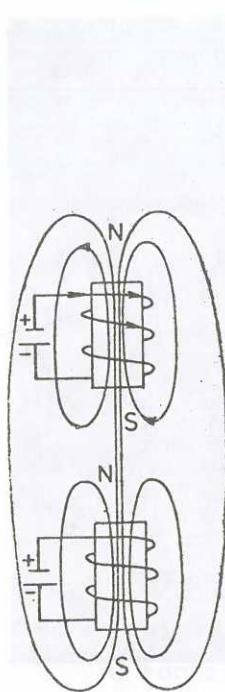


Fig. 219 – Câmpurile magnetice realizate în 2 bobine (circulare) așezate în același sens.

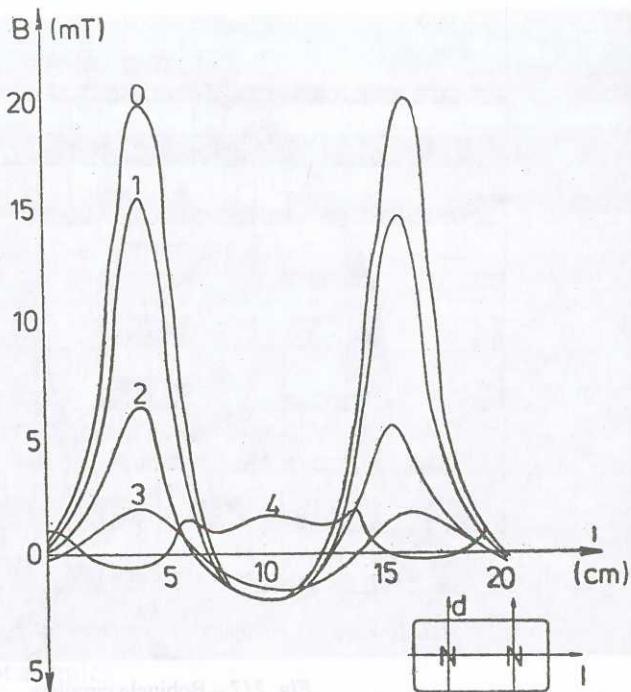


Fig. 220 – Distribuția câmpului magnetic produs de bobina localizatoare.

prezentată de fig. 219. Aplicarea câmpului magnetic în regiunea cervicală se bazează pe faptul că aceasta este bogată în cunoștutele zone reflexogene a căror acțiune în reglarea cardio-vasculară și respiratorie sunt la fel de bine cunoscute. În același timp, zona posterioară a regiunii cervicale, cunoscută sub denumirea de „gulerul lui Scerbac” este o zonă reflexogenă cu rol important în starea de veghe, inducând (când este stimulată) o stare generală „de bine”, de confort și tonus general crescut cu tendință dinamică.

Acțiunea directă a câmpurilor magnetice asupra celulelor acestor zone reflexogene explică probabil cel puțin o parte din efectele generale ale Magnetodiafluxului. Bobinele localizatoare sunt capabile să genereze câmpuri magnetice de intensități mai mari decât cele circulare (20–23 mT), localizate numai la zona de aplicare. Efectul este focalizat pe organul sau segmentul tratat, scontându-se în acțiunea câmpului magnetic la nivel celular în țesuturile respective (fig. 220).

Aplicațiile de Magnetodiaflux se pot face și prin combinarea (simultană) a celor 3 tipuri de bobine generatoare cu câmpuri de intensitate diferită, permitând astfel o diversificare suficientă adresată scopurilor terapeutice după cazul tratat, în aceeași sedință de tratament. În acest context, menționăm că pe baza experienței acumulate, nu puțini sunt specialiștii care la cauzurile indicate pentru tratament cu bobinele localizatoare, asociază și bobina circulară cervicală, în virtutea probabilității realizării unui efect suplimentar, adjuvant, prin acțiune pe cale reflexă.

Astfel conceput, Magnetodiafluxul are o deosebită maniabilitate, permitând practicianului să-și formeze el însuși într-o perioadă de timp relativ scurtă, propria experiență pe baza observațiilor asupra efectelor obținute la pacienții tratați.

În încheierea prezentării datelor expuse mai sus, ne facem o datorie să scoatem în evidență un fapt indubitabil și anume: utilizarea până în prezent în terapeutică a câmpurilor magnetice de joasă frecvență este departe de a fi epuizat toate valențele benefice ale sale. Interesul crescând al specialiștilor și înmulțirea evidentă a cercetărilor efectuate după anii '70, privind efectele utilizării terapeutice ale acestei forme de energie – insuficient studiate – lasă câmp deschis și speranțe îndreptățite pentru exploatarea cât mai complexă și variată a eficienței magnetoterapiei.

IX.5. TEHNICA DE LUCRU CU APARATUL MAGNETODIAFLUX 4 (fig. 221)

- Se introduce în priză cordonul de alimentare;
- se cuplează fișele celor patru bobine la prizele corespunzătoare de pe panoul posterior;
 - întrerupătoarele basculante de pe panoul frontal se așeză pe poziția zero (deconectat).

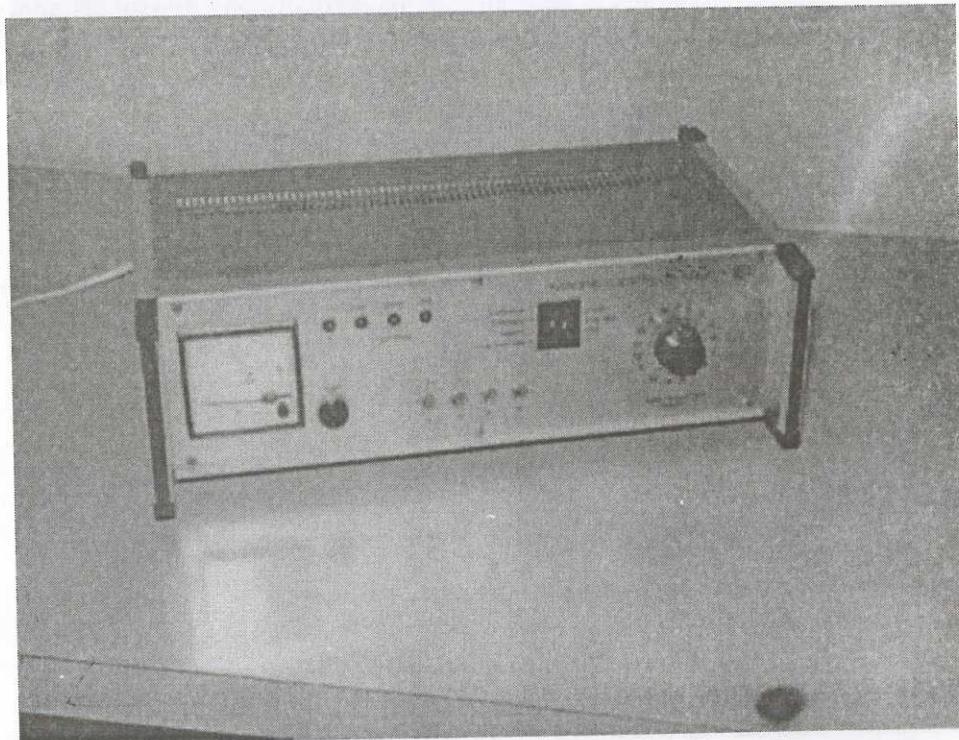


Fig. 221 – Aparatul MDF 4.

Verificarea aparatului se execută astfel:

- se comută butonul pentru fixarea duratei tratamentului pentru o durată oarecare, pentru că numai astfel aparatul poate fi pus în funcțiune;
- se apasă butonul de pornire și aparatul începe să funcționeze (semnalizare prin aprinderea lămpii indicatoare de intrare în funcțiune a aparatului);
- se manipulează comutatorul de alegere a regimului de lucru;
- se manipulează comutatorul de alegere a frecvenței de aplicatie;
- se couplează și se decouplează pe rând cele 4 bobine cu ajutorul întrerupătoarelor basculante și se urmărește indicația ampermetrului care trebuie să indice o valoare mai mare la cuplarea fiecărei bobine; mărimea deviației este în funcție de tipul bobinei, fiind cea mai mare pentru bobina lombară (cca 0,5 A) și de 0,2 A pentru celelalte bobine, în regim sedativ (continuu) cu impulsuri de 100 Hz. Prin revenirea comutatorului pentru timp spre poziția zero se verifică mai întâi existența semnalului sonor pentru terminarea tratamentului. După terminarea acestor verificări se poate începe tratamentul.

Mentionăm că industria românească de aparatură electromedicală a realizat în continuare modelul perfecționat MDFS (fig. 222), cu design modificat față de tipurile precedente și cu posibilitatea programării formulelor stabilite pentru aplicarea pe bolnav.



Fig. 222 – Aparatul MDF 5.

IX.5.1. REGULI CARE TREBUIE RESPECTATE LA APLICAREA TRATAMENTELOR CU MAGNETODIAFLUX

- Amplasarea și utilizarea terapeutică a aparatelor se va face în cabine (săli) separate de alte proceduri de electroterapie, care pot fi influențate de câmpurile magnetice generate;
- paturile sau canapeele pe care se aşază pacientul trebuie să fie confectionate din material lemnos și situate la o distanță de cel puțin 3 m între ele, pentru evitarea influențării reciproce între câmpurile magnetice în funcționarea sincronă a mai multor aparate;
- se vor îndepărta de pe corp obiectele metalice de dimensiuni mai mari pentru a se evita concentrarea câmpurilor magnetice, precum și ceasornicile, pentru evitarea deregării acestora;
- la bolnavii purtători de piese ortopedice metalice, se va evita aplicarea bobinelor în vecinătatea acestora;
- aplicarea tratamentului la purtătorii de *pace-maker* cardiac este strict interzisă.

În metodologia aplicării Magnetodiafluxului trebuie să mai avem în vedere următoarele aspecte:

- pacientul se aşază în decubit dorsal, îmbrăcat, dar lejer la gât, abdomen și extremități, pentru a se evita stânjenirea circulației sanguine (fig. 223);
- extremitatea cefalică va fi îndreptată (cu poziționarea patului) spre Polul Nord;



Fig. 223 – Aplicație cu aparatul MDF.

– bobinele cervicală și lombară vin în contact cu regiunea cervicală și lombară a pacientului și se poziționează cu săgeata de pe bobină îndreptată spre extremitatea cefalică a pacientului;

– bobinele localizatoare se poziționează corespunzător polilor însemnați cu simbolurile respective N-S, pe regiunea tratată;

– după terminarea ședinței de tratament la toate regiunile prescrise, bobinele se aşază pe patul de tratament sau pe măsuța ajutătoare, bobinele cervicală și lombară se scot prin partea superioară a corpului și se aşază pe pat pentru o nouă aplicație terapeutică.

Alegerea metodei de aplicație (cu bobine circulare sau locale) a formelor de câmp magnetic aplicate (continuu, întrerupt ritmic, întrerupt aritmic) a frecvenței, stabilirea duratei ședințelor și a numărului de ședințe, va fi în funcție de fiecare caz în parte indicat la această formă de terapie.

IX.6. INDICAȚIILE TERAPIEI PRIN CÂMPURI MAGNETICE DE JOASĂ FRECVENTĂ

Indicațiile și formele de aplicație și prescripție reprezintă experiența dobândită în utilizarea aparatului Magnetodiaflux, într-o primă etapă mai îndelungată, prin aplicații predominant generale și din ultimii ani, prin extinderea aplicațiilor locale (cu bobinele localizatoare). În aceste condiții, cu siguranță că va crește și valorificarea celei din urmă metode în practica terapeutică.

IX.6.1. AFECȚIUNILE REUMATISMALE

Constituie domeniul primelor observații și studii cu privire la efectele terapeutice ale Magnetodiafluxului efectuate de Institutul de Balneofizioterapie din București. Efectele bune ale câmpurilor magnetice în patologia reumatismală se datorează în special scăderii contracturii musculare antalgice, creșterii pragului cortical la durere.

a) Reumatismul degenerativ

Poliartroze periferice și spondiloze, cu eficacitate sporită mai ales în cazurile asociate cu distonii neurovegetative și stări astenonevrotice. Se utilizează după caz bobinele cervicală și lombară, una din acestea și bobinele localizatoare sau numai bobinele localizatoare. Se aplică îndeobște formele continuu 50 și 100 Hz și întrerupt ritmic 50–100 Hz. Durata totală a ședinței între 10 și 20 minute. Se aplică ședințe zilnice, în serii de 15–18 ședințe. Se recomandă repetarea seriei la 3–4 săptămâni, de 1–3 ori. În continuare, se poate repeta câte o serie la intervale mai mari, de 2–4 luni.

Menționăm că în coxartroze și gonartroze secundare, eficiența terapeutică este mult mai redusă (cu aparatul MDF).

b) Reumatismul abarticular

În multe cazuri din acest domeniu al patologiei reumatismale, Magnetodiafluxul își manifestă eficiența prin aplicații generale sau locale, atât ca terapie generală reglatoare, cât și pentru efectul local. Se preferă în regim continuu, cu toate frecvențele furnizate de aparat: 50, 50–100 și 100 – Hz. Durata ședinței – între 10 și 20 minute. Se aplică o serie de 12–14 ședințe zilnic, care se repetă eventual după 2–3 săptămâni. În discopatiile și lombosciaticele discogene de stadiul II și III, eficiența este redusă.

c) Reumatismul inflamator

Indiferent de etiologia procesului inflamator articular, Magnetodiafluxul reprezintă un valoros tratament adjuvant, datorită acțiunii câmpului magnetic asupra permeabilității celulare și vasculare locale, ca și asupra tulburărilor generale endocrinometabolice. Studiile efectuate au arătat că procesul inflamator se reduce semnificativ, fapt care contribuie la ameliorarea durerilor și a mobilității articulațiilor afectate. S-a constatat chiar o ameliorare a raportului albumine/globuline. În poliartrita reumatoidă s-au constatat evoluții favorabile în stadiile I și II ale bolii. După primele 6–7 ședințe, pacienții pot prezenta o exacerbare a fenomenelor clinice. În aceste situații, ședințele de Magnetodiaflux se întrerup pentru 1–2 zile, după care se vor relua.

Se aplică cele două bobine circulare și după caz, bobina localizatoare la articulațiile interesate. În general se recomandă regim continuu, 50 și 100 Hz; durata ședințelor 12–20 minute, în serii de 15–20 ședințe zilnic. Se recomandă 3–5 serii pe an.

IX.6.2. SECHELELE POSTTRAUMATICE

Interesul față de acțiunea și efectele câmpurilor magnetice în acest domeniu de patologie a crescut în general în ultimii ani. De la studiile experimentale pe animale efectuate în unele țări și în țara noastră (Cluj), s-a trecut la studii clinice în consolidarea fracturilor (I. Zgarbură la Brașov, A. Denischi, O. Medrea, D. Antonescu la București).

a) Plăgi, contuzii, hematoame musculare

Tratamentul trebuie început chiar a doua zi după traumatism. Se utilizează bobina cervicală și bobinele localizatoare; se aplică 50 și 100 Hz în regim continuu și 50–100 Hz întrerupt zilnic; durata ședinței 24–40 minute. Numărul ședințelor: 10–14 (zilnic), în funcție de evoluția procesului de vindecare.

b) Entorse, stări după rupturi muscolotendinoase

Tratamentul trebuie să înceapă cât mai precoce după traumatism. Se aplică în aceleași regimuri de modulară ca mai sus. Durata ședinței în general 30–40 minute. Aplicații zilnice, în serii de 12–20 ședințe.

c) Sechele postfracturi de membre, cu sau fără algodistrofie

Magnetodiafluxul s-a dovedit a fi o terapie adjuvantă, demnă de luat în seamă în acest domeniu, incluzând algodistrofile posttraumatice din primele două stadii. Este evidentă indicația și în aceste cazuri a instituirii cât mai precoce a tratamentului

cu Magnetodiaflux. Într-un studiu efectuat și finalizat în 1983 pe 227 cazuri, dintre care 61 cu sindrom algoneurodistrofic, Lidia Chirvasie și colab. au constatat rezultatele favorabile în aplicațiile cu intensități mai mici ($3 \text{ mT} = 30 \text{ Gauss}$), în regim continuu sau ritmic întrerupt, ședințe cu durată de 20–30 minute, totalizând 10–20 ședințe pe serie. Intensitatea câmpului a fost stabilită după diagrama furnizată de întreprinderea producătoare a aparatului Magnetodiaflux-4, care indică la aplicarea bobinei localizatoare la tegument 10 mT (la 50 Hz) și 3 mT la 10 cm distanță. Fixarea distanțelor bobină-tegument a fost în funcție de volumul segmentului de membru afectat, care, în cazul dimensiunilor mari, a dictat repartizarea pacienților în loturile pentru 3 mT . Asupra modului de acțiune a câmpurilor magnetice locale se presupune influențarea favorabilă a vasoplegiei simpatice din primul stadiu al sindromului algoneurodistrofic cu consecințe asupra fluxului vascular cutanat exprimat prin scăderea cu peste 1° a temperaturilor cutanate înregistrate.

d) Consolidarea fracturilor

Accelerarea formării calusului sub influența câmpului magnetic este dovedită astăzi de mulți cercetători și practicieni din mai multe țări. Cercetătorii din Cluj au arătat că sub Magnetodiaflux crește cu 18,1% depunerea de calciu în os, modificări ale nivelului calciului total înregistrându-se după 14 zile de aplicații. Au fost luate în considerare ca mecanism de acțiune, atât influențarea paratiroidiei – respectiv a secreției de parathormon – cât și o acțiune strict locală de stimulare a proceselor de diferențiere a celulelor osoase sau/și de activare circulatorie a zonei de fractură. Tratamentul se aplică cât mai precoce după realizarea conțeniei. Cea mai stimulatorie formă pentru procesul de calusare s-a dovedit a fi cea continuă la Magnetodiaflux. Unii autori au utilizat numai bobinele localizatoare la focalul de fractură, alții au aplicat în cadrul aceleiași ședințe, în timpul I cele două bobine circulare și în timpul II bobinele localizatoare. Durata ședințelor aplicate 40–60 de minute. Serii inițiale de 20–40 ședințe aplicate zilnic, apoi ședințe de întreținere în ritm de 2–3 pe săptămână, până la degipsare.

Rezultatele favorabile obținute în calusarea fracturilor justifică atenția acordată și amploarea crescândă a aplicării magnetoterapiei locale în tratamentul pseudoartrozelor, capitol asupra căruia considerăm necesar a reveni mai departe.

IX.6.3. AFECȚIUNI NEUROPSIHICE

Cum s-a arătat în capitolul despre bazele fiziologice ale magnetoterapiei, prin variația câmpului magnetic produs se pot influența procesele fundamentale de excitație sau inhibiție ale scoarței cerebrale, precum și aspectele distonice ale sistemului nervos autonom. Din acest motiv, există în acest cadru două indicații de bază: nevrozele și distoniile neurovegetative.

Nevrozele

Practica îndelungată în mai multe centre din România (București, Sinaia, Tușnad, Predeal, Timișoara) care a însumat zeci de mii de cazuri de nevroză tratate cu Magnetodiaflux a conturat valoarea acestei terapii în diversele forme clinice ale nevrozei.

Rezultatele favorabile certe au fost obținute și în reacțiile și tulburările nevrotice și comportamentale la copii. S-au ameliorat evident nu numai manifestările clinice ale nevrozelor și tulburările de comportament (cu tendințe și reacții agresive), ci și tulburările motorii de tipul ticurilor, a bâlbâielii și.a. Totodată, aplicațiile cu Magnetodiaflux au permis reducerea până la suspendare a dozelor medicației sedative și tranchilizante administrate (cu 70% după D. Constantinescu).

Se aplică cele două bobine circulare. În nevrozele astenice și anxiioase, în nevrozele infantile cu comportament agresiv, se indică forma continuă cu frecvențe de 50 și 100 Hz, în ședințe cu durate de 12–20 min. În psihastenii, nevrose depresive, în formele de cenestopatii, se aplică formele întrerupt ritmic și aritmic în regim de 50 Hz, 50–100 Hz și 100 Hz, durată 10–20 min. În formele clinice cu manifestări intricate se associază deseori forma continuă cu cea întreruptă. Raportul dintre acestea se ghidează după proporția și predominanța uneia sau a alteia dintre manifestări.

Experiența fiecărui terapeut va decide de fapt asupra formulelor de aplicare a Magnetodiafluxului în această suferință cu o simptomatologie atât de polimorfă. La copii, formulele de aplicare sunt ca la tratamentul adulților, dar cu durate reduse corespunzător pe ședință.

Se recomandă 2–3 serii succesive de 12–14 ședințe la interval de 2–3 săptămâni. Apoi, în primul an se vor mai aplica încă 4 serii pentru consolidarea rezultatelor.

Notăm experiența acumulată la Sanatoriul din Sinaia după tratamentul cu Magnetodiaflux a peste 50 000 de cazuri cu nevroză, cu vârste și forme clinice foarte variate.

Cele mai bune rezultate, indiferent de forma clinică, au fost obținute cu formula: 50 Hz continuu 4 min, urmat de 100 Hz continuu 8 min. Au fost aplicate 14–16 ședințe zilnic sau 8–10 ședințe la 2 zile, după caz. La vârstnici s-au observat rezultate mai bune prin aplicarea unui număr mai mare de ședințe (20–22). Simptomele cel mai constant influențate: insomnia, irascibilitatea, agitația psihomotorie, cefaleea, cenestopatia. Cu această procedură au fost foarte bine influențate nevrozele pe fond de dereglații endocrine, precum tulburările din climacterium, hiperfoliculinemie, hipertiroidie.

La aplicațiile cu forma continuă nu s-au înregistrat nici un fel de reacții negative.

Distoniile neurovegetative

În formele cu hipersimpaticotonie se utilizează forma continuă în toate cele 3 regimuri de frecvență, cea de 50 Hz fiind cea mai simpaticolitică.

În formele cu dominantă parasimpatică se aplică formele întrerupt ritmic și aritmic, combinate și utilizând oricare dintre cele 3 regimuri de frecvență. Se aplică de obicei ambele bobine circulare, cu durate mai lungi pentru efectele simpaticomimetice (6–10 min) și mai scurte pentru efectele vagotone (3–6 min).

Afectiuni organice ale sistemului nervos

Principala indicație o constituie sindromul spastic, indiferent de cauza acestuia: hemiplegii, boala Parkinson, leuconeuvraxite, paraplegii, sindroamele excitomotoare (spasmul facial, torticolisul spasmotic, ticurile și.a.), ca și infirmitatea motorie cerebrală la copii.

Testări electromiografice și prin reflexograme au prezentat ameliorări evidente, în paralel cu diminuarea manifestărilor clinice. Efectul câmpului magnetic asupra spasticității piramidale și extrapiramidale la hemiplegici după accidente vasculare și la bolnavi cu sindrom parkinsonian s-ar datora influențării formației reticulare, prin reechilibrarea sistemelor facilitatoare și inhibitoare neuromusculară (studii efectuate de P. Nedelescu și colab.).

Utilizarea Magnetodiafluxului în sindroamele neurologice spastice este indicată mai ales în asociere cu kinetoterapia, ajutând la relaxarea contracturii musculare, în scopul facilitării exercițiilor specifice de reducere funcțională.

Se aplică bobinele circulare cervicală și lombară și bobinele localizatoare pentru membrul superior sau membrul inferior (coapsă și gambă, respectiv antebraț și palmă). Se utilizează forma continuă în cele 2 regimuri de frecvență, în sedințe de 14–30 minute, cu serii de 16–20 ședințe zilnic. Acestea se repetă de 4–6 ori pe an sau cu ocazia reluării programelor de recuperare.

IX.6.4. AFECȚIUNI CARDIOVASCULARE

Cel puțin până în prezent, acțiunea câmpurilor magnetice în bolile cardiovasculare se explică prin două mecanisme:

- reglarea vasomotorie și a hemodinamicii prin influențarea sistemului nervos vegetativ;
- acțiune locală de intensificare a respirației tisulare cu creșterea consumului de oxigen, ceea ce atrage o vascularizație crescută pentru metabolismul local.

Boli vasculare periferice funcționale

Boala Raynaud, sindromul Raynaud, acrocianoza. Acțiunea Magnetodiafluxului se explică și justifică prin efectul simpaticolitic și sedativ al formei continuu. În afectarea mâinilor se aplică bobina cervicală cu bobina localizatoare la mâini, în regim de 40 Hz sau 50 și 100 Hz continuu, timp de 12–16 minute. În afectările asociate ale extremităților membrelor (superioare și inferioare), se aplică bobinele circulare cervicală și lombară și cele localizatoare succesiv pe mâini și picioare, formele și durata – ca mai sus.

Boli vasculare periferice organice

Trombangeita obliterantă, atheroscleroza obliterantă a membrelor, arteriopatia diabetică.

Magnetodiafluxul poate constitui un mijloc terapeutic adjuvant în stadiile puțin avansate, fără tulburări trofice. Se scontează pe efectul simpaticolitic al formei continuu și pe vasodilatația arteriolocapilară locală indușă mai ales de forma întreruptă. În atheroscleroza obliterantă, contribuie la dezvoltarea circulației colaterale în asociere cu antrenamentul de mers. În arteriopatia diabetică s-a constatat că forma continuă are și acțiune hiperinsulinizantă, crescând toleranța la glucide și scăzând glicemia. Se utilizează atât în aplicații generale, cât și în aplicații locale. Durata ședinței 12–22 min. Se recomandă 5–6 serii pe an, alcătuite din 14–20 ședințe. În cazurile avansate se aplică cu atenție deosebită.

Atheroscleroza cerebrală

Aplicarea Magnetodiafluxului produce frecvențe ameliorări ale fenomenelor de pseudoneurastenie și ale manifestărilor de tip extrapiramidal din sindromul cerebral cronic de involuție a ateroscleroticului chiar și după o primă serie de ședințe, dar pentru o durată relativ scurtă. De aceea, este necesară repetarea seriilor. Se aplică 16–18 ședințe zilnic în serii repeatate la 6–8 săptămâni, apoi la intervale mai mari, în funcție de simptomatologia clinică. Se fac aplicații generale (cu bobinele cervicală și lombară), cu forma continuă și durată de 12–16 min.

Hipertensiunea arterială

Din primele perioade ale utilizării terapeutice ale Magnetodiafluxului s-au constatat efecte favorabile în hipertensiunea arterială esențială, mai ales în stadiul I și parțial în stadiul II.

Câmpul magnetic intervine sigur asupra a doi din factorii implicați în controlul presiunii sanguine (factorul nervos și reactivitatea vasculară) și probabil pe alți doi (factorul endocrinomoral și calibrul vascular).

Rezultatele foarte bune s-au obținut în așa-numitele „hipertensiuni sistolice“ sau „hipertensiuni labile“ la tineri aparent sănătoși care prezintă o circulație hiperkinetică, care cel mai adesea reprezintă factori de risc.

În perioada aplicațiilor cu Magnetodiaflux s-a constatat adesea o reducere a medicației hipotensoare, până la jumătate din doze. Rezultatele favorabile sunt temporare, pentru o perioadă variabilă de la caz la caz, fiind necesară reluarea seriilor de tratament. De asemenea, câmpul magnetic continuu permite o scădere mai rapidă a valorilor tensionale a bolnavilor aflați sub medicația uzuală.

Se fac aplicații generale cu forma continuă, durata ședinței 14–20 minute, în serii de 18–20 ședințe, repeatate la 2–4 săptămâni sau mai rar.

IX.6.5. AFECȚIUNI RESPIRATORII

În România s-a căpătat o experiență apreciabilă prin tratamentul cu Magnetodiaflux a câtorva mii de cazuri de astm bronșic, bronșită cronică astmatiformă, traheobronșită spastică și pseudoastm nevrotic. Studii controlate asupra unui lot de peste 400 bolnavi astmatici au fost întreprinse de colectivul din Govora, care a arătat că tratamentul cu Magnetodiaflux determină ameliorări notabile, atât clinic, cât și funcțional. În acest cadru nosologic este mai dificilă alegera formei de câmp magnetic, ambele având efecte favorabile, dar în funcție de forma de astm și de tipul neurovegetativ al pacientului.

În general, forma întreruptă este indicată la bolnavii de tip trofotrop cu dominantă parasimpatică și la cazurile cu intensă reactivitate bronșică la acetilcholină sau cu răspuns prompt și complet al crizei la administrarea unui simpaticomimetic.

Formele continue se aplică mai ales în cazurile cu hiperexcitabilitate corticală, la anxioși, la bolnavele cu debutul afecțiunii în perioada climaxului, precum și la bolnavii de tip ergotrop cu dominantă ortosimpatică. Se pot aplica ambele bobine circulare sau numai bobina cervicală, în regimuri de frecvență combinate, cu dure

de 12–16 minute. La unele cazuri se pot combina formele de câmp continuu cu întrerupt ritmic. Sunt indicate 15–18 ședințe zilnic, cu repetarea seriei la 1–2 luni. Bronșita cronică astmatiformă beneficiază mai ales de forma întrerupt ritmic a câmpului magnetic, în serii de până la 20 ședințe.

În traheobronșitele spastice se aplică o bobină cervicală și o bobină localizatoare presternal (sau numai bobinele circulare), cu forma continuă și aceleași durate ale ședințelor; se fac serii de 12–14 ședințe.

În pseudoastmul nevrotic se aplică în același mod ca la traheobronșitele spastice, cu repetarea seriei după 2–3 săptămâni și apoi la 2–3 luni interval. În această formă de manifestare a nevrozei astenice și psihonevrozei, rezultatele aplicării Magnetodiafluxului sunt deosebit de bune.

IX.6.6. AFECȚIUNI DIGESTIVE

Existența în patogenia multor boli digestive a unui dezechilibru neuro-umoral cu dominantă parasimpatică și răsunet pe funcția secretorie și motorie – face din Magnetodiaflux un mijloc terapeutic tot mai frecvent utilizat în această patologie.

În ulcerul gastro-duodenal sunt influențate importante verigi patogene. Se fac aplicații generale cu forma continuă, în ședințe de 12–18 min. Se aplică serii zilnice de 17–19 ședințe, repede în perioadele dureoase sezoniere.

În gastritele cronice se aplică cele două bobine circulare și o bobină localizatoare pe epigastru. În formele cu hiperclorhidrie se utilizează forma continuă, în cele cu hipoclorhidrie – forma întrerupt ritmic; durata ședinței 12–16 min. Serii de 17–19 ședințe repede la 1 lună.

Enterocolopatia cronică nespecifică (în stadiile și formele fără afectarea echilibrului nutritiv al organismului) și sindromul de colon iritabil beneficiază de asemenea de tratamentul cu Magnetodiaflux. Se aplică cele două bobine circulare și o bobină localizatoare pe abdomen, cu forma continuă, în ședințe de 12–20 min și serii de 17–18 ședințe zilnice repede de 2–3 ori la interval de 1 lună.

Diskineziiile biliare cu hipertonie și hiperkinezie beneficiază de aplicații similare celor din tulburările funcționale ale colonului (cu bobina localizatoare pe hipocondrul drept).

În diskineziiile cu hipotonie veziculară se indică formele întrerupt ritmic, și aritmic 12–14 minute, în serii de 17–19 ședințe zilnice, repede de 2–3 ori la interval de 1 lună.

IX.6.7. AFECȚIUNI ENDOCRINE

Diabetul zaharat. Experiența practică a arătat rezultate bune obținute prin aplicarea Magnetodiafluxului ca tratament adjuvant în diabetul primar forma „grasă”, neinsulinodependent sau care necesită insulină în doze mici, precum și în diabetele secundare cu hiperfuncțiune a hipofizei, tiroidei și suprarenalei. Bineînțeles, tratamentele de bază – dietetic și medicamentos – se mențin.

Se fac aplicații generale cu cele două bobine circulare, forma continuă, cu durate de 10–18 min zilnic; se recomandă 5–6 serii pe an.

Hipertiroidia. Stadiul neurogen al hipertiroidiei beneficiază de tratamentul cu Magnetodiaflux, capabil să corecteze dereglarea activității nervoase superioare, hipertonia și instabilitatea sistemului reglator neurohipofizar, tireotrop. Se fac aplicații generale cu cele două bobine circulare, cu forma continuă, în ședințe zilnice de 12–20 minute și serii de 14–16 ședințe. Seriile se repetă de 2–3 ori la interval de 1 lună.

IX.6.8. AFECȚIUNI GINECOLOGICE

Dismenoreea. În dismenoreele funcționale se obțin ameliorări evidente al căror procent se ridică – după studii statistice – la 69% din cazuri. Concomitant cu ameliorarea sau dispariția durerilor se înregistrează după aplicațiile cu Magnetodiaflux și ameliorarea fenomenelor nevrotice și vegetative (amețeli, cefalee, astenie, tulburări dispeptice etc.). Se știe că efectul favorabil se datorează influențării terenului neuropsihic, nu se cunoaște încă exact dacă influențează și dereglera hormonală.

Se aplică cele 2 bobine circulare și o bobină localizatoare suprapubian cu forma continuă, în serii de 15–18 ședințe a 12–20 minute, cu începere din ziua a 4-a – a 5-a de la terminarea mestruului. Se repetă seria încă la 2–3 cicluri menstruale și dacă este necesar se repetă o serie pentru consolidarea rezultatelor după 3–4 luni.

Tulburările menstruale funcționale – hiperdismenoreea, menometroragia funcțională, polimenoreea, hipomenoreea, oligomenoreea. Utilizarea Magnetodiafluxului în aceste tulburări cu perturbări ale raportului estrogeno-progesteronic au dat rezultate contradictorii. Cum nu există o corespondență între manifestările menstruale prin exces sau carență și excesul sau carențele hormonale și până nu vom dispune de criterii obiective de alegere corectă a regimului de lucru a câmpurilor magnetice în acest domeniu al patologiei feminine, aplicațiile Magnetodiafluxului reprezintă deocamdată doar tatonări și nu indicații precise.

Rezultate foarte bune s-au obținut însă în tulburările menstruale la fetițele pubere. S-a mai dovedit că Magnetodiafluxul a transformat ciclurile anovulatorii în cicluri ovulatorii, reglând cantitatele și durata ciclurilor (R. Bârloiu).

Metroanexitele cronice nespecifice. Studiile de I. Haimovici și Maria Andries au dovedit efecte favorabile anatomofuncționale date de aplicațiile cu Magnetodiaflux în metroanexitele microlezionale, până la 80% din cazuri. Rezultate mai slabe (sub 40%) se obțin în formele macrolezionale. Efectele se concretizează prin scăderea procesului inflamator local, a durerii pelvine, asuplizarea zonelor pelvine, normalizarea exsudatului vaginal etc.

Se aplică cele două bobine circulare – cervicală și lombară – și o bobină localizatoare pelvină sau o bobină specială intravaginal; forma continuă, în toate cele 3 regimuri de frecvență, cu o durată a ședinței de 16–22 min, în serii de 14–16 ședințe zilnice, repeteate la 1–3 luni.

Cervicitele cronice nespecifice. Efectele obținute în tratamentul diferitelor suferințe ale aparatului genital la femei prin câmpuri magnetice de joasă frecvență au determinat continuarea preocupărilor și cercetărilor specialiștilor în acest domeniu de terapie.

Intr-un studiu efectuat în 1983 de Maria Andrieș și colab., pe 60 de femei cu cervicite cronice nespecifice (vârstă între 20 și 43 ani) s-a aplicat Magnetodiafluxul după următoarea metodologie: electrod special vaginal, intensitate de 3 și 5 mT la vârful electrodului, frecvență 50 Hz, formă continuă, durata ședinței 15 minute, 14 ședințe zilnice pe serie, aplicate din ziua a 7-a până în ziua a 21-a a ciclului. Seria a fost repetată de 2 ori la interval de 3 luni. Jumătate din cazurile tratate au mai beneficiat de alte 3 serii de aplicații la același interval de 3 luni în anul următor.

Sимptomele subjective (pelvialgii, leucoree, prurit) s-au ameliorat până la dispariție după 3 serii de tratament (47-75% din cazuri) și au dispărut (97-100%) după 6 serii. Examenul citohormonal executat înainte și după 3 serii de aplicații cu Magnetodiaflux intravaginal a arătat un viraj spre normohormonal la 95% din cazurile care prezintau aspecte hipohormonale înainte de tratament.

Tulburările de climax și preclimax. Utilizarea Magnetodiafluxului în aceste tulburări a dat mari satisfacții prin bunele rezultate obținute. În acest domeniu de manifestări foarte răspândite există o vastă experiență, pe multe zeci de mii de cazuri. În afara ameliorării până la dispariție a fenomenelor distonice neurovegetative, ca și a sindromului neurastenic, în preclimax se înregistrează și reglări ale ciclului menstrual. Fenomenele dureroase particulare sunt de asemenea foarte bine influențate. Se fac aplicații generale cu cele două bobine circulare și bobină localizatoare pe abdomen, cu mâinile așezate deasupra ei. Se prescrie forma continuă cu cele 3 regimuri de frecvențe, în ședințe de 14-28 min; numărul ședințelor se individualizează după caz.

Efecte deosebit de favorabile au mai fost obținute cu ajutorul Magnetodiafluxului într-o serie de sindroame și simptome în care dezechilibrul neurovegetativ și psihic au rol preponderent, precum: sindromul premenstrual (în special), sindromul intermenstrual, dispareunia, pruritul vulvar, algile pelvine fără substrat de leziuni organice, frigiditatea (cu tulburări de libido, cu sau fără orgasm).

IX.7. CONTRAINDIICAȚIILE APLICAȚIILOR CU MAGNETODIAFLUX

Evităm aplicarea Magnetodiafluxului în următoarele cazuri:

- purtătorii de *pace-maker*;
- bolile de sânge (anemii, leucoze, trombocitopenii);
- stările hemoragice, indiferent de cauză și de localizare;
- bolile infecțioase, stările febrile;
- tumorile maligne;
- insuficiența renală;

- sindroame endocrine majore (acromegalie, boala Basedow, Simonds, Cushing, Addison, feocromocitom etc.) ;
- tuberculoza pulmonară și extrapulmonară activă;
- psihoze decompensate, epilepsie;
- sarcina.

O parte a acestor contraindicații nu se bazează pe date obiective teoretice și practice care să ateste eventuale agravări ale acestor boli sub Magnetodiaflux. Contraindicația se face pe baza necunoașterii perfecte a modului în care pacienții cu astfel de afecțiuni ar reacționa la câmpul magnetic. Există deci și contraindicații relative care își așteaptă rândul spre a fi studiate.

Progresele magnetobiologiei pe plan mondial, alături de interesul general mereu crescând pentru magnetoterapie, ca și locul privilegiat de care se bucură țara noastră în acest domeniu prin tradiția și experiența câștigată, fac ca această terapie fizicală să se dezvolte în continuare în folosul medicinii în general și al bolnavilor în special.

IX.8. MAGNETOTERAPIA LOCALĂ

Preocupările conjugate ale specialiștilor din domeniile ortopediei și fizioterapiei privind calusarea fracturilor și rezolvarea pseudartrozelor ne obligă să consacram un capitol aparte utilizării terapeutice a câmpurilor magnetice de joasă frecvență în practica medicală.

Punctul de plecare al studiilor și cercetărilor efectuate în acest domeniu îl constituie rezultatul descoperirii a doi cercetători japonezi – Yasuda și Fukada – care, în anul 1954, au stabilit că osul deshidratat posedă proprietăți piezoelectrice. Această observație a fost confirmată de Bassett și Becker în 1962 la osul normal hidratat și la osul „vîu“. În același an, aceiași autori lansează presupunerea că acest efect piezoelectric explică legea lui Wolff (1972) care susține că structura osului depinde de funcția sa și că orice modificare a funcției duce obligatoriu la o modificare a structurii sale. Bassett și Becker consideră că sarcinile piezoelectrice ale osului reprezintă un semnal suficient pentru activarea celulelor osoase, antrenând formarea sau resorbția țesutului osos. S-a demonstrat experimental că acest fenomen piezoelectric se datorează componentei organice a țesutului osos, proteina colagenică (Fukada, Yasuda, Shamos, Marino).

Pornind de la aceste proprietăți ale osului, autorii citați mai sus au stabilit că acesta reacționează prin „potențiale electrice de presiune“ când este supus unor tensiuni mecanice exterioare, care dezvoltă sarcini pozitive pe partea convexă și sarcini negative pe partea concavă (fig. 224).

În cazul consolidării vicioase a fracturilor se poate observa că zonele convele (supuse compresiei mecanice) cu încărcare electronegativă sunt sediul unei neoformări osoase (osteogeneză), în timp ce zonele convexe – electropozitive – prezintă o osteoresorbție (Bassett).

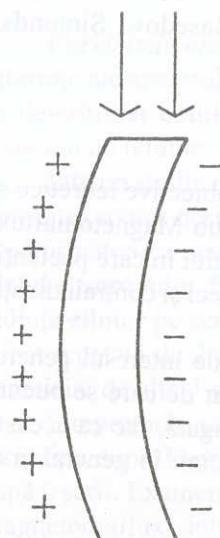


Fig. 224 – Dezvoltarea sarcinilor electrice diferite de părțile laterale ale osului supus la o tensiune mecanică exterioară.

Cercetări ulterioare (Freidenberg și Brighton) au stabilit că la nivelul osului există și „potențiale bioelectrice stabilă“ sau „de bază“, manifestate la suprafața osului și având o sarcină electropozitivă față de cavitatea medulară (Digby). Aceste potențiale par a fi determinate de curentul sanguin și de gradiențele ionice extra- și intracelulare.

În caz de fracturi s-a constatat o creștere a potențialului negativ la nivelul focarului de fractură (Freidenberg și Brighton). Această „negativare“ persistă până la consolidarea osoasă, zona fracturată revenind ultima la normal. Aceasta a fost denumit „potențial de fractură“ și producerea sa s-ar datora unei perturbații locale a activității celulare normale răspunzătoare de potențialul stabil de suprafață (aceiași autori). Becker și Murray susțin că această modificare a potențialului electric se datorează perturbării sistemului de inervație locală osoasă (1970). Această modificare a potențialului stabil „de suprafață“ mai este pusă pe seama virării pH-ului celular (Hunt, Brighton) și (sau) modificările enzimelor lisosomiale cu punct de plecare în celulele aflate în stare „inflamatorie“.

Faptele de observație experimentală care au stabilit existența celor 3 potențiale electrice ale osului („de presiune“, „bazal de suprafață“ și „de fractură“) au permis deschiderea unui câmp larg de experimentare și aplicare clinică în utilizarea diverselor forme de energie electrică „electromagnetică“ ca agenți posibili de stimulare a osteogenezei. Potențialul de fractură ar fi cel mai important în studierea și explicarea stimulării osteogenezei după Becker; acesta consideră că stimularea electrică a osteogenezei reparatorii trebuie să țină seama neapărat de integritatea sistemului nervos, afectat în cadrul unei fracturi.

Pentru evaluarea experimentală a răspunsului osteogenetic au fost utilizate mai multe metode:

- de stimulare a endostului, periostului sau a corticalei osoase;
- de stimulare a fracturilor recente;
- de stimulare a pseudartrozelor confirmate.

Consemnat începutul din anul 1850, când Lente a raportat primele trei cazuri de pseudartroză tratate prin aplicații de curent galvanic la nivelul marginilor focarului de fractură, în contact direct cu osul.

Au urmat mai multe studii și cercetări experimentale și clinice, privind stimularea cu agenți fizici externi a osteogenezei, respectiv a curentului continuu și alternativ și cu impulsuri. După cercetările și descoperirile lui Yasuda (1954) iau amploare studiile riguroș științifice în acest domeniu, iar după 1970 s-a dezvoltat aplicarea câmpurilor magnetice de joasă frecvență în acest scop.

După anii '70, aplicarea câmpurilor magnetice în scopul osteogenezei a câștigat tot mai mult teren datorită următoarelor motive:

- este o metodă neinvazivă de introducere a curentului electric în organism;

– s-a demonstrat experimental *in vitro* în anii 1977–1979 (Pilla, Bassett, Chiabrera) că expunerea de culturi celulare la câmpuri electromagnetice cu impulsuri quasirectangulare de 200–300 μ s și frecvențe proprii (72 Hz, 10–15 Hz), produce o modificare a calciului la nivelul condrocitelor, stimulează dezvoltarea lanțurilor de ADN în condrocite și hematii, favorizează încorporarea osoasă a calciului;

– influențarea favorabilă a osificării a fost confirmată de numeroase experiențe efectuate *in vivo* pe câini și şobolani în perioada 1974–1979 (Bassett, Pilla, Hinsenkamp, Becker).

Cu ocazia acestor experimentări se subliniază necesitatea alegerii unor parametri optimi și exacti ai câmpului magnetic: densitatea curentului, frecvența câmpului, durată și forma impulsului.

Analiza cercetărilor efectuate a stabilit că efectele obținute se datoresc producерii unor cureнti circularи intermitenți la nivelul focarului de fractură, care constituie stimuli indirecți ai osteogenezei celulare, activând sistemul electronic de control exercitat de nervii periferici (Becker).

Încercările experimentale clinice efectuate după 1970 în mai multe centre din S.U.A. și Europa, de mai mulți autori (Kraus, Lechner, Bassett și al.), pe sute de cazuri operate pentru etiologii diverse – osteomielite, tumori maligne, tumori chistice benigne, pseudartroze – au arătat că rezultatele bune se obțin în pseudartroze (până la 81% din cazuri), în celealte, rezultatele nefiind optimiste și nejustificând deocamdată aplicarea metodei, datorită numeroaselor eșecuri ținând de apariția infecției sau direct de metoda aplicată *in sine*.

Rezultatele bune obținute în tratamentul pseudartrozelor au fost comunicate de autorii care s-au ocupat în continuare de aplicarea acestei metode. Astfel, Bassett, Mitchell, Norton și Pilla se referă la o cercetare amplă efectuată între 1973 și 1978 pe sute de cazuri. Ei scot în evidență avantajul metodei de tratament în scopul calusării fracturilor neconsolidate prin aplicarea bobinelor la suprafața corpului (fig. 225) față de metodele mai vechi, invazive sau semiinvazive (utilizând curent

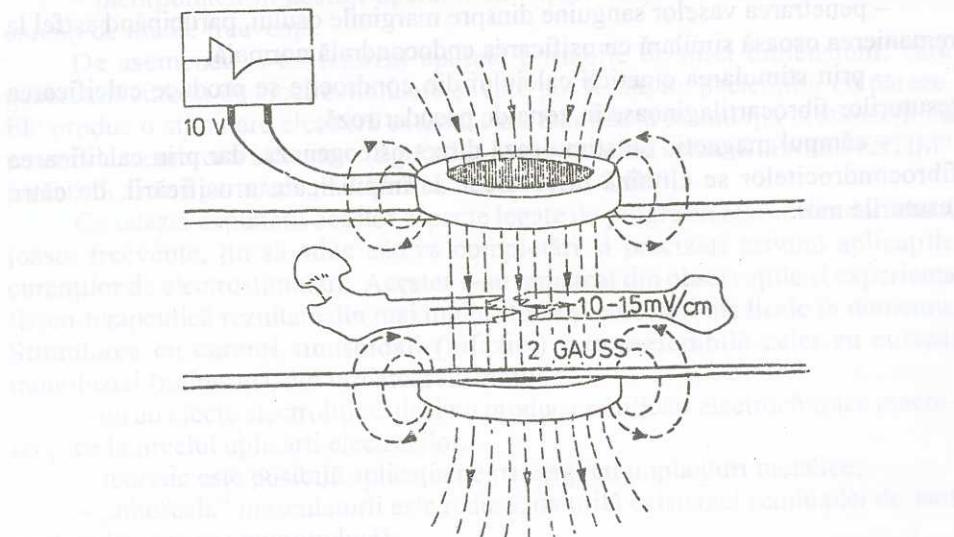


Fig. 225 – Aplicarea bobinelor la suprafața corpului în tratamentul pseudartrozelor (după Bassett și colab.).

continuu, alternativ și cu impulsuri), cu electrozi implantăți ce realizau o efracție tisulară cu traumatizarea corespunzătoare, cu riscuri de infecție osoasă, riscuri de rupere a electrozilor (11% din cazuri) și necesitând un mare număr de electrozi. Autorii au aplicat câmpuri de 0,2 mT și 72 Hz în impulsuri singulare în pseudartroze congenitale și 10–15 Hz în trenuri de impulsuri la pseudartrozele adulților. Cu aplicații zilnice de 12–16 ore pe zi s-a obținut o calcificare completă într-un interval de 3 luni la fracturile de tibie neconsolidate și în 5 luni la cazurile cu pseudartroze vechi de 2 ani și jumătate, din care 54% fuseseră operate de mai multe ori înainte de aplicarea câmpurilor magnetice.

Tot Bassett și Mitchell, împreună cu Gaston comunică rezultatele obținute prin tratamentul – exclusiv cu câmpuri de impulsuri electromagnetice – a 125 pacienți cu 127 fracturi neconsolidate de diafiză tibială. Procentul rezultatelor obținute, 87% din cazuri, este apreciat ca foarte bun, comparându-se cu cele obținute prin intervenții chirurgicale, procent obținut indiferent de vârstă pacenților, sex, durata incapacității prealabile, prezența infecțiilor și numărul eșecurilor operatorii anterioare.

Timpul de aplicare al bobinelor a fost de 10 ore pe zi în medie.

La pacienții tratați între 1974 și 1976, durata medie a tratamentului a fost de circa 13–15 luni; începând din anul 1979, acesta s-a redus la 5 luni.

Se menționează că forma impulsului curentului din bobinele magnetice are un rol determinant în inducerea curentului în țesuturi, aceasta părând a avea o importanță deosebită în „comportarea“ celulelor componente ale scheletului (condrocite, osteocite), în sensul unei stimulări care nu se poate obține – de exemplu – cu diatermia produsă de undele scurte și microunde.

Modul de producere a calusării prin aplicarea acestei metode terapeutice este explicat prin:

- penetrarea vaselor sanguine dinspre marginile osului, participând astfel la remanierea osoasă similară cu osificarea endocondrală normală;
- prin stimularea cineticii calciului din condrocite se produce calcificarea țesuturilor fibrocartilaginoase în zona de pseudartroză;
- câmpul magnetic nu stimulează direct osteogeneza, dar prin calcificarea fibrocondrocitelor se elimină orice efect de împiedicare a osificării, de către țesuturile moi.

CAPITOLUL X

PROGRESE ȘI ACTUALITĂȚI ÎN ELECTROTHERAPIE

Pentru o logică și coerentă expunere a progreselor înregistrate de producția aparatelor de electroterapie, considerăm necesar a le prezenta pe cât posibil, în ordinea frecvențelor utilizate și aplicate în acest domeniu.

X.1. CURENȚII DE JOASĂ FRECVENTĂ

Aparatele realizate și furnizate de firmele specializate pe plan internațional în acest domeniu produc aceleași forme clasice de impulsuri: curenți diadinamici, TRÄBERT, faradici și neofaradici, rectangulari (cu diferență parametri), exponențiali, curenți KOTZ (metoda „rusă“ de tonizare musculară), T.E.N.S. etc.

Progresul tehnic a permis însă realizarea unei aparaturi înzestrate cu o serie de performanțe și facilități (datorită microprocesoarelor) precum:

- micșorarea semnificativă a dimensiunilor și a greutății;
- cuprinderea tuturor tipurilor și formelor de curenți în același aparat;
- prin stocarea datelor și parametrilor caracteristici, posibilități de preprogramare automată;
- încorporarea în același aparat a curenților de joasă frecvență cu diferență curenți de medie frecvență.

De asemenea, s-au realizat aparate portabile de mici dimensiuni, care generează curenți de electrostimulare și care pot fi atașate pacienților cu pareze. Ele produc o stimulare electrică externă care facilitează locomoția la subiecții cu pareze ale membrelor inferioare (figura 226 – reprezentând aparatul „PARESESTIM“ produs de firma germană „KRAUTH-TIMMERMANN“).

Cu ocazia expunerii acestor aspecte legate de progresul tehnic din domeniul joasei frecvențe, ţin să aduc câteva completări și precizări privind aplicațiile curenților de electrostimulare. Acestea s-au remarcat din observațiile și experiența fizico-terapeutică rezultate din mai multe studii și cercetări medicale în domeniu. Stimularea cu curenți sinusoidali (bifazici) este preferabilă celei cu curenți monofazici (redresați), din următoarele motive:

- nu au efecte electrolitice, deci nu produc modificări electrochimice macroscopice la nivelul aplicării electrozilor;
- teoretic este posibilă aplicația pe pacienți cu implanturi metalice;
- „oboseala“ musculaturii este redusă, datorită existenței semiundei de sens contrar (cu aceeași amplitudine);
- intensitatea (optimă necesară) curențului de stimulare este mai mică decât cea utilizată la undele monofazice.

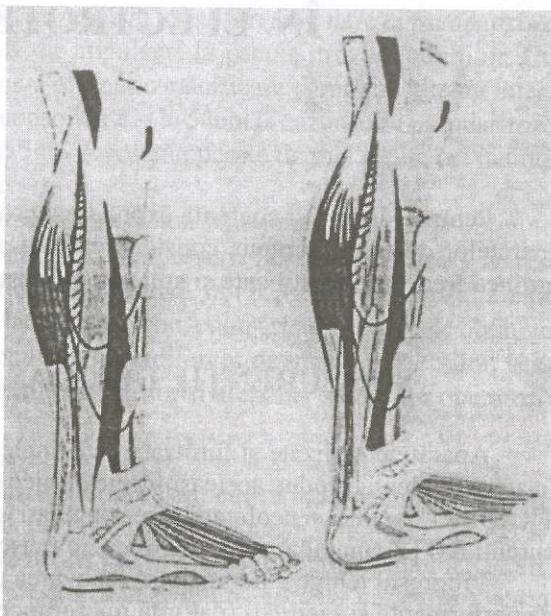
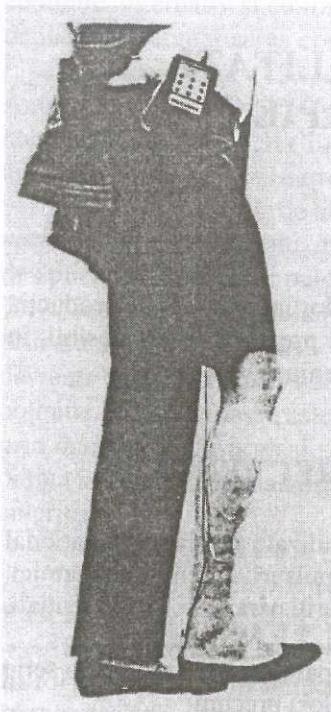


Fig. 226 – Stimularea mușchiului tibial anterior paretic în lezuni de nerv peronier cu stimulator electric extern. Declanșarea dispozitivului produce extensia (dorsiflexia) antepriorului.

Dar, trebuie să menționăm că undele monofazice își păstrează importanța lor la electrodiagnostic. În ceea ce privește aplicarea unor constante fizice ale curenților, mai menționăm:

– curentul cu amplitudine constantă (c.c.) este indiferent la rezistența cutanată și nu este modificat de aceasta, chiar dacă variază rezistența tisulară dintre electrozi. De asemenea, nu este influențat de tensiunea (microvoltajul) creată între electrozi. Senzațiile cutanate neplăcute (de „iritație“ cutanată) pot fi evitate sau înălțurate printr-o aplicare corectă a electrozilor;

– curentul cu tensiunea constantă (c.v.) este, în schimb, dependent de rezistența tisulară a pacientului, modificându-se invers proporțional cu aceasta; nu se produc senzațiile neplăcute de iritație cutanată. Această formă cu voltaj (tensiune) constant este recomandată în aplicațiile terapeutice de electrokinezie și în terapia combinată cu ultrasunete.

X.2. CURENȚII DE MEDIE FRECVENTĂ

Dacă ne referim la elementele de inovație privind acțiunile bio-fiziologice ale curenților interferențiali, realizate în deceniile 7 și 8 ale secolului trecut (interferență plană, interferență spațială și dinamică, vector interferențial, corecție de

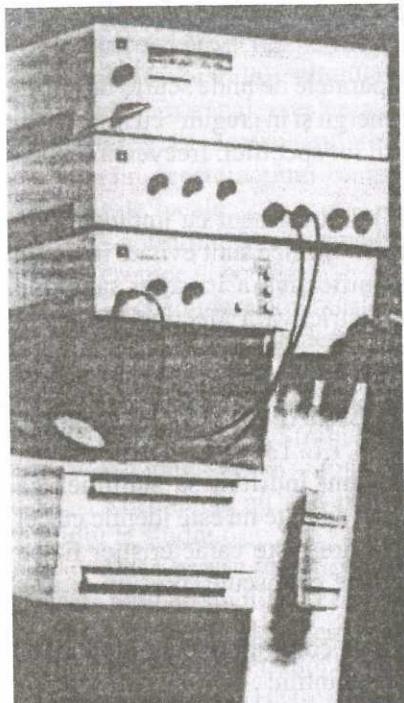


Fig. 227 – Combină de aparete „SANCAR“ – „HÜTTINGER“.

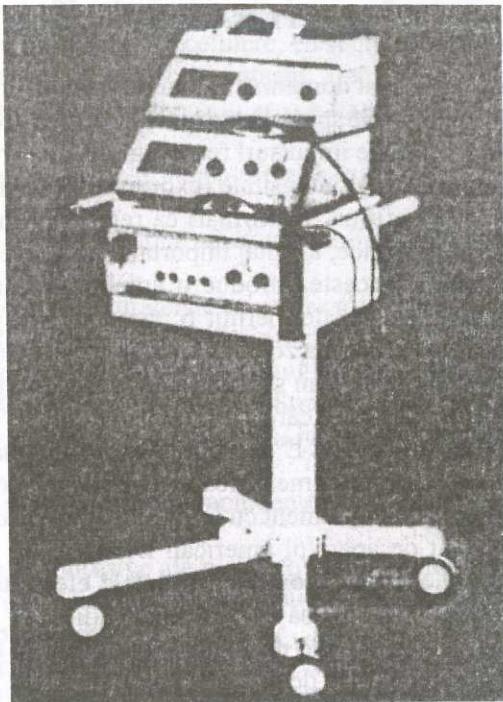


Fig. 228 – Combină de aparete „PHYSIOMED – ELEKTROMEDIZIN“.

distanță etc.), apreciem că nu au apărut nouăți. Multitudinea aparatelor concepute și produse de numeroasele firme produc aceiași parametri.

Nouățile sunt de ordin tehnico-aplicativ și constau în:

- posibilitatea aplicării mai multor modulații de frecvență și
- includerea în același aparat a curenților de medie frecvență împreună cu curenți de joasă frecvență diferiți.

Pe lângă acestea, s-au realizat și se fabrică multiple combine (seturi) de aparete ce furnizează diferite forme de energie terapeutică: curenți cu impulsuri de joasă frecvență, de medie frecvență, vacuum terapie, ultrasunete, radiații LASER etc. În acest sens, enumerăm câteva modele: „SANCAR“ – „HÜTTINGER“, „PHYSIOMED – ELEKTROMEDIZIN“, „EDIT“ – toate produse germane; „ENRAF – NONIUS“ din Olanda; „B.T.L.“ – produs ceho-canadian etc. (fig. 227 și 228).

Datorită echipamentelor electronice moderne cu care sunt înzestrate, aceste aparete oferă multiple formule de aplicație (câteva sute), prin stocare de date permitând prestabilirea parametrilor și alegerea formulelor selectable. Astfel, se facilitează semnificativ aplicațiile terapeutice.

De asemenea, multe aparete sunt prevăzute cu două canale de ieșire, permitând tratarea concomitentă a câte doi pacienți.

Mai adăugăm că progresul tehnic datorat utilizării microprocesoarelor a permis și o altă realizare valoroasă și importantă și anume producerea aparatelor de electroterapie portabile.

X.3. TERAPIA CU ÎNALTĂ FRECVENȚĂ

În acest domeniu, trebuie să menționăm că aparatele de unde scurte fabricate de multe firme specialize oferă utilizarea acestei energii și în „regim“ cu impulsuri. Este vorba de impulsuri rectangulare, cu parametrii lor specifici: frecvență (exprimată în Hz) și intensitate (exprimată în wați).

Se afirmă (confirmat) că regimul („modul“) de tratament cu impulsuri are efecte atermice, avantaj important, deoarece efectele termice sunt evitate în multe afecțiuni. Acestea produc o ameliorare mai semnificativă a irigației sanguine (periferice) locale, permit o abordare mai puțin restrictivă a afecțiunilor acute, precum și tratarea zonelor cu implanturi metalice.

Ne permitem să enumerez doar câteva modele de aparete care furnizează și acest mod de aplicare: „CURAPULS 970 și 670“ – ENRAF – NONIUS (Olanda), „THERMOPULS E“ – HÜTTINGER (Germania), „B.T.L. 13“ (ceho-canadian) etc.

După documentarea și experiența noastră, sunt îndrăzuit să subliniez că „modul“ de tratament cu impulsuri furnizat de aceste aparete nu este identic cu cel realizat de aparatul american DIAPULSE. Acesta are niște caracteristici fizice speciale, care îi conferă multiplele efecte terapeutice cunoscute, precum și aria extrem de restrânsă de contraindicații.

Respectivele date sunt menționate în cele două ediții anterioare ale monografiei publicate de noi la Editura Medicală și le reamintim:

- durata unui impuls este de 65 microsecunde;
- frecvența impulsurilor este dozată în 6 trepte;
- penetrația tisulară este împărțită în 6 trepte;
- pauzele dintre impulsuri sunt variabile în trepte diferite (de la o durată de 25 de ori mai mare decât durata trenului de impulsuri până la o frecvență de 80 pe secundă);
- puterea medie a câmpului electromagnetic generat este de 38 de wați, la o intensitate de lucru a aparatului între 293 și 975 wați;
- penetrația maximă a câmpului electric este de 20 cm, la intensitatea maximă de lucru de 975 de wați.

X.4. TERAPIA PRIN CÂMPURI ELECTROMAGNETICE DE JOASĂ FRECVENȚĂ (C.E.M.J.F.)

Această metodă electroterapeutică s-a dezvoltat în ultimii 15–20 de ani, datorită progresului tehnic, dar și efectelor terapeutice obținute (în patologiile căror li se adresează această formă de tratament).

Din materialele de specialitate parcuse și analizate, am constatat că din punctul de vedere al efectelor biologice și histochimice intratisulare produse, nu au apărut noutăți notabile.

Toate datele și constatărilor experimentale și clinice din domeniu (care aparțin în mare măsură și cercetărilor efectuate în țara noastră), prezentate în precedentele două ediții ale monografiei, rămân valabile.

Extrem de sintetic, aceste efecte biofiziologice intratisulare se afirmă că ar fi următoarele: creșterea permeabilității membranelor celulare, cu succesiunile consecutive (favorabile); stimularea pompelor de sodiu – potasiu, a potențialului de acțiune membranal; creșterea consumului de oxigen celular și a fluxului sanguin; stimularea regenerării tisulare.

Din aceste acțiuni biofiziologice derivă principalele efecte terapeutice în aplicațiile locale:

- antiinflamator, având ca indicații terapeutice afecțiunile inflamatorii durerioase cronice și acute;
- consolidarea fracturilor (cu scurtarea duratei de calusare cu cel puțin 40%).

S-a încercat extinderea aplicării C.E.M.J.F. într-o serie mai largă de afecțiuni: sindroame tendo-miofasciale dureroase, neuropatii și angiopatii periferice, arteriopatii atherosclerotice etc. (B. Goraj, J. Kiwerski, A. Strabuzynska – Lupa, W.P. Karspzzac, G. Strabuzinski – Polonia; J. Schultze – Germania; S. Conic, V. Veselovici – Potici – Jugoslavia).

Rezultatele au fost mai mult sau mai puțin concludente și au variat de la studiu la studiu.

Dacă bazele teoretice, tehnice și aplicative ale magnetoterapiei generale nu diferă mult de studiile și cercetările românești în domeniu, s-au dezvoltat în schimb aplicațiile locale ale electromagnetoterapiei.

Pe baza cercetărilor și studiilor succesive efectuate de o pleiadă de cercetători (Jasuda, Fukada, Basset, Beker, Friedenberg, Brighton, Murray, Lentz, Pilla, W. Krauss, Lechner, Norton, Mitchell, Gaston și alții) menționate anterior în capitolul respectiv, utilizarea locală a C.E.M.J.F. s-a dezvoltat, putem spune, spectaculos.

În plus, s-au efectuat studii și cercetări aplicative privind utilizarea C.E.M.J.F. în tratamentul unor tumorii osoase primitive și metastatici (W. Krauss și colaboratorii din München, cu rezultate publicate în 1991).

În consecință, s-a dezvoltat producția și utilizarea aparatelor de electromagnetoterapie locală, cu versiuni portabile, utilizabile și la domiciliu pacienților pentru tratamentul unor afecțiuni localizate (bineînteles, după instrucțiunile menționate în prospectele de utilizare) (fig. 229).

Progresul tehnic a condus la realizarea și fabricarea unor echipamente și apărate (datorită microprocesoarelor incorporate) care permit:

- programarea de multiple și diferite aplicații. În acest sens, sunt citate și menționate modele cu 255 de variante posibile și cu 50–90 variante selectable;

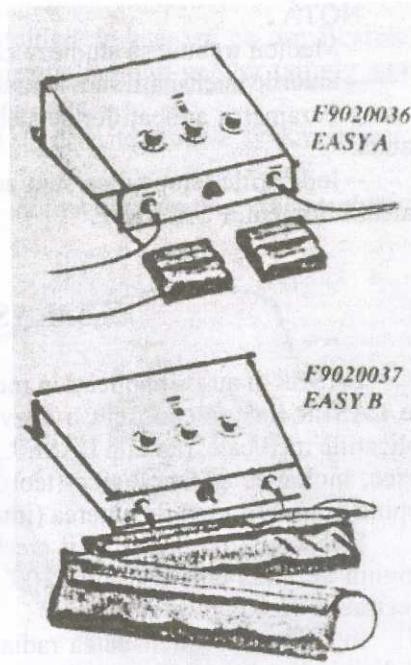


Fig. 229 – Aparat pentru electromagnetoterapie locală „ASAEASY LINE“ – Italia.

– aplicarea simultană și independentă pe 2 canale diferite la câte doi pacienți deodată (dar cu patologii diferite, deci și cu programe diferite), introducând parametrii selectați corespunzător.

Orientativ, pentru exemplificare și comparație, menționăm câteva tipuri și modele de apareate de diferite proveniențe:

Model	Țara producătoare	Frecvență	Intensitatea
M.D.F.	ROMÂNIA	50–100 Hz	– 4 mT pentru solenoidul cervical; – 2 mT pentru solenoidul lombar; – 20–23 mT pentru bobinele locale.
B.T.L. 09	CEHIA - CANADA	1– 60 Hz	– 70–100 mT valoare maximă pentru solenoizii mari; – 20 mT valoare medie.
A.S.A. „EASY LINE“	ITALIA	1– 50 Hz	– 5–15 mT (în funcție de tipul solenoidului).
A.S.A. „P.M.T.“	ITALIA	0,5– 100 Hz	– 7–15 mT (în funcție de tipul solenoidului).
MAGNETODIN	GERMANIA	20 Hz (media valorilor pentru cercetare clinică).	– 4–6 mT.

NOTĂ

- Medicii trebuie să studieze caracteristicile aparatelor.
- Valorile intensității sunt în funcție de tipul și mărimea aplicatorilor solenoizi.
- Parametrii aplicațiilor se stabilesc individualizat în funcție de afecțiunea tratată.
- Indicațiile terapeutice sunt aceleași care sunt prezentate la capitolul care tratează domeniul C.E.M.J.F.

X.5. LASERTERAPIA

LASER-ii au fost aplicați în medicină după anul 1960. Aplicațiile medicale ale LASER-ilor au cunoscut o dezvoltare continuă în ultimii 10–20 de ani. În aplicațiile medicale, radiația LASER incidentă pe țesut produce o serie de procese fizice, biologice și fiziologice (teoretice). Intensitatea și efectul acestei radiații depind în primul rând de puterea (intensitatea) radiațiilor emise.

Este vorba despre radiații electromagnetice coerente „monocromatice” cu lungimi de undă cuprinse între 100 nanometri și 2 milimetri (deci un domeniu spectral foarte „îngust”).

În funcție de intensitatea radiațiilor LASER, variază efectele biologice și implicit indicațiile medicale (diagnostice sau terapeutice).

În terapia cu LASER-i de putere (intensitate) mică sunt folosiți în general cei cu valoare de „lucru” de 10–90 mW (rareori câteva sute de mW).

Aplicațiile medicale ale LASER-ilor se datorează unor caracteristici specifice ale acestor radiații:

- Strălucirea intensă – proprietate care poate fi utilizată pentru focalizarea fasciculelor (proces majorat semnificativ cu ajutorul fibrelor optice).

- Interacția fără contact cu tegumentul tratat.

În aplicațiile medicale, radiația LASER poate suferi patru procese importante:

- reflectarea la suprafață;

- absorbția parțială intratisulară (în apa tisulară sau în absorbanți denumiți *cromofori* – de tipul hemoglobinei și melaninei);

- disipare intratisulară;

- „transmisie“ intratisulară.

Instalațiile cu LASER-i sunt înzestrate cu o serie de surse generatoare de energie diferite (cu CO₂, cu Argon și Kripton, cu Heliu – Neon, cu Rubin etc.) în funcție de care și parametrii caracteristici au valori diferite (putere, suprafață de iradiere, mărimea expunerii radiante, regimul de funcționare – continuu sau cu impulsuri, frecvența de repetiție a impulsurilor, durata ședinței etc.).

Domeniile medicale de aplicație sunt multiple: oftalmologie, neurochirurgie, O.R.L., stomatologie, ginecologie - urologie, cardiologie, dermatologie, ortopedie.

În tratamentul bolilor aparatului locomotor (artoze, tendinită, întinderi și contuzii musculare, retracții cicatriceale, calcificări intratendinoase), LASER-ul de mică putere este considerat a fi un mijloc terapeutic asociat în cadrul balneofizioterapiei. În acest domeniu sunt utilizate instalațiile cu Heliu - Neon și/sau cu diode LASER.

Indicațiile LASER-terapiei în aceste patologii se bazează pe următoarele efecte: antialgic, antiinflamator, stimularea metabolismului celular (singur sau asociat cu magnetoterapia) și a circulației arterio-venoase.

Aparatele utilizate au emițătorul radiant de diferite modele și dimensiuni, inclusiv tipul „sondă“ (fig. 230 și 231).

Tehnica de aplicație trebuie – evident – să țină cont de procesul patologic tratat și scopul urmărit.

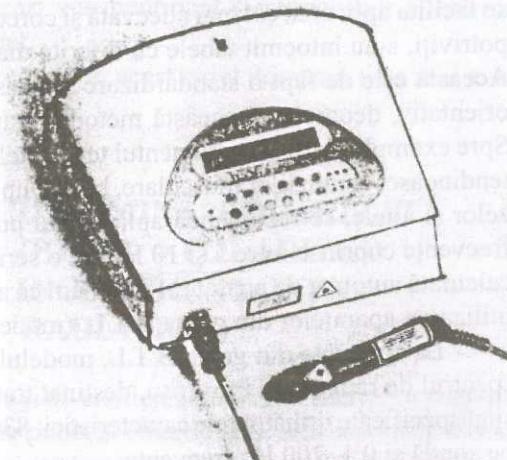


Fig. 230 – Aparat laserterapie cu sondă tip „ASA“ – Italia.

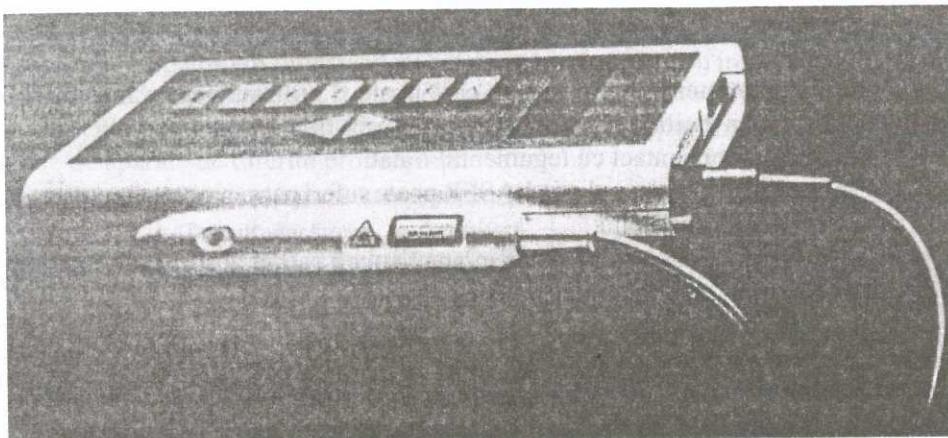


Fig. 231 – Aparat laserterapie cu sondă tip „B.T.L. 2000“.

Parametrii prescriși și aplicați s-au stabilit pe baza studiilor teoretice din acest domeniu, precum și a experienței căpătate în urma numeroaselor tratamente efectuate pe diferite afecțiuni și cu diferite aparate.

Astfel, în tratamentul afecțiunilor superficiale, la o putere de penetrație a radiațiilor din acest spectru de 2–4 mm, se aleg puteri mai scăzute, adică în jur de 10 mW.

În tratarea proceselor mai profunde, pentru a realiza o penetrație de 5–7–10 cm, se utilizează aparate mai performante, care să furnizeze puteri minime de 25 mW. În funcție de efectul urmărit, se recurge la modularea frecvențelor. Pentru efectul stimulator (local), se recomandă frecvențe de 5 Hz, iar pentru cel analgezic și miorelaxant, frecvențe de 10 Hz. Densitatea de energie pe suprafață trebuie de asemenea cunoscută și respectată, în tratarea afecțiunilor aparatului locomotor aceasta trebuie să fie de 3–5 J/cm².

Durata ședințelor este și în funcție de evoluția afecțiunii sub tratament, dar ea trebuie menționată în prospectele de utilizare ale aparatelor respective. Pentru a se facilita aplicarea cât mai adecvată și corectă a LASER-ului la parametrii cei mai potriviti, s-au întocmit tabele cu diferite diagnostice și entități nosologice tratate. Aceasta este de fapt o standardizare și considerăm că trebuie să aibă un caracter orientativ, deoarece și această metodă terapeutică trebuie să fie individualizată. Spre exemplificare, în tratamentul tendinitelor, epicondilitelor, calcificărilor intratendinoase, contuziilor musculare, bolii Dupuytren, retracturilor cicatriceale, artrozelor și altele, se recomandă aplicații cu puterea cuprinsă între 10 și 25 mW, cu frecvențe cuprinse între 5 și 10 Hz, cu o serie de 6–8 ședințe, durata ședinței fiind calculată automat de aparat. Menționăm că acești parametri sunt specificați pentru utilizarea aparatelor din gama B.T.L. (modelul 10).

La aparatelor din gama B.T.L. modelul 2000, pentru emițătorul tip sondă cu spectrul de radiație în infraroșu, destinat tratamentelor în ortopedie și recuperare, sunt specificate următoarele caracteristici: 830 nm lungime de undă, 50 mW puterea pe sondă și 0,1–200 Hz frecvența.

Aparatele furnizate de firma A.S.A. (Vicenza – Italia), oferă următoarele posibilități terapeutice:

- modele de aparate fixe (staționare) și portabile;
- sisteme (modalități) de aplicare – local și general – (cu mod de proiecție vertical sau orizontal);
- regimul de radiații: continuu și cu impulsuri;
- lungimea de undă: în diferite trepte, între 650 nm și 1 000 nm;
- puterea (intensitatea) de emisie a radiațiilor: ajustabilă în diferite trepte, între 1 mW și 1 000 mW (puterea maximă pe sondă);
- frecvența impulsurilor – ajustabilă între 1 Hz și 10 000 Hz;
- durata impulsurilor: în general între 50 ns și 200 ns.

Există modele care, încorporând toți parametrii procedurii, oferă (prin microprocesoare) până la 999 programe diferite selectabile de aplicație. În orice caz, repetăm, în toate aplicațiile parametrii trebuie selectați individualizat, în funcție de natura afecțiunii, dimensiunea regiunii tratate, profunzimea procesului patologic, stadiul evolutiv al bolii etc.

În ceea ce privește efectul aplicațiilor de raze LASER în tratamentul afecțiunilor aparatului locomotor în țara noastră, au fost făcute o serie de aprecieri cu ocazia Congresului Național de Medicină Fizică, Balneoclimatologie și Recuperare Medicală cu participare internațională, care a avut loc la Sinaia, în perioada 5–7 octombrie 1992.

Cu această ocazie, o secțiune a Congresului a fost consacrată acestei problematici, în cadrul căreia au fost prezentate de reprezenteri specialiști zece lucrări științifice, completate de pertinente intervenții ale unor competenți medici ortopezi.

Au fost prezentate rezultatele aplicației LASER-terapiei într-o serie de afecțiuni precum reumatismul cronic degenerativ, reumatismul inflamator, suferințe abarticulare vizând efectele antialgice, asuplizant, antiinflamatoare articulare.

La acel moment se aprecia că, în ansamblu, rezultatele obținute (cu instalațiile avute în dotare) în acest domeniu de patologie au fost neconcluzente. Trebuie să adăugăm că într-o serie de comunicări s-a menționat și recunoscut asocierea medicației antiinflamatorii în tratament.

O manifestare științifică de anvergură în acest strict domeniu nu a mai avut loc în ultimii zece ani.

X.6. TRATAMENTUL CU LUMINĂ POLARIZată POLICROMATICă (P.I.E.R. = POLARIZED POLYCHROMIC INCOHERENT LOW ENERGY RADIATION)

Încercările și strădaniile de lărgire și diversificare a utilizării energiilor radiante în actual terapeutic au dus la punerea la punct și chiar la aplicarea medicală a unei noi forme de energie luminoasă, denumită *lumină polarizată policromatică*.

Banda de emisie a acesteia are lungimi de undă cuprinse între 400 și 2 000 nanometri, adică raze luminoase și o mică parte din spectrul infraroșu.

Sistemul și dispozitivele concepute și produse utilizează lumină polarizată. Aceasta se realizează prin utilizarea în principal a proprietății de reflexie a razelor luminoase (oscilații electromagnetice) prin mai multe planuri paralele reprezentate de oglinzi sau filtre (din diferite materiale). Prin această metodă, 95% din energia luminoasă emisă va fi polarizată. Spre deosebire de sistemul LASER, care emite radiații electromagnetice coerente, monocromatice, sistemul BIONIC realizează o lumină incoerentă, policromatică.

Efectele biofizice și biologice descrise sunt aceleași ca cele obținute la aplicațiile terapeutice cu C.E.M.J.F. și LASER-i: creșterea permeabilității membranelor celulare, stimularea potențialului de acțiune al membranelor, creșterea fluxului sanguin, stimularea regenerării tisulare.

În rețeaua comercială din țara noastră a pătruns modelul Bioptron (prevăzut cu filtre colorate) furnizat de firma Zepter. Caracteristicile principale ale acestui dispozitiv sunt următoarele:

- dozarea energiei luminoase se exprimă în miliwăți/cm² și se face în funcție de mărimea suprafeței cutanate, intensitatea sursei și distanța de la sursă la suprafața tratată;
- intensitatea sursei de energie (furnizată de o lampă cu halogen) este constantă: 20 wați la modelul I și 100 de wați la modelul II;
- intensitatea energiei emise pe suprafață este de 40 mW/cm²;
- suprafața de emisie a capului emițătorului este de 18 cm²;
- puterea de penetratie în corp este până la 2,5 cm.

Nu intrăm în amănuntele tehnicii de aplicație din care însă menționăm următoarele elemente: focalul de emisie se aplică la o distanță de 5 cm de tegument, perpendicular și fără a se mișca în timpul aplicației, durata unei ședințe este în general de 4–6–8 minute (în funcție de natura și gravitatea afecțiunii), se recomandă 2 aplicații pe zi, în număr de 7–12 ședințe zilnice.

Domeniile de indicații sunt cosmetica și medicina.

Aplicațiile medicale sunt recomandate în dermatologie, O.R.L., stomatologie, plăgi chirurgicale, reumatologie. Spectrul afecțiunilor aparatului locomotor este foarte larg: reumatism inflamator, degenerativ, abarticular, discopatii lombare, stări posttraumatice.

S-au alcătuit tabele cuprinzând entități nosologice, durata aplicațiilor și numărul de ședințe recomandat.

Parcurgea și analizarea acestora mi-au relevat faptul că sunt standardizări stângace și nu au fost elaborate de specialiști serioși din domeniile respective.

Personal am testat clinico-terapeutic un astfel de aparat pe 15 pacienți, respectând toate elementele tehnicii de aplicație. Nu au fost aplicate alte proceduri pe zona tratată.

Cazurile au prezentat următoarele suferințe: lombalgie vertebrigenă activată, miofascită sacroiliacă dureroasă, tendinită simplă scapulo-humerală, epicondilită, mialgie cervicală, status post-entorsă, celulită gambiară. Din păcate, rezultatele favorabile au fost nule.

GLOSAR DE TERMENI

- (1) – APLICAȚII STABILE – cu electrozi plasați în poziții neschimbate.
- (2) – COEFICIENT DE UMLERE – raportul dintre durata impulsului și perioada de repetiție, la ultrasunetele cu impulsuri.
- (3) – CONDUCTANȚĂ – proprietate a țesuturilor de a permite o mai bună trecere (străbatere) a curentului electric.
- (4) – CURENT CONSTANT – curent cu intensitate constantă și sensul neschimbat, realizat în mod special de unele aparate, pentru a nu fi influențat de rezistențele variate ale diferitelor structuri (neomogene) ale organismului.
- (5) – CURENȚI DE ULTRASTIMULARE – curenți de joasă frecvență Träbert cu parametri bine precizați și cu caracter analgetic.
- (6) – CURENȚI DREPTUNGHIULARI – curenți rectangulari, cu pantă ascendentă verticală și platou orizontal.
- (7) – CURENȚI MODULAȚI – curenți de joasă frecvență cu variații de amplitudine, frecvență sau durată.
- (8) – CURENT UNIDIRECȚIONAL – curent slab, cu intensitate sub 50 mA și tensiune sub 100 volți.
- (9) – CURENȚI STOHALSTICI – curenți aperiodici (neregulați).
- (10) – CURENT VARIABIL – curent cu variații ritmice ale intensității.
- (11) – IMPEDANȚĂ – particularitate bioelectrică a țesuturilor care reprezintă o rezistență tisulară la trecerea curentului, dar mai complexă decât rezistență electrică propriu-zisă, fiind legată și influențată de existența unei capacitații; ea depinde și de frecvența curentului, fiind mai mare la frecvențele mici și mai mică la frecvențele mari, element foarte important în acțiunea și efectele terapeutice ale diferitelor domenii de frecvență.
- (12) – INDUCTANȚĂ – valoarea de câmp magnetic al unei bobine („impedanță“ unei bobine).
- (13) – SNET – stimulare nervoasă electrică transcutanată (TENS în denumirea internațională).
- (14) – SUBSTANȚE DIAMAGNETICE – cu permeabilitate magnetică redusă, subunitară.
- (15) – SUBSTANȚE PARAMAGNETICE – cu permeabilitate magnetică crescută, supraunitară.
- (16) – TRADUCTOR – definește un dispozitiv destinat să convertească o formă de energie oarecare în energie ultrasonică sau invers. Este un component care, fiind conectat la echipamentul ultrasonic, transmite unda ultrasonică și recepționează unda ultrasonică reflectată. Denumirile des utilizate de „cap emițător“, „proiectoare“, „localizator“, „aplicator“ sunt improprii.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- AMBLARD P., Beani J. C., REYMOND J. L. – Fotodermatoze, *La presse thermale et climatique*, nr. 2, 1985.
- APOSTOL P. – Rezistoare, condensatoare, bobine, Editura Tehnică, Bucureşti, 1969.
- AUTET M., MEUDON M. K. – Actions des champs magnetiques (Puissances-Frequencies). Tableau 8. Effets autonomes sur divers organes du corps, *Kinesitherapie scientifique* nr. 209, 1983.
- BACIU I. – Fiziologie, Ed. a II-a revizuită, Editura Didactică și Pedagogică, Bucureşti, 1977.
- BĂRBAT B., PRESURĂ I., TĂNĂSESCU T. – Amplificatoare de audiofrecvență, Editura Tehnică, Bucureşti, 1972.
- BASSET C. A. L. și colab. – Repair of non-unions by pulsing electromagnetic fields, *Acta orthopædica Belgica*, Tome 44, fascic 5, 1978, p. 706–724.
- BASSET C. A. L. și colab. – Treatment of United Tibial Diaphyseal Fractures with Pulsing Electromagnetic Field, *The journal of bone and joint surgery*, 1981, vol. 63-A, nr. 4, p. 511–523.
- BENTALL R. – Healing by electromagnetism – fact or fiction? *New Scientist*, 1976, p. 166–167.
- BERNHARD J. K., KNUPPERTZ B. – Inițiere în tiristoare, Editura Tehnică, Bucureşti, 1974.
- BODEA M. – Tuburi electronice, Editura Tehnică, Bucureşti, 1970.
- BROWN C. – Tranzistoare – Întrebări și răspunsuri, Editura Tehnică, Bucureşti, 1976.
- BURES J., PETRAN M., ZACHAR J. – Electrophysiological methods in biological research. Czechoslovak Academy of Sciences, Prague, 1967.
- CALLIES R., DANZ J. – SMOLENSKI U. – Dosierungsstrategie einer Ultraschalltherapie, *Zeitschrift für Physiotherapy*, nr. 5, 1983, p. 259–264.
- DANZ JOHANNA – Objektivierung differenzierter Kurzwellentherapie mittels Thermovision, *Zeitschrift für Physiotherapy* nr. 2, 1979.
- DINCULESCU T. și colab. – Balneofizioterapie. Manual pentru școlile tehnice sanitare, Editura Medicală, Bucureşti, 1963.
- DUMITRĂS D.C. – Biofotonica, Editura ALL Educationel, Bucureşti, 1999.
- DUMITRESCU M. – Stabilizare de tensiune și de curent, Editura Tehnică, Bucureşti, 1965.
- DUMOULIN J., BISSCOP G. și colab. – Electrotherapie, 4-ème édition. Maloine S.A. Editeur, paris, 1980.
- EDEL H. – Fibel der Elektrodiagnostik und Elektrotherapie, Dresden, 1970.
- EDEL H. – Zum Entwicklungsstand der Elektrotherapie, *Zeitschrift für Physiotherapy*, nr. 4/1976, p. 263.
- EDEL H., GÜTTLER P. – Transkutane elektrische Nervenstimulation, (TENS), *Zeitschrift für Physiotherapy*, nr. 2, 1978, p. 79.
- EDEL H., GÜTTLER P. – Transkutane elektrische Nervenstimulation. *Zeitschrift für Physiotherapy*, nr. 2, 1979, p. 89.
- EDEL H., LANGE A. – Schmerzmodulation durch elektrische Reize und Ultraschal, *Zeitschrift für Physiotherapy*, nr. 4, 1979.
- EDEL H., STERNECK S. – Untersuchungen zur analgetischen Wirksamkeit stochastischer Impulsfolgen, *Zeitschrift für Physiotherapy* nr. 4, 1979.
- EDEL H. – Entwicklung der Elektrotherapie, *Zeitschrift für Physiotherapy*, nr. 5, 1979, p. 343.
- ENDRES ULRIKE, GALLIES R. – Die Problematik der subjektiven und objektiven Dosisstufen in der Kurzwellentherapie, *Zeitschrift für Physiotherapy* nr. 2, 1982.

- ERMAN J. J. – Physical medicine un pediatry: a new concept, Journal of the American Association of Foot Specialists, 1970.
- EVERTZ U., KÖNIG M. L. – Câmpurile magnetice pulsatoare și importanța lor pentru medicină, Hippocrates, nr. 1, 1977, p. 16–37.
- FAMAEY J. P. și colab. – Prostaglandine, mușchi neted și ultraviolete. Acta Belgica medica physica, 6 – nr. 2, 1983.
- FLOREA S., DUMITRACHE I., GĂBURICI V. și colab. – Electronică industrială și automatizări, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980.
- FRICK G., WIEDENHÖFT INGELORE, FRICK URSULA – Hämatologische Befunde zur Ultravioletbestrahlung des Blutes unter besonderer Berücksichtigung der Thrombozytenaggregation, Zeitschrift für Physiotherapie nr. 4, 1982.
- GILLERT O. – Electrotherapie, R. Pflaum Verlag K.G., München, 1981.
- GOGA GH., POPESCU C., VASILIU E., VĂTĂȘESCU A., VARTIC R. – Tuburi electronice și dispozitive semiconductoare, Editura Tehnică, București, 1964.
- HEDENIUS P. și colab. – Some preliminary investigations on the therapeutic effect of pulsed short waves in intermittent claudication. Current therapeutic research, vol. 8, nr. 7, July 1966, p. 317–321.
- HEIDENREICH E. M. – Erfahrungen mit der synchronen Kombination von Ultraschall und Reizstrom in der Behandlung verschiedener Schmerzsyndrome des Bewegungsapparates. Zeitschrift für Physiotherapie, nr. 5, 1978.
- HEIDENREICH E. M., HENTSCHEL R., LANGE A – Praktische Anwendung und bisherige Ergebnisse der transkutanen elektrischen Nervenstimulation, Zeitschrift für Physiotherapie, nr. 5, 1983, p. 281–284.
- HERSCH B. J. – The Adjunctive Application of Diapulse Therapie for Foot Traumas, Current Pediatry, February 1972.
- HEYDENREICH A. – Erfahrungen mit der Elektropunktur bei funktionellen, besonders, vertebragenen Reflexsyndromen, Zeitschrift für Physiotherapie nr. 5, 1983, p. 301–305.
- HIBBERD R. G. – Circuite integrate – Întrebări și răspunsuri. Editura Tehnică, București, 1975.
- HOPPE K. și colab. – Zur Beeinflussung von niederfrequenten Reizstromtherapiegeräte durch Kurzwellentherapiegeräte, Zeitschrift für Physiotherapie, nr. 5, 1978.
- HORENZ L., REITMANN U. – Einsatz der TENS bei ausgewählten orthopädischen Krankheitsbildern, Zeitschrift für Physiotherapie, nr. 5, 1983, p. 289–291.
- IPSER F. – Fysiatrie, Praga, 1972.
- JASNODGORODSKY V. G. – Differenzierte Anwendung der Elektrostimulation bei Bewegungsstörungen, Zeitschrift für Physiotherapie, nr. 6, 1981, p. 377.
- KAPLAN E. G., WEISTOCK R. E. – Clinical Evaluation of Diapulse as Adjunctive Therapy following Foot Surgery, Journal of the American Pediatry Association, vol. 58, nr. 5.
- KNOCH H. G., KNAUTH KATHARINA și colab. – Therapie mit Ultraschall, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1972.
- LANGE A. – Moderne Ultraschalldosierung – Übersicht Über die sowjetische Literatur, Zeitschrift für Physiotherapie, nr. 2, 1978, p. 117.
- LANGE A. – Diagnostice Möglichkeiten der Mittelfrequenzreizung, Zeitschrift für Physiotherapie nr. 1, 1979.
- LICHT S. – Therapeutic electricity and ultraviolet radiation, vol. IV; Elizabeth Licht Publisher, 1959.
- LILIUS H. G. și colab. – Über die therapeutische Wirkung der diadynamischer Strömen an Bänderverletzungen des Füses, Zeitschrift für Physiotherapie, nr. 5, 1975, p. 331.
- LOBELL M. J. – Pulsed High Frequency and Routine Hospital Antibiotic Therapy in the management of Pelvic Inflammatory Disease. A preliminary report, Clinical Medicine, vol. 69, nr. 8, august 1982.
- MILLEA A. – Electrotehnica pentru radiotecnicieni, Editura Tehnică, București, 1967.
- MOYEN B., COMTET J. J. – La stimulation électrique et électromagnétique de l'osteogenèse, Encycl. Med. Chir., Paris, Techniques chirurgicales orthopédie, 44025.

- POLICEC A., GLIGOR T. D., CIOCLODA GH. – Electronica medicală, Edit. Dacia, Cluj-Napoca, 1983.
- POPESCU M., RĂDULESCU A. – Utilizarea aparatelor TUR RS 10 și RS 12 în electrodiagnosticul prin stimulare și electroterapie, Caiet documentar de electroterapie, Editura Medicală, București, 1983.
- POPOVICIU L., HAULICĂ I. – Patologia sistemului nervos vegetativ, Editura Medicală, București, 1982.
- RĂDULESCU A., POPESCU M. – Curentii interferențiali de medie frecvență, Caiet documentar de electroterapie, Editura Medicală, București, 1983.
- RISTEA I., STAN F. – Condensatoare, Editura Tehnică, București, 1964.
- RISTEA I., CONSTANTINESCU GH., VASILE A., ȚETCU N. – Manualul muncitorului electronist, Editura Tehnică, București, 1980.
- RISTEA I., POPESCU C.A. – Stabilizatoare de tensiune, Editura Tehnică, București, 1983.
- RODDY D. – Inițiere în microelectronică, Editura Tehnică, București, 1982.
- RUCH C. T., FULTON F. J. și colab. – Fiziologie medicală și biofizică, ediția a 18-a, Editura Medicală, București, 1963.
- RUSK H. A. – Rehabilitation Medicine, Third Edition, C.V. Mosby Company, Saint Louis, 1971.
- SĂVESCU M., POPOVICI AL., POPESCU M. – Circuite electronice, vol. II, Editura Tehnică, București, 1969.
- SBENGHE T., GEORGESCU G. – Fundamente și metodologia de utilizare terapeutică a aparatului Magnetoflux, Caiet documentar de electroterapie, Editura Medicală, București, 1983.
- SCHLETT Z., HOFFMAN I., CÂMPEANU A. – Semiconductoare și aplicații, Editura Facla, Timișoara, 1981.
- SPÂNULESCU U., BIRĂU O., BODI I. și colab. – Electronica. Pentru perfecționarea profesorilor, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
- STERE R. și colab. – Dispozitive semiconductoare, Editura Tehnică, București, 1964.
- STURZA M., BĂLTĂCEANU G. și colab. – Fizioterapie, vol. I, Editura Medicală, București, 1957.
- SZEHI E., DAVID E. – Curentul interferențial stereo – un nou procedeu în electroterapie, Electromedica (Siemens), nr. 1, 1980.
- THOM H. – Terapia cu curenti interferențiali stereo – baze și prime rezultate, Electromedica (Siemens), nr. 1, 1980.
- VASILESCU V., MĂRGINEANU D. G. – Introducere în neurobiofizică, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1979.
- VASILIU E. – Inițiere în dispozitivele semiconductoare, Editura Tehnică, București, 1970.
- VĂTĂŞESCU A., CIOBANU M., CÂRCU T., RATEŞ I., GHEORGHIU V. – Dispozitive semiconductoare. Manual de utilizare, Editura Tehnică, București, 1975.
- WILSON D. H. – Comparison of Short Wave Diathermy and Pulsed Electromagnetic Energy in Treatment of Soft Tissue Injuries, Physiotherapy, October 1974, vol. 60, nr. 10, p. 309–310.
- WILSON D. H. și colab. – The effects of pulsed electromagnetic energy on peripheral nerve regeneration, Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 238, oct. 11, 1974, p. 575–580.
- WINTERFELD H. J., CONRADI E. – Vergleich der Wirkung von Ultraschall im Impuls – und Gleischschallbetrieb bei der Behandlung der Gonarthrose, Zeitschrift für Physiotherapie, nr. 3, 1981, p. 159.
- ZULLI L. P. – Pulsed High Frequency Electromagnetic Energy for Adjunctive Care of Foot Lesions, Journal of the American Pediatry Association, vol. 58, nr. 8, august 1968.

Format: 16/70×100. Coli de tipar: 22-25

Tiparul executat la Imprimeria "Olt" din Târgu-Olt

ll executat la Imprimeria „Oltenia“ – C
B-dul Mareșal Ion Antonescu

Salton Antonie
Comandos



Romania

ISBN 973-39-0516-X

Lei 280 000

305200

Prin fiabilitatea produselor sale și înalta calitatea serviciilor asigurate de reprezentanții săi, BTL a reușit să se impună pe piața din România. Este onoarea noastră de a avea printre cei peste 2000 de clienți ai noștri bazele de tratament din toate stațiunile balneoclimaterice, universități și clinici universitare, spitale județene sau municipale, clinici și cabinețe medicale private.



Fizioterapie
Cardiologie
Terapie Laser
Ecografie



Gama BTL 5000 pentru electroterapie, ultrasunete, terapie laser, vacuum: ecran touch screen, programe prestabilite și poziții libere pentru programele create de utilizator, bază de date pentru pacienți, conectare la PC și imprimantă, gamă completă de parametri tehnici.



Design tradițional, fiabilitate recunoscută: curenți de joasă și medie frecvență, ultrasunete, magnetoterapie, unde scurte, microunde, terapie laser, împachetări cu parafină, vacuum, aparatură pentru elongații, osteodensitometre.



Mese pentru terapie cu înălțime fixă sau ajustabilă electric.

Echipamente pentru fitness/kinetoterapie cu poziții speciale pentru fiecare grupă de mușchi.



Căzi pentru hidroterapie din material plastic sau oțel inoxidabil cu masaj subacval.

BTL România Aparatură Medicală srl

Piața Sf. Ștefan nr. 7, sector 2, București, 023998, Tel./fax: (021) 326 5320
Telefon: 0722 232671, 0722 684814, 0722 622746, E-mail: vanzari@btl.ro, www.btl.ro