

Dr. Andrei Rădulescu
Colaborator: Ing. Marion Burtan

ELECTRO TERAPIE

Ediția a II-a
refăcută și adăugită



EDITURA MEDICALĂ SA

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.

Acstea acțiuni selectiv nu sunt general-valabile, ci se produc individualizat după reacția specifică a fiecărui bolnav la tipul de galvanizare aplicat.

Din enumerarea descriptivă a principalelor acțiuni fizioligice ale aplicațiilor de curenț galvanic, se desprind și principalele efecte terapeutice:

- analgetic (antialgic), prin scăderea excitabilității nervoase la nivelul polului pozitiv și prin resorbția metabolitilor din procesele inflamatorii;

- stimulare neuro-musculară la nivelul electrodului negativ;

- reglare a modificărilor de excitabilitate a sistemului nervos central, în funcție de modul de aplicare;

- 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 curențului galvanic.

III.5.1. GALVANIZAREA SIMPLĂ

Electrozii utilizati sunt confectionați 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 așezați 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 utilizati în anumite aplicații: pentru ochi – montați în ochelari 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, electrodul 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 aplicare).

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).

Acstei ultime modalități de aplicare i se aduc critici asupra eficacității terapeutice, cunoșându-se faptul că segmentele lungi, având un diametru proporțional mic, opun o rezistență mare față de curenț (cu polarizare mare tisulară); în aceste condiții este necesară o tensiune foarte mare a curențului 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 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 înăndituri 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. Bureții 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 curențului 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.

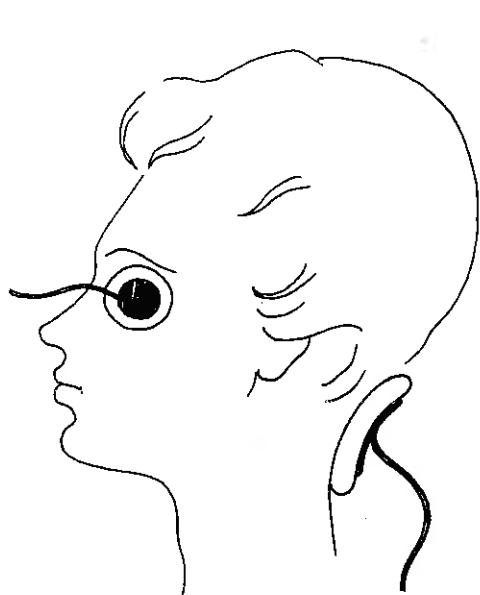


Fig. 111 – Aplicații transorbitare.

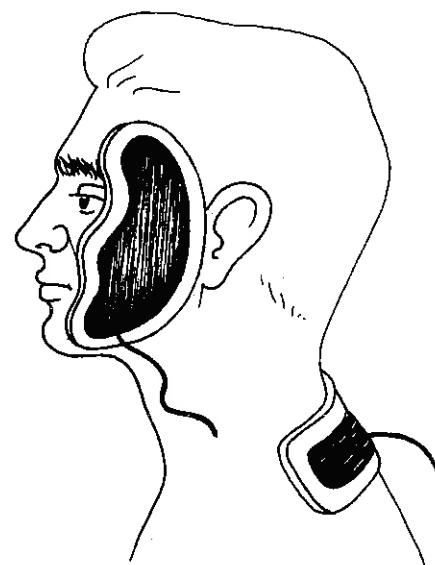


Fig. 112 – Masca Bergonié.

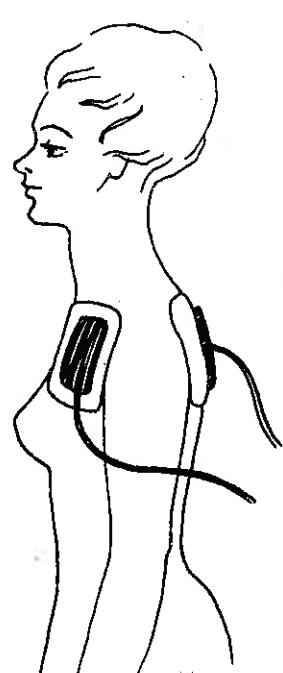


Fig. 113 – Galvanizare trans-

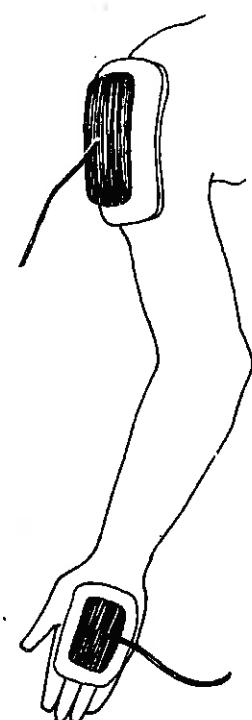


Fig. 114 – Galvanizare longitudinală.

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“ (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.

$$\text{Durata} \times \text{Densitatea electrică} = 3 \text{ (constant).}$$

- 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 aplicatie 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 aplicatie a curentului galvanic prin explicații privind în primul rând senzațiile cutanate așteptate și apoi – bineînțeles – scopul acestei terapii.

Pacientul va fi așezat pe pat înănd 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 șezândă etc.;

- În cazul tratării unei suferințe dурeroase 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 ușoare 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 APLICATIE A GALVANIZARII

Pacientul trebuie poziționat și pregătit pentru tratament, conform indicațiilor și principiilor metodologice expuse mai sus. Pentru executarea în condiții optime a aplicării, 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 înădături, care permit surgerii 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 clemele cu care sunt fixate cablurile de electrozi. Pentru siguranță (evitarea arsurilor), în cazurile în care clemele 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 butoane 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 – descrie la capitolul efectelor biologice.

După executarea tuturor sevențelor 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 pucrează 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-celulară (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-celulare, 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;

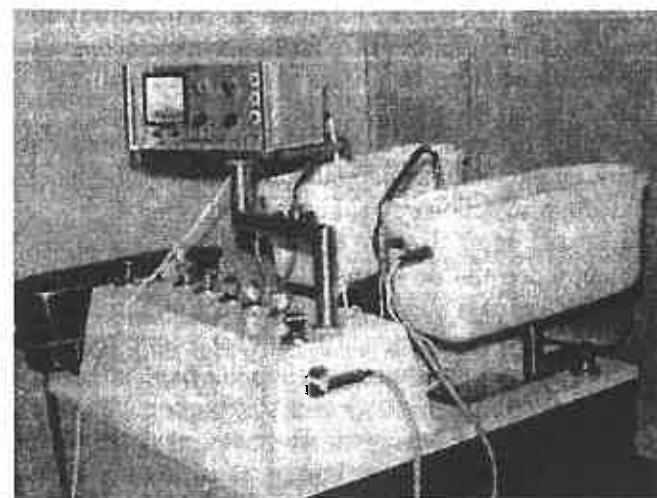


Fig. 115 – Baia galvanică 4-celulară.

- 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 funcționare. Apoi opriim 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 funcționare prin manevrarea comutatorului general, după ce am verificat o dată polaritatea corectă a electrozilor – după prescripție. Vom manevra lant 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 flaște – 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 ședințelor se stabilește între 10 și 30 de minute, în funcție de diagnosticul suferințelor tratate. Ritmul ședințelor: 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 confectionată 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

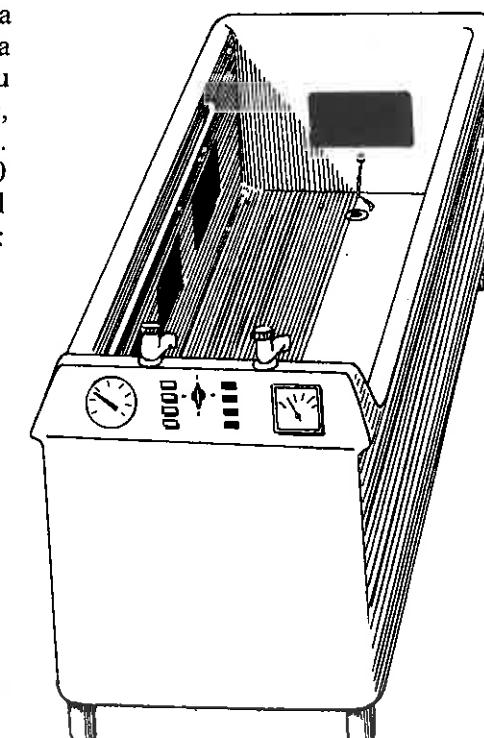


Fig. 116 – Baia Stanger.

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-cellulară (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 ușoară 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 prezentă 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 mâinii 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 diverse 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, ionotrofie, 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.

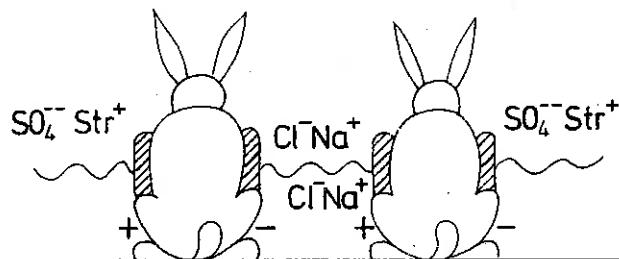


Fig. 117 – Experiența lui Leduc.

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 șalabile pentru disociația electrolitică și pentru echilibrul acido-bazic. Aceasta este adevarata iointoforeză.

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 soluții decât apa pot trece prin tegument (S. Licht).

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

Cei doi iepuri sunt legați în serie într-un circuit de curent continuu; pe laturile interne 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 spus de polul pozitiv și atras de cel negativ, a dus la contracturi tonice și moartea iepurilor prin intoxicație cu stricnină. La cel de-al doilea iepure, ionul de stricnină rămândând la nivelul elec-trofului (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 aplicații de această metodă terapeutică) a unor elemente chimice utilizate în experimentele cu anionii iod, salicilic, cationul procaină, efectuate de Ipser în 1957).

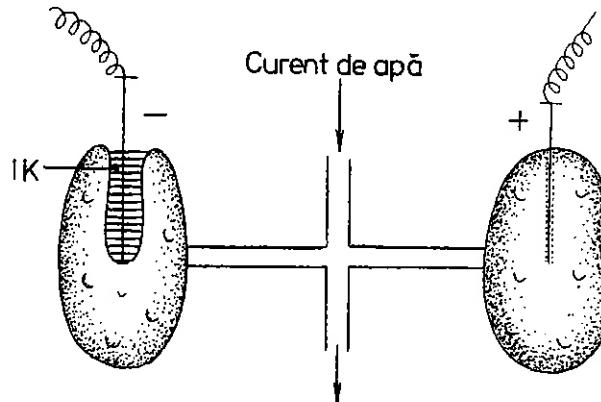


Fig. 118 - Experiența lui Schatzky.

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 încărcăti 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 STRĂBATAREA 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 ionoforeză 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⁻ aparăti, trec în piele.

Dacă, în prealabil, se alcalinizează soluția anodică și se acidifiază soluția catodică, se mărește transferul cationilor aplicării inițiale de câteva ori, iar transferul anionilor este aproape 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.

Menționăm 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 posibilă și o acțiune reflexă cuti-viscerală la nivelul dermatomioamelor;
- este posibilă dozarea precisă a substanțelor medicamentoase aplicate;
- se obțin efecte certe cu cantități infinitesimal de substanțe, evitând totodată tractul gastrointestinal.

Inconvenientele ionoforezei:

- deoarece majoritatea medicamentelor conțin ioni bipolari, în aplicarea curentă actionează 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

Tinând 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 agenților 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 s.a.) sau enumerarea entităților patologice indicate (Gillert, Lichet). 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. Tinem să atragem atenția că acest procedeu terapeutic păstrează un caracter adjuvant alături de alte tratamente,

Dermatologie

- Acnee – Histamină sol. 0,2%; adrenalină + sare de amoniu 5%
- Alergii localizate – sol. Hiposulfit de sodiu 2% (pentru radicalul hiposulfit)
- Cicatrice cheloide hipertrorfice; – 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%
- Epidermoziție – 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 sedință)
- Artroze – fenilbutazonă 1–3% la polul pozitiv; salicilat de litiu 1% (pentru litiu)
- Bursite – hidrocortizon 10–25 mg pe sedință
- 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.

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 ionoforezei se va desfășura conform principiilor metodologice, regulilor, secvențelor și manevrelor descrise la prezentarea galvanizărilor simple și de aceea, nu considerăm necesar a 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 ionoforeză – 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,

dereglați hipofizare, spasmofili 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 răspândirea 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 dentară, nevralgia occipitală, meralgia parestezică, nevralgia de femuro-cutan;

b) Pareze, paralizii:

- paralizii flaște ale membrelor, de diferite etiologii;
- pareze faciale;

– pareze de sfinctere (anal, detrusor al vezicii);

c) Afecțiuni ale organelor de simț: otice (otoscleroze), oculare (conjunctivite, irite, sclerite);

d) Sindroame astenonevrotice de suprasolicitare;

e) Distorții neurocirculatorii.

2. Afecțiuni ale aparatului locomotor

a) Reumatice

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

b) Sechele posttraumatiche

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 FRECVENTĂ

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 descendente 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 descendente 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 pantă liniare oblice ascendențe și descendențe 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.

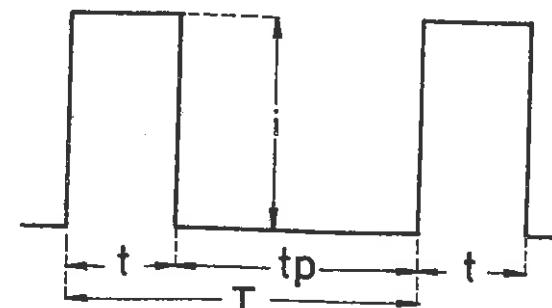


Fig. 119 – Impulsul dreptunghiular („rectangular”).

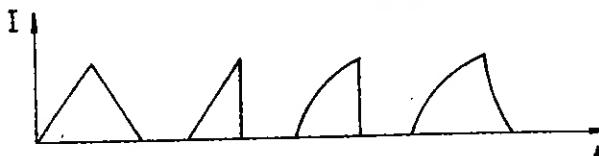


Fig. 120 – Impulsuri triunghiulare și exponențiale.

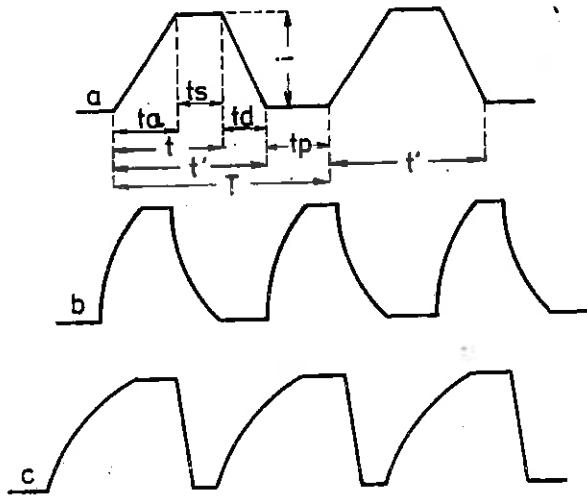


Fig. 121 – Impulsuri trapezoidale.

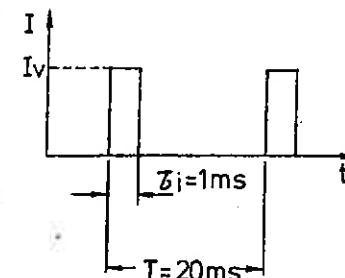
Impulsurile exponențiale. Dacă panta ascendentă capătă formă unei curbe convexe de formă specială care corespunde unei funcții matematice exponențiale, impulsul capătă denumirea de „exponențial“; acesta este utilizat selectiv în electrostimularea musculaturii total denervate (fig. 120).

Impulsurile trapezoidale rezultă din combinarea impulsurilor dreptunghihulare 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; aparatele moderne prezintă și posibilități de modulare (exemplu – aparatul TUR RS 10 – fig. 123).



Fig. 122 – Curent faradic.



$$I_v = \text{variabil} = 0 \div 90 \text{ mA}$$

Fig. 123 – Curent neofaradic generat de aparatul TUR RS 10: a – ca succesiune de impulsuri; b – ca succesiune de grupuri de impulsuri neofaradice modulate exponențial în amplitudine.

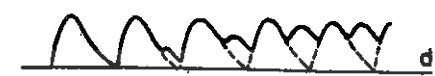
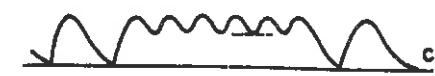
Curentul tiratronic (obținut cu ajutorul tuburilor catodice) este un derivat al curentului sinusoidal, având numai semiunde pozitive (curent redresat), cu eliminarea pantei ascendente (fig. 124). Avantajele sale sunt reprezentate de constanța intensității, ritmicității și a duratei impulsurilor. Pornind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



Fig. 124 – Curent tiratronic.



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.

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 excitabile, 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 excitabile, 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 țintătă a paraliziilor, adică stimularea mușchilor denervați, ci și stimularea fibrelor nervoase simpatice și parasimpatice autonome prin alegerea adecvată a diferenților parametrii caracteristici și necesari ai impulsului, pentru substratul anatomic ce trebuie stimulat.

Dar, abia odată cu apariția și dezvoltarea aparatului 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, pantă 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 curentului la închiderea și deschiderea circuitului electric, reprezintă forma tipică de stimulare a contractiei musculaturii scheletice. Curenții dreptunghiulari cu frecvențe tetanizante produc contractii 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 contractiei 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, prezinta inconvenientele menționate mai sus. Din acest motiv, astăzi se folosește curentul neofaradic ai căruia 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 contractii musculare pe musculatura cu atrofie de inactivitate, dar cu integritate a fibrelor nervoase motorii. Asupra mușchilor cu degenerescență totală sau parțială, a căror cronică este mărită peste 10 ori, curentul neofaradic rămâne ineficace. De aceea, dispariția excitabilității faradice este un semn revelator al reacției de degenerescență. Mai larg, efectul vasomotor cu vasodilatație la acțiune 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 faradici, decurg din efectele excitomotorii ale acestora și sunt reprezentate de mușchii și atrofiiile musculare de diferite cauze, dar normoinervate. Înțînd cont de o astă importantă subliniere delimitativă, în cazurile care prezintă incertitudini în afecțarea fibrelor neuromotorii, se indică cercetarea prealabilă a excitabilității romusculare la curent faradic și cronică mușchilor respectivi, deoarece acestul se poate aplica numai pe grupele musculare fără afectări ale inervației.

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

De asemenea, beneficiază cu eficiență de curenții modulați, musculatura spatiului din cadrul scoliozelor și cifozelor incipiente, în care se realizează devărat antrenament muscular, precum și musculatura piciorului în caz de var plat și de prăbușire a boltii anterioare. Mai sunt indicații în prevenirea tensiilor intermusculare, intramusculare și peritendinoase.

În aceste situații se realizează o adeverată 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 derivate 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 însotitoare (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 curenți.

– 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 slăbire a amplitudinilor respiratorii, putem crește moderat intensitatea de stimulare sau se trece la stimularea de parte opusă. Indicații: insuficiențe respiratorii de scurtă durată din cadrul unor intoxicații accidentale, stări de soc sau narcoză.

2. Stimularea directă a musculaturii respiratorii cu curenți 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 gimnastică respiratorie adică, tulburările de ventilație de tip obstructiv și restrictiv din cadrul bronhopneumopatiilor cronice nespecifice. În aceste condiții patologice electrogimnastica realizată, completează și ajută gimnastică respiratorie activă. Contraindicații: paralizia musculaturii respiratorii prin denervare totală.

– Tratamentul musculaturii abdominale hipotone (flăște) din constipații atone și după nașteri. Se aplică curenți 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 recăștigă 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 articulări, tendinoși și musculari.

Indicații:

- stările după traumatisme acute ale aparatului locomotor;
- grupele musculare disfuncționale (parțiale 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 „reantrenare“ 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, 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 fără scârpe, fără să suprasolicite mușchii.

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

Pentru efecte analgetice și de combatere a parestezilor se utilizau înainte trandzări mobile cu rulou sau „pensulări“ cu periuțe metalice care astăzi sunt abandonate.

La aplicația de curent neofaradic modulat, alegerea grupurilor exponentiale este importantă, în sensul că atunci când avem de-a face cu tratamentul unui mușchi (grup muscular) cu tonus mai scăzut (stare de obosale mai accentuată sau activitate 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-electrică (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 străi denervati și utilizarea metodei în tentativele terapeutice de recăștigare 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 utilizati 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, „își suportă” pe aceștia la valori crescute. Stimularea cu impulsuri triunghiulare previne, frânează și începe instalația 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;

– cronaxia 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 rețea 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 tehnica 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 placează pe punctul motor al mușchiului, iar electroziul indiferent la capătul proximal al acestuia. Electrodul diferent reprezintă catodul, cu excepția cazurilor de răspuns paradoxal, când se inversează cu anodul.

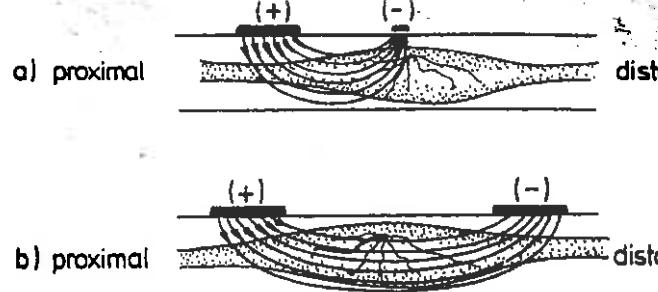


Fig. 126 – Stimularea prin tehnică monopolară (a) și bipolară (b).

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 curenți 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 electrozii conform indicațiilor de polaritate menționate mai sus.

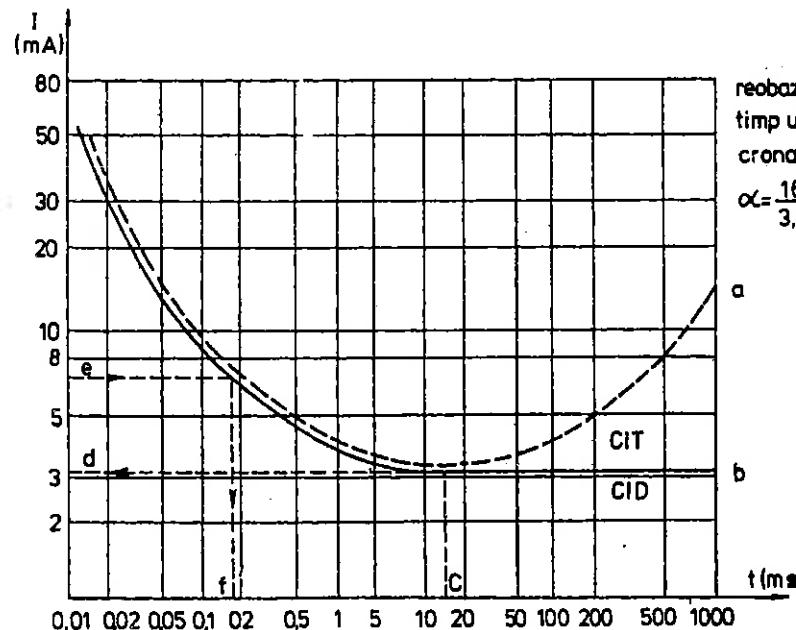


Fig. 127 – Curbele I/t pentru un sistem mușchi-nerv normal, ridicate cu impulsuri dreptunghiulare (CID) și cu impulsuri triunghiulare (CIT).

1. Se selectează formă 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 același condiții descrise la curba CID (prin manevrarea butonului corespunzător formei de impuls triunghiular). Durata frontului de creștere 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 corespunzătorielor 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 perceptă 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 contracția 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 contracția 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 intermediar 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 acelăstă 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 parteau dreapta 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.

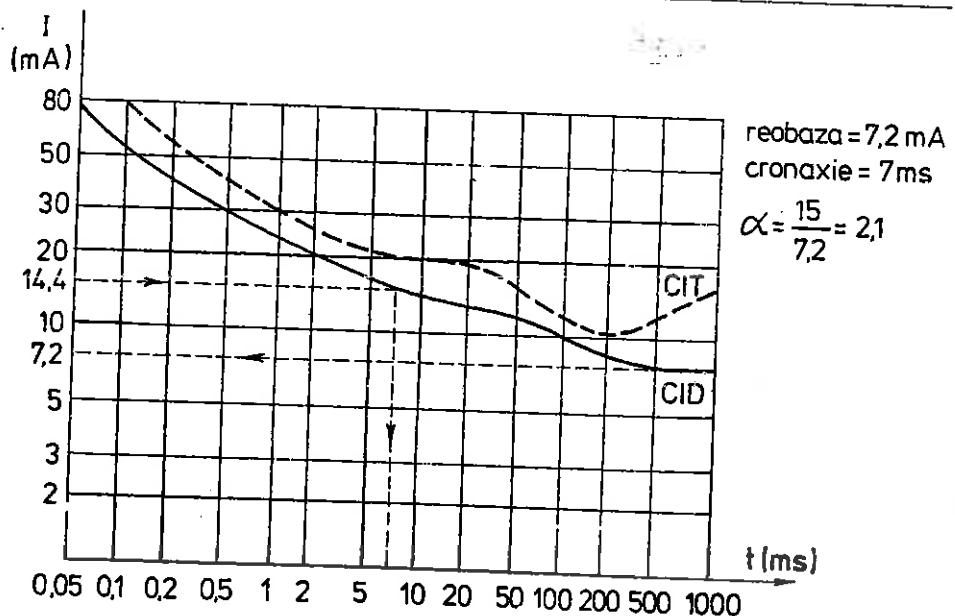
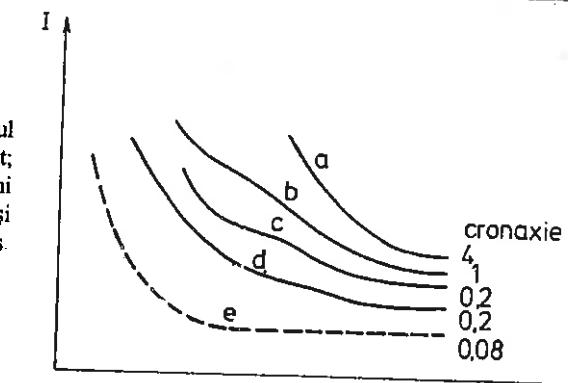


Fig. 129 – Curbele I/t pentru un mușchi denervat parțial cu α peste valoarea 2.

În figura 130 sunt reprezentate curbele I/t pentru un mușchi total denervat. După cum se observă, cronaxia 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 duree 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

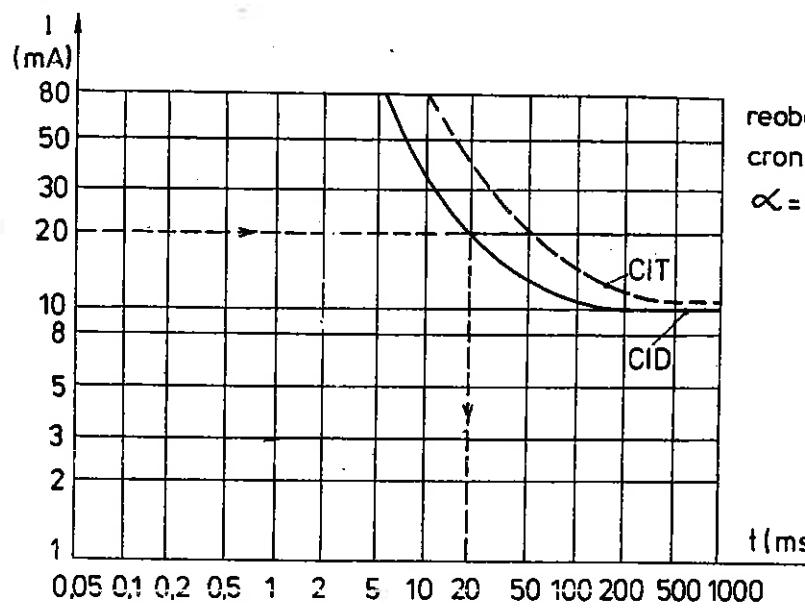


Fig. 130 – Curbele I/t pentru un mușchi denervat total.

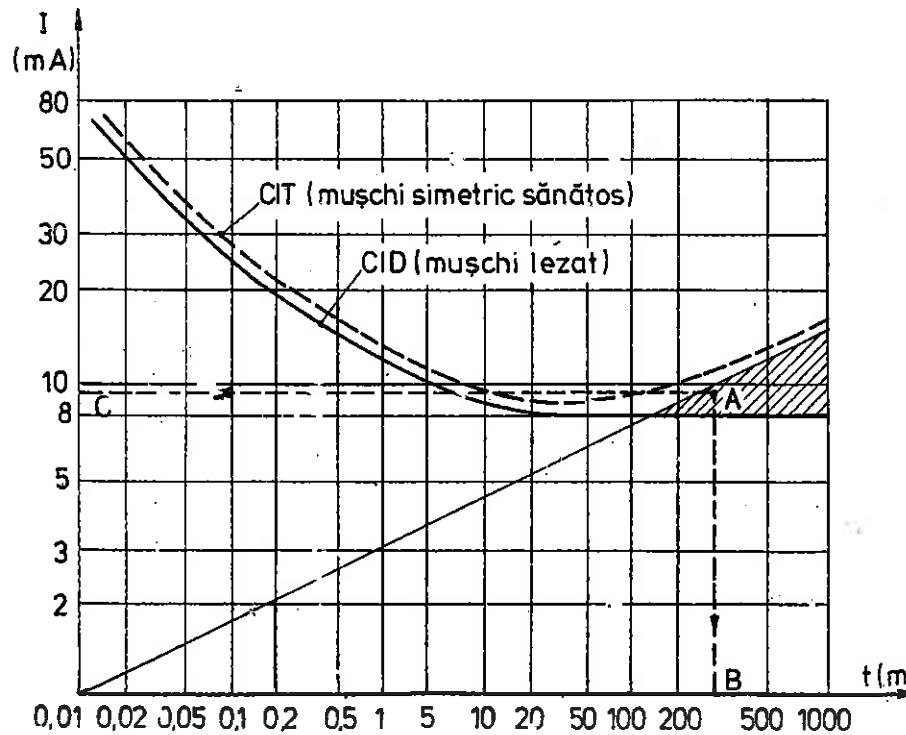


Fig. 131 – Determinarea duratei impulsului pentru tratament cu ajutorul curbelor I/t.

cățiva 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. Alegera punctului pe tangentă cu cățiva 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 descendente 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 corectă 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 apropiate 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 curentului de stimulare) după toate variantele încercate, se poate mări eventual durata impulsului de stimulare, dar în nici un caz nu se va mări intensitatea curentului.

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 stimulări 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 contracției (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 gradăția 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 indemnată (normală), pentru probarea cinetică a efectului terapeutic.

– Se recomandă a se face înainte de ședință 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 ședință de electrostimulare.

– Înainte și după ședință, unii autori recomandă o aplicație locală de curenț 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 curențul electric.

– Dacă toate datele necesare aplicației 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 americani (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 concluzive și nici satisfăcătoare, atât în ceea ce privește durata relaxării musculare obținute, cât și numărul cazurilor care au răspuns la aceste aplicații.

Metoda actuală, aplicată frecvent cu rezultate concluzive, 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 aplicare utilizează circuitele rezultante 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

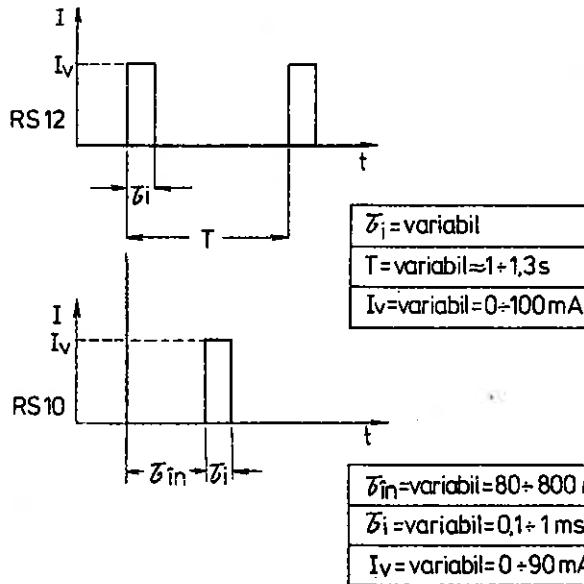


Fig. 132 – Curenți pentru tratarea musculaturii spastice generată de cuplul de aparate TUR RS-10 și TUR RS-12.

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 induc un efect de relaxare vizând musculatura spastică tratată. Excitoterapie 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.

Trebue 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, spasticitate consecutive traumatismelor la naștere, fără atetoză;
- leziuni traumatici 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 aplicare 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 căluș special ce face parte din accesoriiile 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 contracție 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 sedinței nu va depăși 40–50 minute. Dacă bolnavul sesizează febră musculară după primele sedințe de tratament, se va intercala o zi de pauză și se va scurta eventual durata aplicației.

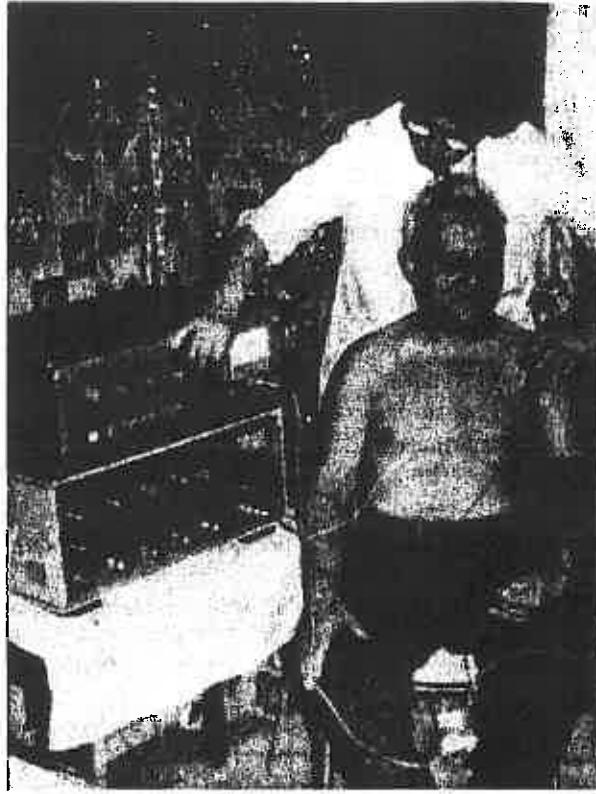


Fig. 133 – Cuplarea aparatelor TUR RS-10 și TUR RS-12 în aplicăția de terapie a spasticității musculaturii striate.

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 săptămâni). În cazurile în care rezultatul obținut se reduce în câteva săptămâni, tratamentul se institue din nou. Săptămâna de tratament cuprinde câteva poziționări successive 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, aplicații 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

Poziția 1

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

Circuitul de excitare II – pe mușchiul romboid, (+) proximal și (-) distal.
Poziția 2

Circuitul de excitare I – electrozii plasați pe capetele bicepsului brahial;
Circuitul de excitare II – electrozii plasați pe capetele tricepsului brahial.
Poziția 3

Circuitul de excitare I – flexorii degetelor (+) și eminența ternară (-);
Circuitul de excitare II – pe mușchii radiali ai antebrățului.

II. Spasticitatea membrelor inferioare

Varianta 1

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

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

Varianta 2

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

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

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

III. Spasticitatea trunchiului

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

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

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

IV.2.4. STIMULAREA CONTRACȚIEI 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 exponentiale. Astfel, se pot aplica stimuli exponentiali – 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 impuls 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 aplicatie. Se folosesc electrozi plăți 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 reglează 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

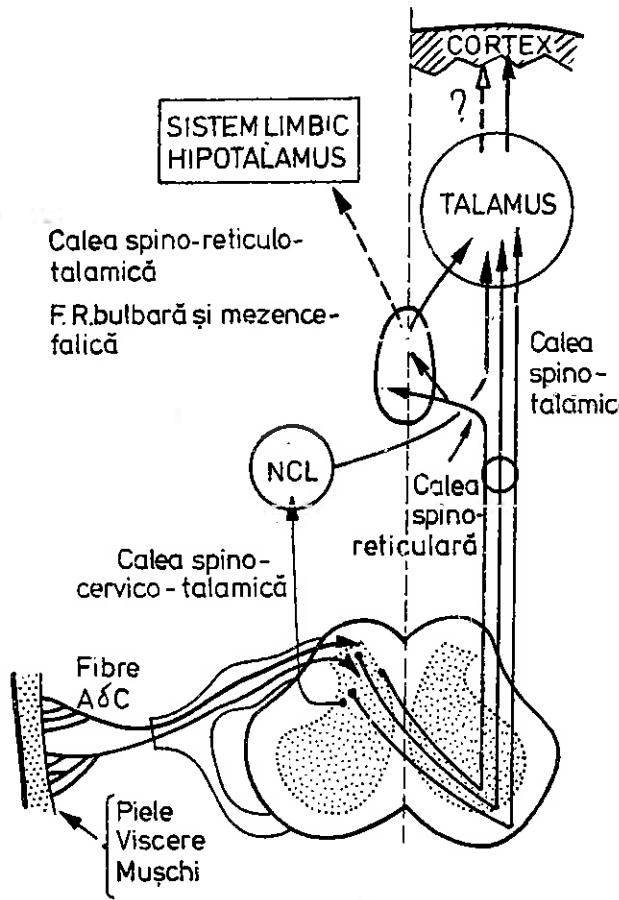
IV.2.5.1. MOD DE ACȚIUNE

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 cvasinnormale, 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 cutanati 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 reliev“ localizați în substanța cenușie a cornului posterior medular. Nociceptorii cutanati 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 excitații 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,



F. R.= Formația reticulată

NCL= Nucleu cervical lateral

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 nesatisfătoare, scoateau 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 căi 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 și scoarța 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 altăi 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.a.) 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“, disteziile 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 vehiculată 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 gelatinăoasă Rolando), un câmp electric negativ, cu scăderea activării sistemului T (neuronul central de origine a căilor ascendențe extralemniscale) și astfel, cu „închiderea porții“ (a barierelor de control) pentru transmiterea informațiilor nociceptive prin fibrele nervoase lent conducătoare A-delta și C (fig. 135).

În acest mod, durerea nu este percepță 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, diștezii de denervare etc.), se deschide „poarta de control“ prin contrareacție

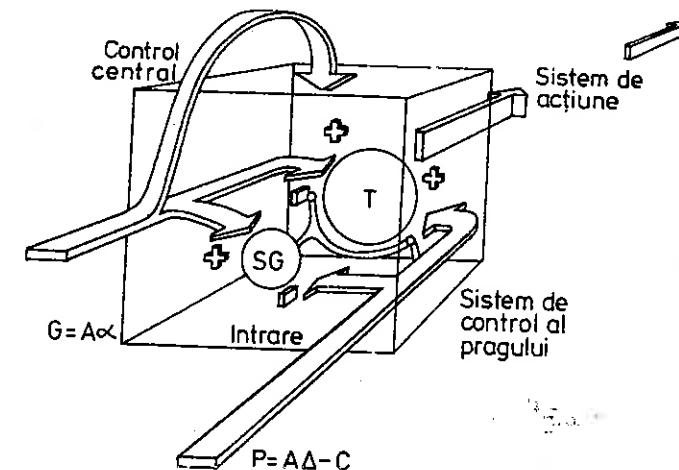


Fig. 135 – Schema concepției lui Wall și Melzack privind teoria „controlului de poartă“ în transmiterea impulsurilor dureroase (după Popoviciu și Haulică): G – fibre nervoase cu diametru gros; P – fibre nervoase cu diametru subțire; T – neuronul central de origine a căilor extralemniscale; SG – substanță 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.a.) 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.a.) și sunt considerate similare celor produse prin acțiunea opiateelor (morphina și derivatele) la aceleași 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 explicat într-o bună măsură modalitatea de acțiune a unor metode electroterapeutice „convenționale“ (clasice), precum curenții diadinamici, curenții Trabert, curenții stochastici, 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 implanțați (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, hiperemante și dinamogene. Acestea sunt determinate de nivelul intensității, forma curentului diadinamic și modalitatea de aplicare a electrozilor.

Intensitatea curenților se regleză 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 contracție, 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 hipo-reacția (analgezia) prin ridicarea pragului la durere și hiperreacția (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 evidențind 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.

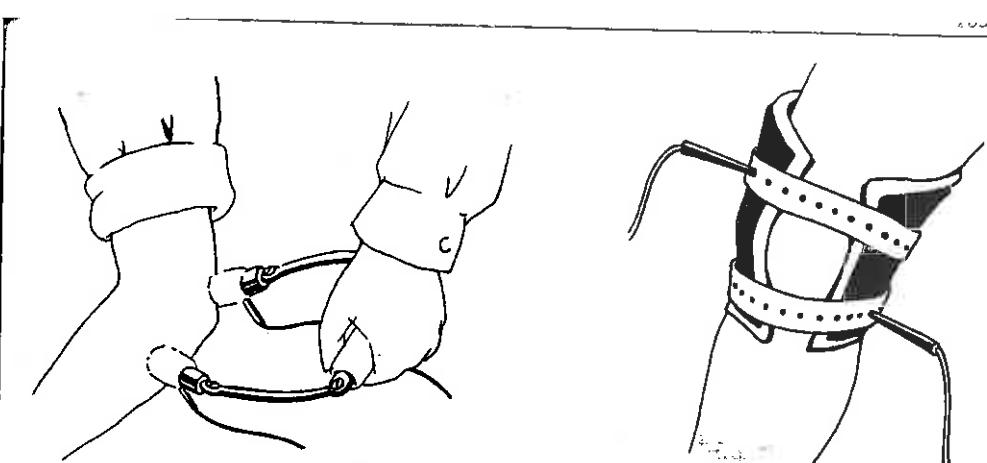


Fig. 136 – Aplicație de curenți diadinamici pe puncte circumscrise cu electrozi „gemelari”.

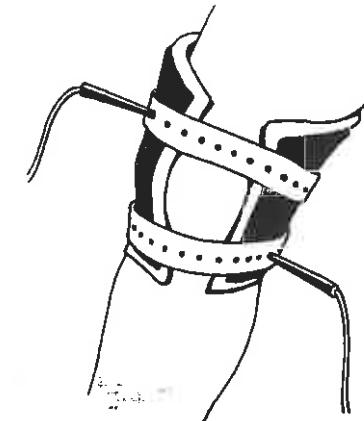


Fig. 137 – Aplicație transversală de curenți diadinamici la nivelul articulației genunchiului.

– 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 posttraumatici, 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 stăriile dureroase pronunțate și persistente.

– RS – are cel mai pronunțat efect excitomotor, realizând o adeverătă gimnastică musculară și fiind astfel cel mai indicat în atoniile musculare (normonervate) 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 membrelor sau trunchiului; se utilizează electrozi plăti de mărime corespunzătoare și egală, așezăți 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).

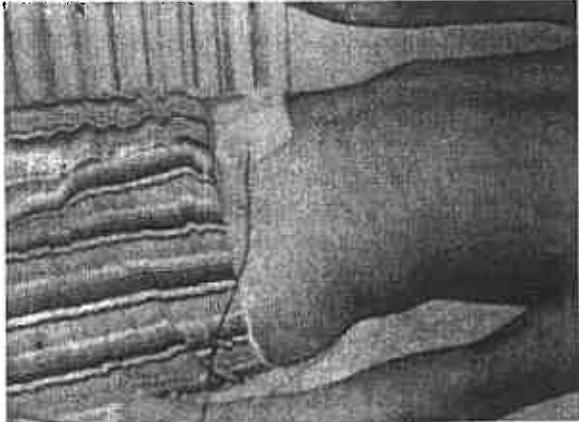


Fig. 138 – Aplicație transversală de curenți diadinamici la nivelul regiunii lombare.



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

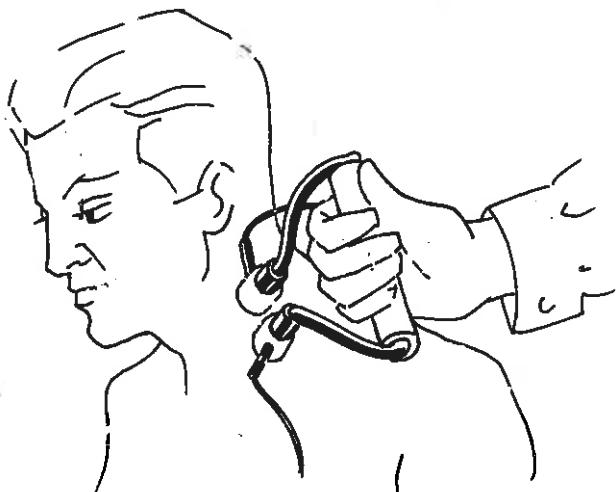


Fig. 140 – Aplicație gangliotropă de curenți diadinamici pe regiunea latero-cervicală.

– Aplicații mioenergetice, care urmăresc tonicizarea unor mușchi normo-inervați. Polul pozitiv mai mare, ca electrod indiferent, se plasează la locul de emergență 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 aceleași poziții, tehnică ce își are rostul numai în anumite situații patologice (de exemplu, în aplicațiile cu scop dinamogen, miostimulant).

Pacienții se asează 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 săculețiilor 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 prezentate mai înainte. Deseori, la aplicațiile cu scop analgetic se recomandă începerea ședinței cu forma D.F. pentru 30–60 s.

Intensitatea curentului 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 de 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 iperemiant, vascilotrop, 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 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 iperemiant pot fi efectuate peste 10 ședințe, în funcție de caz.

Indicațiile curenților diadinamici

– *Afecțiuni ale aparatului locomotor*

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

Întinderi musculare: DF, PS.

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

- Afecțiuni reumatische

- Artroze reactivate

Artrite

Mialgii

Manifestări abarticulare: stiloide, epicondilite, P.S.H., nevralgii cervico-brahiale, lumbago discogen, lombosciatică, sindroame algodistrofice (DF, PS, PL), utilizând mădujătările 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 dereglerarea 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 aplicatie: 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 curs 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 sedinței intensitatea se va scădea foarte lent.

Cu total 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 sedinței. Se fac aplicații zilnice, 6–8 sedințe. Se menționează că în situațiile în care după primele 3 sedințe nu se obțin efecte, tratamentul trebuie sistat.

Principalele indicații terapeutice:

- manifestări dureroase din radiculopatiile de cauză vertebrogenă artrozică;
- artroze dureroase;
- spondilită anchilosantă;
- 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 curs de 10–13 ani prin numeroase aplicații în diferite acțiuni dureroase ale aparatului locomotor – prezintă 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 tehnică 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 tehnică clasică propusă; la majoritatea cazurilor tratate cu aplicații corecte, bine tolerate și cu durate de circa 20 minute pe sedință, am obținut rezultate concluzive, manifestate după primele 2–3 sedințe (mai bune deseoară 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 necontenit 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 cercetărilor 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 dureroase 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 aplicati 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 dureroase acute de diferite etiologii.

Înainte de a prezenta datele principale despre această valoioasă metodă de terapie, considerăm necesar să menționăm câteva remarcări 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 preta la 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;
- domeniul 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).

Electrozi. 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 anatomie 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 aplicare (după majoritatea autorilor).

3. În cazul aplicărilor 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 deosebire de alte metode electroterapeutice analgetice, polaritatea electrozilor nu are importanță la aplicările 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 aștepta 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 sedinței. Diferă mult, în funcție de afecțiunile și cazurile tratate, Melzack a utilizat pentru varianta stimulării intensive, dure scurte, de 20 minute. Majoritatea specialiștilor aplică durate mai mari ale sedințelor, de 20–60 minute, mai rar 2 ore sau peste 2 ore (Heydenreich, Hentschel, Lange, Hörenz, Reitmann).

f) Intervalul dintre sedințe. Frecvența repetării aplicărilor 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 ședințe 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;
- stările dureroase posttraumatică;
- durerile din afecțiuni neurologice periferice;
- nevralgile postherpetice;
- durerile „fantomă“ după amputațiile membrelor;
- durerile după anestezie;
- stările 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

– stările 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), durate mai lungi ale aplicațiilor sau în cazurile la care electrozii rămân pe aceleași zone într-un număr mare de ședințe.

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 căștigă 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 μ s, 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 durate de la câteva secunde la câteva minute, până la reducerea efectivă a acuzelor dureroase și a contracturii locale. În funcție de starea initială 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 stimул, realizat de introducerea acelor în punctele bine stabilite pe meridianele tradiționale de acupunctură.

IV.2.6. APARATURA GENERATOARE DE IMPULSURI DE JOASĂ FRECVENȚĂ

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 modele 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 aparat 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 crescănde de combatere a durerilor din suferințele aparatului locomotor – de diferite tipuri și etiologii – cu un mijloc mai fiziolitic 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 acesteia 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 aparete sunt reprezentate de posibilitățile multiple de utilizare terapeutică a aceluiși aparat la un singur bolnav sau – în alt sens – la mai mulți bolnavi.

Dezvoltarea impetuosa a aplicațiilor de electroterapie, mai ales din domeniul joasei și medie frecvențe, fiind în beneficiul terapeutic al suferințelor umane, este de dorit să fie cunoscută și înșurată 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 detecteză 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 usoare (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 foarespunzătoare, adecvată 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.

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 contracția voluntară;
- apariția unui clonus latent și activitate contralaterală;
- modificarea reacției postreflectorii: amplitudine mărită și polifazie a potențialului reflex.

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

Curenți 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 farmacochimice.

Verificarea integrității și calității electrozilor. Respectarea condițiilor de utilizare a materialului hidrofil de protecție; grosime corespunzătoare a 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 $0,1 \text{ mA pe } \text{cm}^2$ de suprafață de electrod activ, indiferent de toleranța individuală relatată de pacient.

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

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 stăriilor 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, infectiile localizate, precum și regiunile cu piese metalice intratisulare.

CAPITOLUL V

ACȚIUNILE CURENȚILOR DE MEDIE FRECVENTĂ (MF)

179
Curenți 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 distincte 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. Aceasta este efectul „sumației 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 concomitent, dacă ei sunt aplicați simetric.

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

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

- Frevența curenților trebuie să fie neapărat peste 1 000 Hz.

Absența polarității curenților are avantaje esențiale pentru electrodiagnostic, dar mai ales pentru terapie, permîțând 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, permîțând 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 cm², 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 pielii 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, mărint toleranța la tegument și realizând avantaje evidente, mai ales la copii și la indivizi cu sensibilitate cutanată crescută la curent. De asemenea, această schimbare rapidă a alternanțelor curentului îl face inexcitabil pentru nervii și receptorii cutanăți.

Contrațile 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 CURENȚILOR DE MF

– Acțiune stimulatoare asupra musculaturii scheletice, producând contrații 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 derive: decontractante – miorelaxante, trofice (prin vasodilatațiile 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 posttraumatice, reactivări artrozice, tulburări de circulație periferică și alte stări morbide ale aparatului locomotor. Trebuie să menționăm însă de acum, înainte de a prezenta variantele exploatari 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 CURENȚILOR 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 contrație 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 contrației musculare trebuie să fie cu atât mai mare, cu cât frecvența purtătoare este mai mare. La mușchii denervati nu s-a putut produce nici o contrație musculară, cu nici o frecvență din acest domeniu și cu nici un nivel al intensității de curent aplicabil. În această situație, autorii germani din Dresden (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

182 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 descendentă 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 APLICAȚIE 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 frecvența 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 căruia parametrii 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 răzrăspândirea 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).

183 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 frecvența 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 descrescănd 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 durata de 1 până la 4–5 secunde prezintând efecte mai puțin excitomotorii, iar cele cu durate 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 aplicării, 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 aplicare să înceapă cu un curent de MF constant și redresat timp de 5–10 minute (în funcție de caz), cu scopul de a se ameliora troficitatea structurii musculare tratate și apoi se trecea la una din formele modulate, în funcție de efectul prioritar urmărit: analgetic sau excitomotor.

1084. 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; duratele 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

Acesta 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 repetativ, 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, a ținută 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).

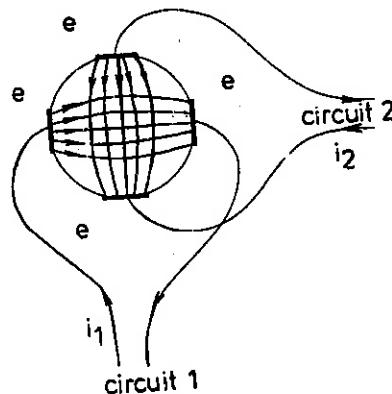


Fig. 141 – Încrucișarea a doi curenți de MF cu frecvențe diferite.

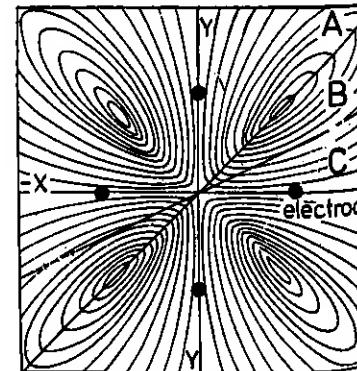


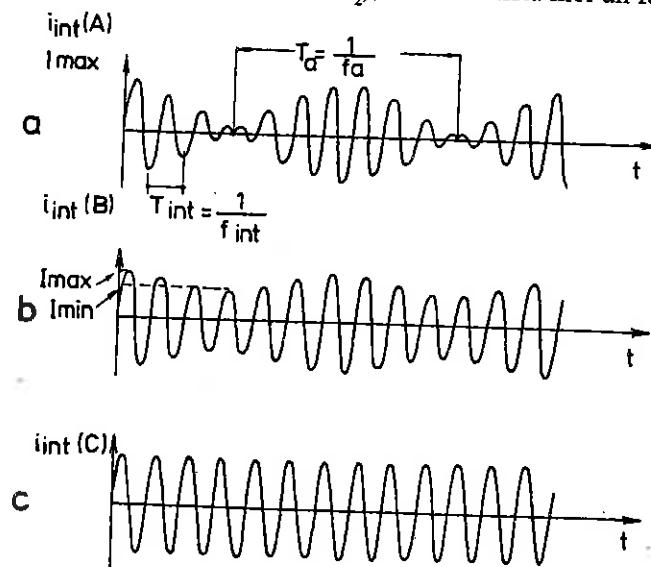
Fig. 142 – Distribuția amplitudinilor curenților interferențiali într-o baie electrolitică.

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. Ținând seama de aceasta, rezultă că pe direcțiile diagonalelor axelor formate de cei doi curenți, amplitudinile de interferență sunt maxime. Pe direcțiile celor doi curenți (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 curenți. 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 curenți;
- 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 curenților interferențiali pe diverse direcții:

- a) – variația pe direcția A (direcția diagonalei); b) – variația pe direcția B; c) – variația pe direcția C (direcția axei).

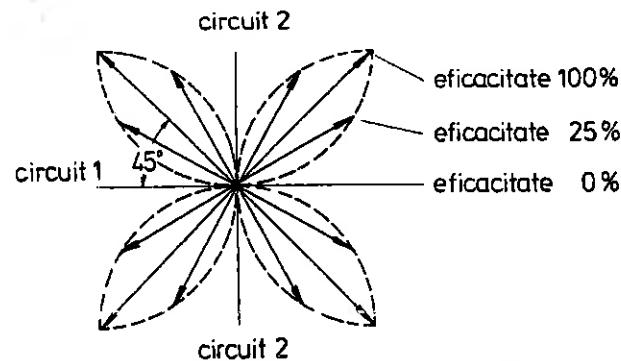


Fig. 144 – Variația eficacității curentului interferențial cu direcția.

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 mediei 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 curenți 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 joasă frecvență rezultată din interferență endogenă a celor doi curenți de medie frecvență, derivă din următoarele posibilități principale de aplicare.

Cu *frecvențe constante* – modalitate de aplicare 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 decontractante, vasomotorii – vasculotrofice și cu efect de reglare neurovegetativă, în sensul inhibării hipertoniei simpaticului 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 contractii 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, îndeosebi 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 curenți – 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 curenți 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 curenți 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 posttraumatic, 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 medulații 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 cronaxie ușor crescută, cu fibre ușor degenerate.

În forma Rotor, doi curenți de joasă frecvență (din care unul modulat în frecvență) oferea, printr-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 simpatetic, 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.c. 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 înălțătură 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 încrucișează 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 aparate 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 dispunerea 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 împiedicare apariției curenților secundari și la permiterea folosirii optime necesare a curentului aplicat, în condiții de bună toleranță.

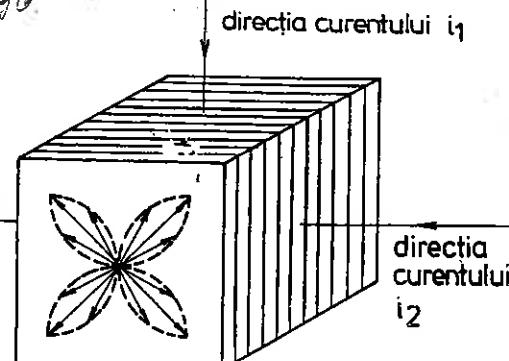


Fig. 145 – Secțiunile de variație ale curentului interferențial în aplicația cu două circuite.

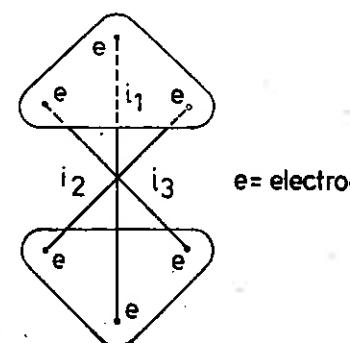


Fig. 146 – Aplicație spațială.

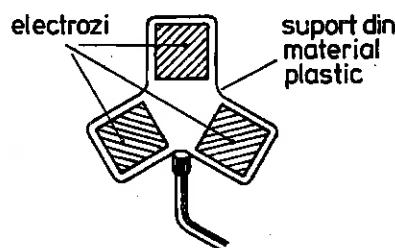


Fig. 147 – Electrod pentru aplicație spațială.

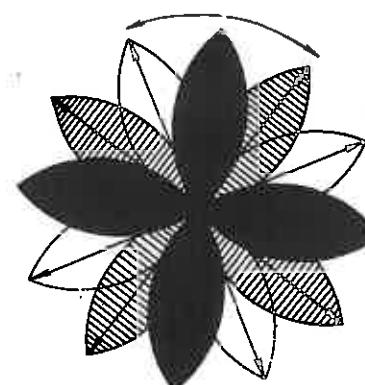


Fig. 148 – Modul de acțiune a „vectorului interferențial”.

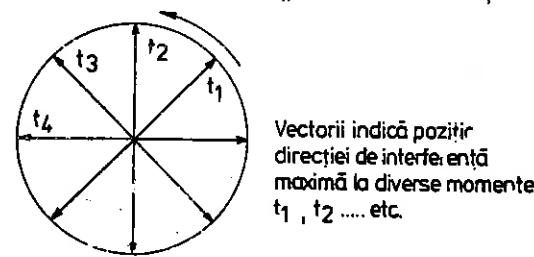


Fig. 149 – Modul de acțiune a „interferenței dinamice”.

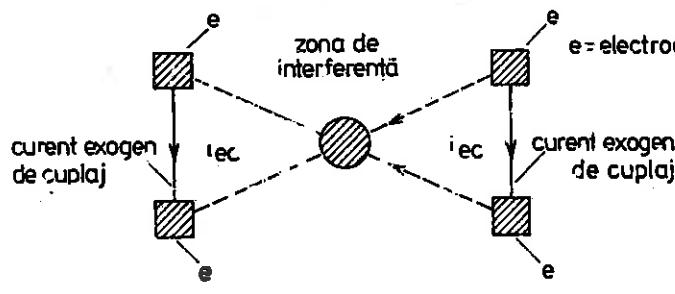


Fig. 150 – Curentul exogen de cuplaj.

Terapia interfe-ro-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 curentului 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 „clasică” sunt cei de tip placă. Aceștia, utilizati câte două perechi, au dimensiuni diferite, care variază de la 50 cm^2 până la 400 cm^2 ($50, 100, 200, 400 \text{ cm}^2$). Plăcile sunt introduse în învelișuri umede de textură sintetică, corespunzătoare ca mărime și atașați la cablurile cordonului cvadruplu conectat la aparat. Amplasarea lor se face în așa 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 utilizati 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 acesta. Fiecare electrod se leagă la câte un cablu. Celelalte două cabluri se leagă la doi electrozi-placă fixați în tehnica statică (fig. 151). Intensitatea curentului 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 curentului interferențial, procedeu astfel utilizat fiind denumit „electrokineziterapie”.

V.3.2.2.5. Aparate de curenți interferențiali

Primele aparate au fost utilizate de Nemic, care le-a denumit „Endogenous”, pentru a evidenția excitarea selectivă în profunzimea ţesuturilor 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).

192

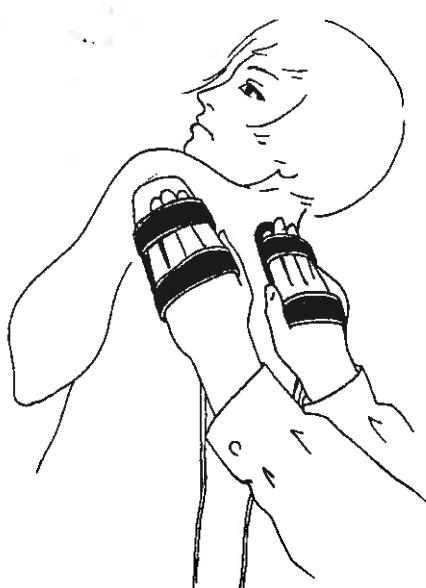


Fig. 151 – Uzurarea electrozilor pentru („mănușă“) în tehnica cinetică.



Fig. 152 – Aparatul Nemectodyn 8.

193

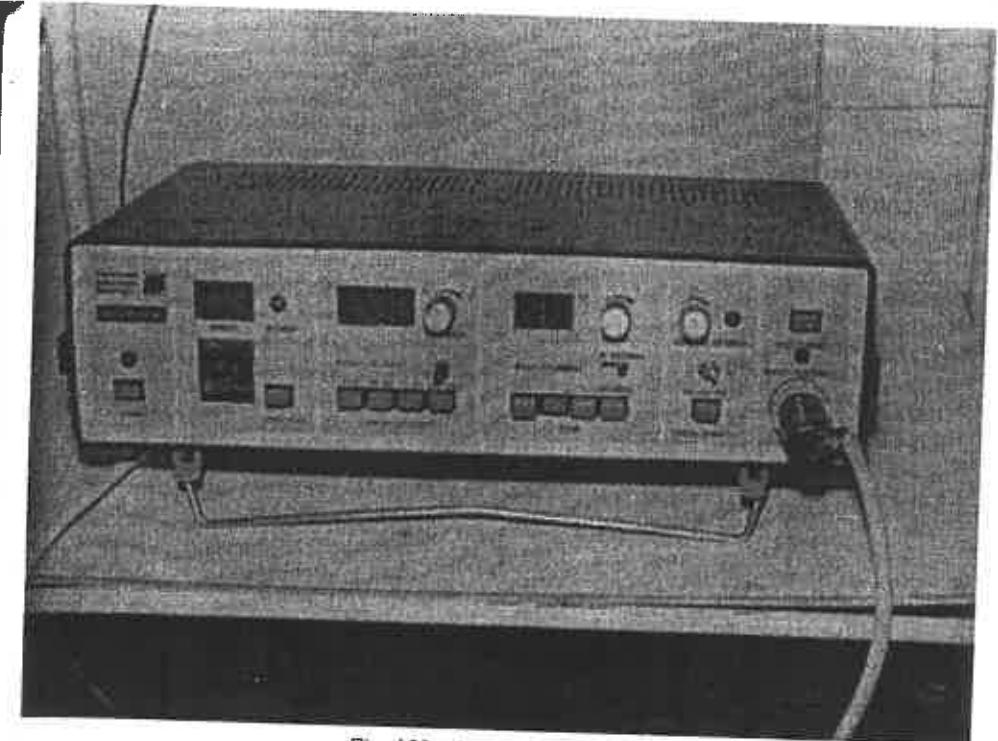


Fig. 153 – Aparatul Interfrem.

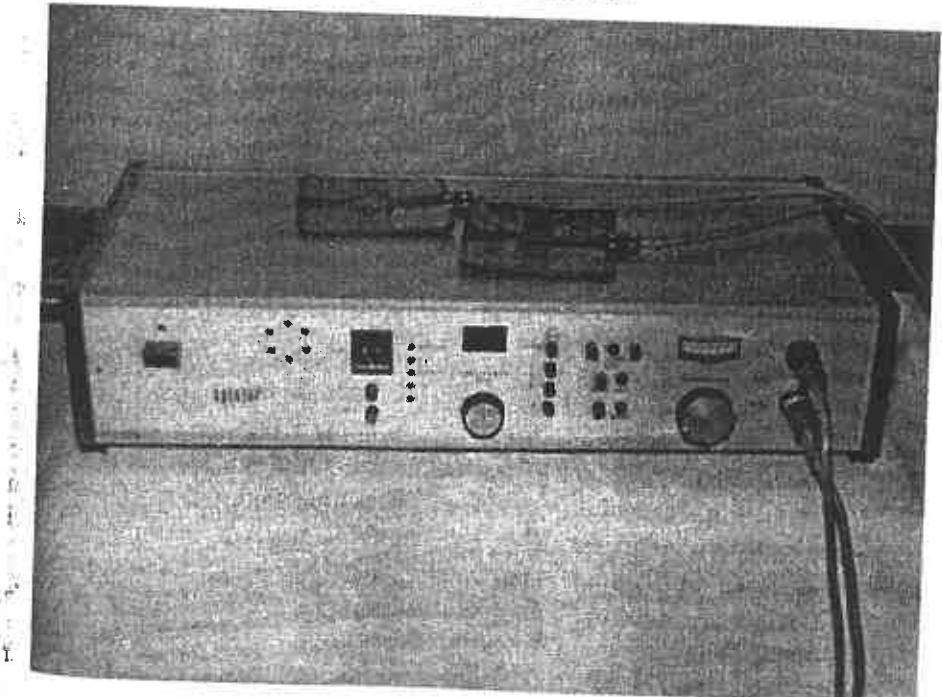


Fig. 154 – Aparatul Splinter.

194. Aparatul Nemectrodyn 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 cronoaxie). Într-unul și același mușchi există fibre musculare cu excitabilitate și cronoaxie 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, lini.

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.

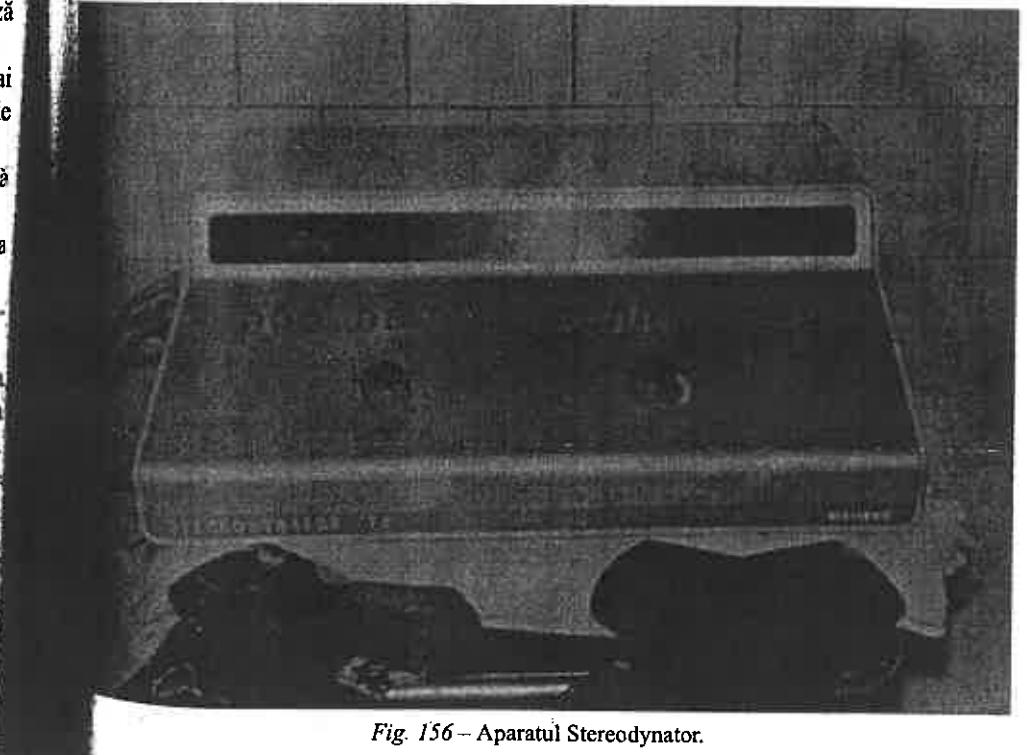


Fig. 156 – Aparatul Stereodynator.

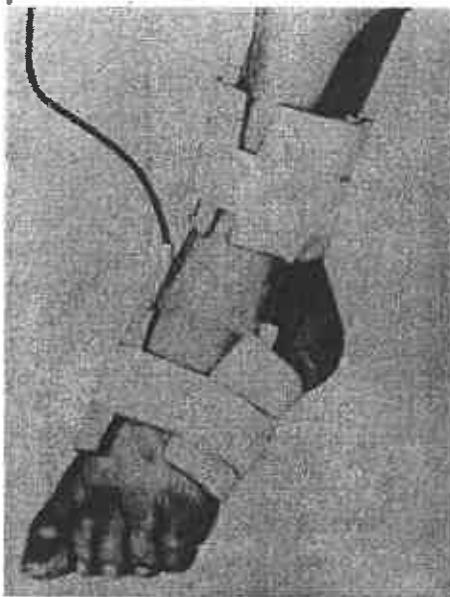


Fig. 157 – Aplicație pentru o entorsă tibio-tarsiană.

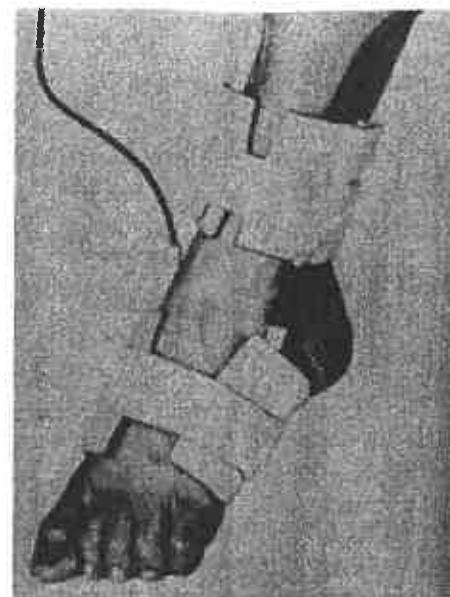


Fig. 158 – Aplicație de curenți interferențiali la nivelul umărului.



Fig. 159 – Aplicație la nivelul cotului.

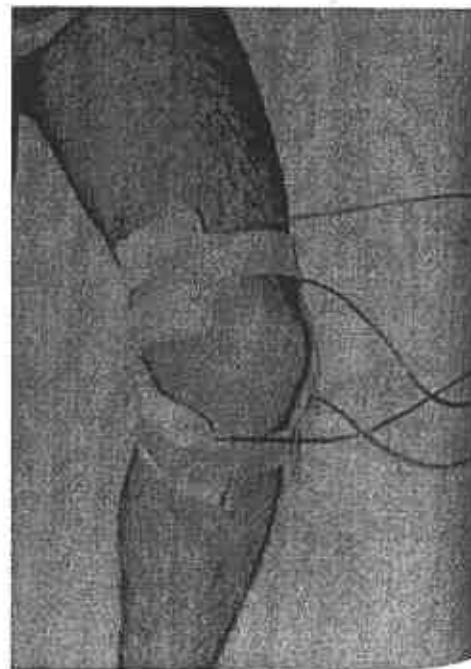


Fig. 160 – Aplicație la nivelul genunchiului.

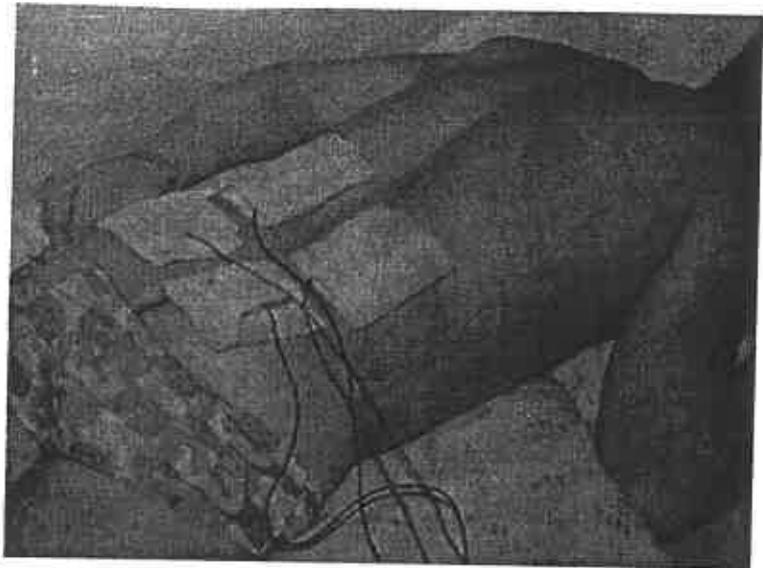


Fig. 161 – Aplicație paravertebrală.



Fig. 162 – Aplicație pentru nevralgie de trigemen.

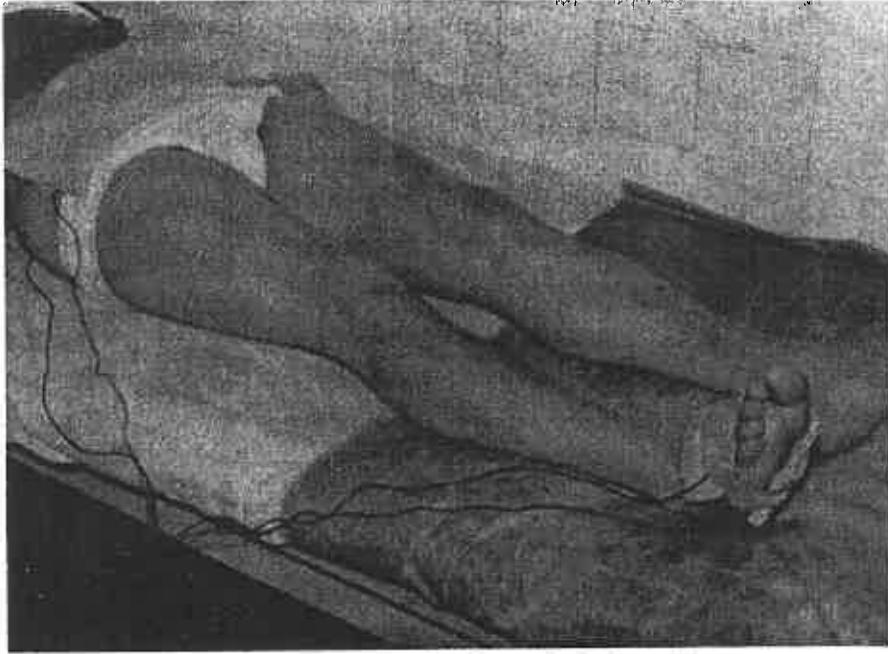


Fig. 163 – Sechele paretice ale membrelor în remisie.

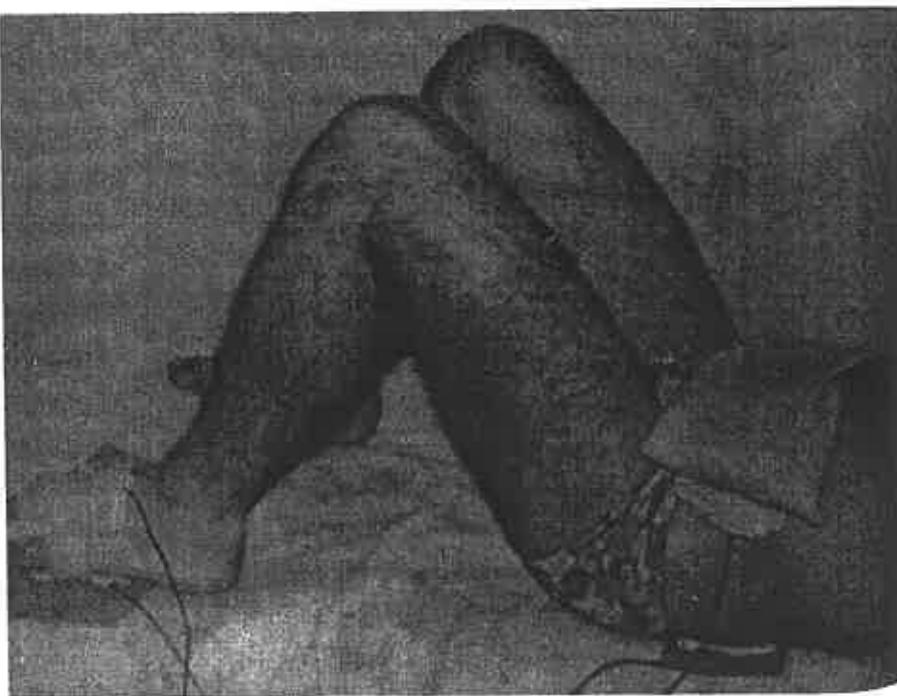


Fig. 164 – Tulburări de circulație periferică arterială.

199

– 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 contraindicările terapeutice ale curenților interferențiali

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

Afectiuni ale aparatului locomotor

– Stări posttraumatic, leziuni postcontuzionale: sindrom algoneurodistrofic postfracturi, entorse, luxații, contuzii fără leziuni osoase, hematoame (fig. 157).

– Afectiuni articulare din domeniul patologiei reumatismale: artrite, periartrite, artroze – cu diferențe localizări – umăr, cot, genunchi, gleznă etc. (fig. 158, 159, 160).

– Afectiuni dureroase cu etiopatogenii diverse ale coloanei vertebrale: spondiloze, spondilite, scolioze, discopatii, mialgii, neuromialgii, stări postcontuzionale etc. (fig. 161).

– Nevralgii și nevrite diferențiate (fig. 162).

– Sechele paretice ale membrelor, în remisie (fig. 163).

Afectiuni 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 diabetă – în aceleși stadii.

Afectiuni ginecologice

Anexite, metroanexite nespecifice, parametrite, dismenoree, afectiuni 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).

Afectiuni ale organelor interne

– Diskinezii biliare;

– Hepatite cronice persistente;

– Pancreatite cronice (fig. 169);

– Gastrite, boală ulceroasă.

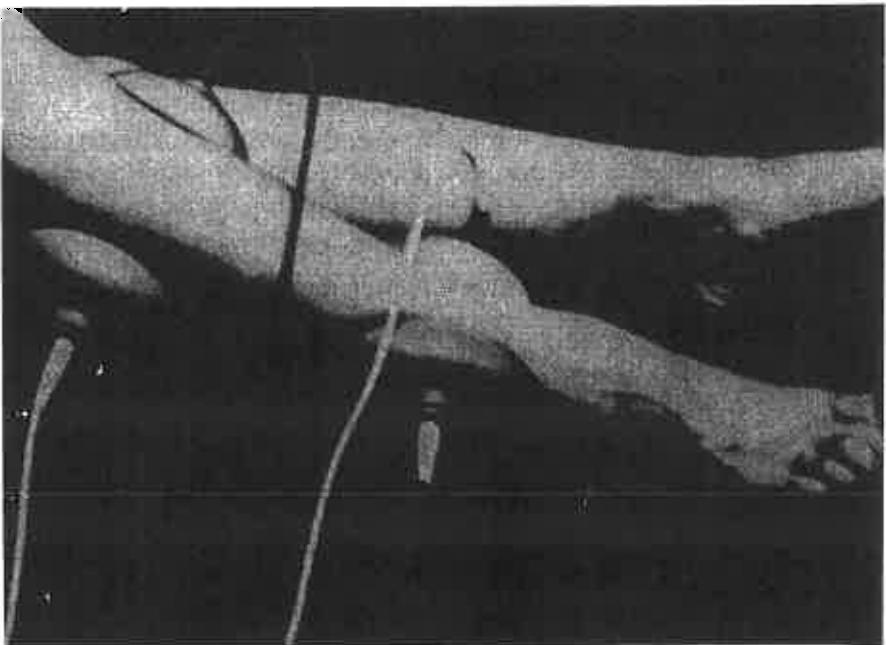


Fig. 165 – Tulburări de circulație periferică arterială.

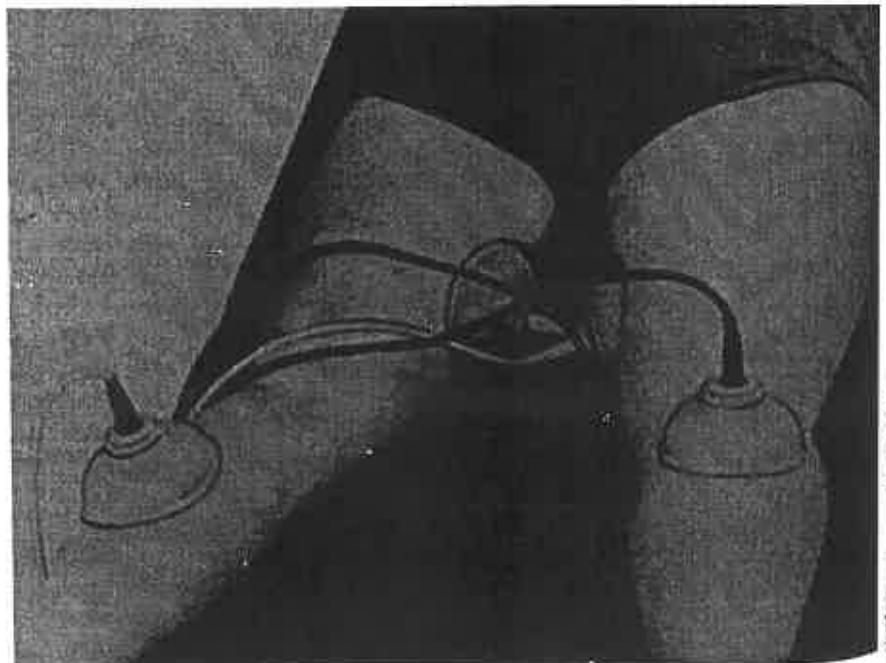


Fig. 166 – Tulburări de circulație veno-limfatică la membrele inferioare.

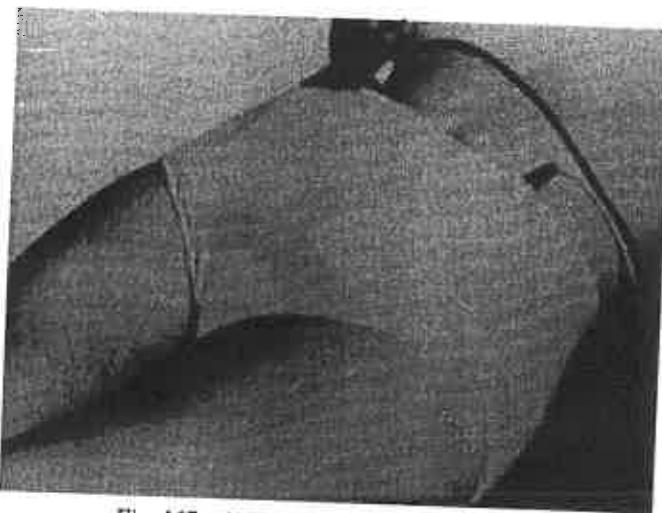


Fig. 167 – Aplicație în afecțiuni ginecologice.



Fig. 168 – Aplicație în afecțiuni ginecologice.

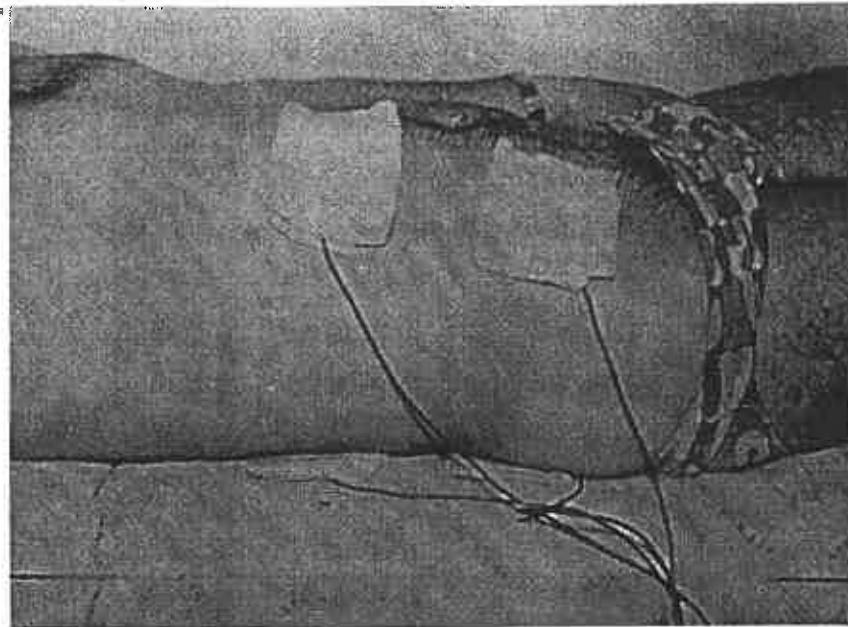


Fig. 169 – Tratamentul unor suferințe ale organelor abdominale.

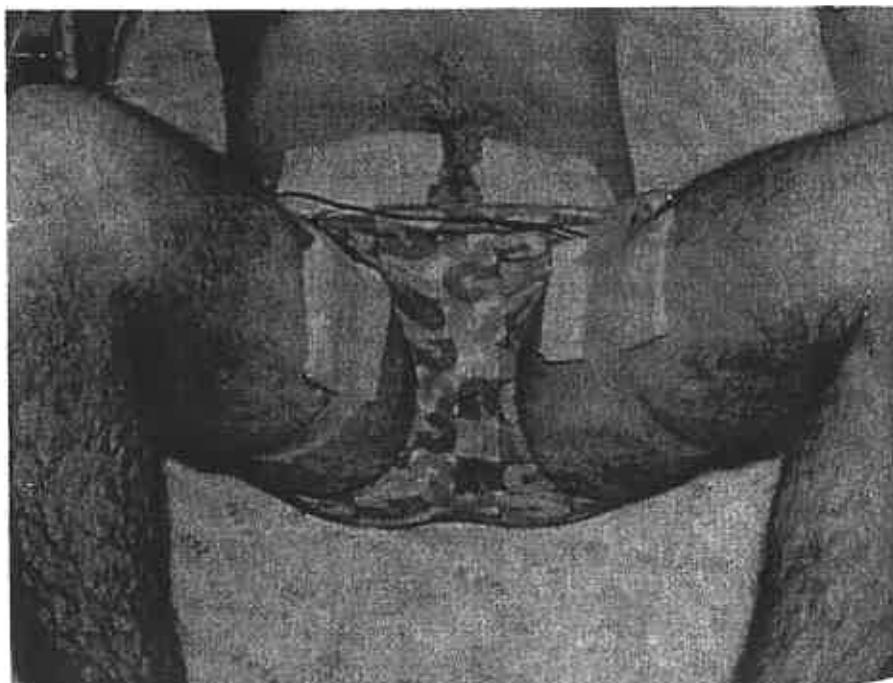


Fig. 170 – Aplicație în afecțiuni vezicale.

- 203
- Distonii funcționale intestinale: hipertoni spastice, atonii intestinale postoperatorii.
 - Afecțiuni reno-urinare: tulburări ale secreției urinare cu retenții bazinetale, 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 curenți interferențiali

Tehnica de lucru cu aparatelor de curenți 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 sedințelor etc., precum și elemente mai deosebite, legate de caracteristicile și posibilitățile oferite de diferitele modele de aparete.

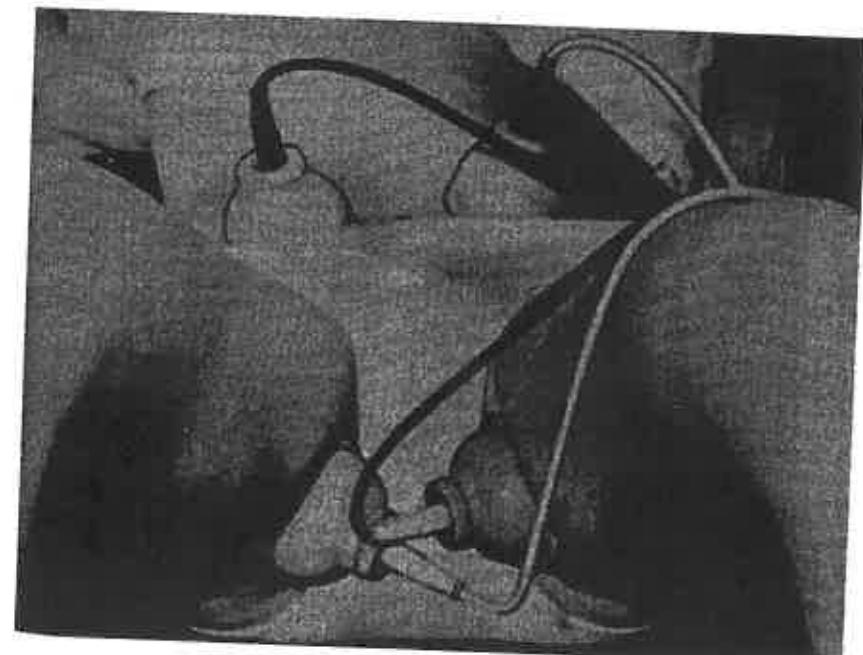


Fig. 171 – Aplicație în afecțiuni ale prostatei.

a) *Electrozi clasicii* sunt în formă de placă, de aceea se mai numesc electrozi „plați”. Ei sunt confeționați din metal sau cauciuc special, metalizat, având dimensiuni diferite, mai frecvent utilizăți fiind cei de 50; 100 sau 200 cm². Se introduc în învelișuri de textură sintetică de mărime corespunzătoare, umezită, se atașează la cablurile cordonului cquadruplu racordat la aparat printr-o mufă (bucșă), se aplică tetrapolar în perechi de mărimi egale și se plasează în cruceș doi căte 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.

Electrozi 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 săculeților cu nisip din cauza deranjării circulației locale prin compresiunea exercitată de acesta.

b) *Electrozi speciali*

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

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



Fig. 172 – Electrozi punctiformi aplicati pentru testare.



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

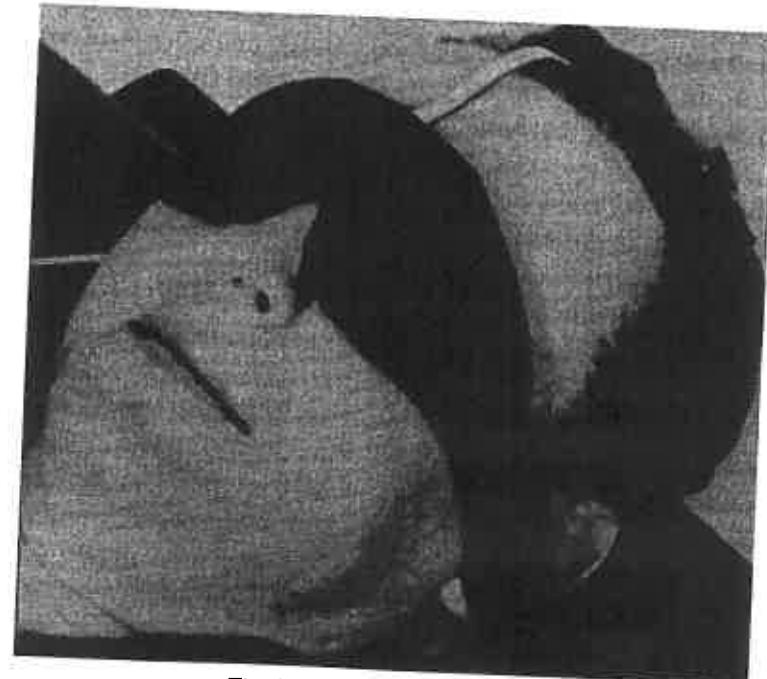


Fig. 174 – Electrozi pentru ochi.

– *Electrozi pentru ochi* (fig. 174) sunt constituite dintr-o mască oculară cu electrozi aplicati deasupra globilor oculari și doi electrozi-pernuță plasați în diagonală peste apofizele mastoide (electrozi „pernuță“ sunt destinați tratarii zonelor circumscrise superficiale).

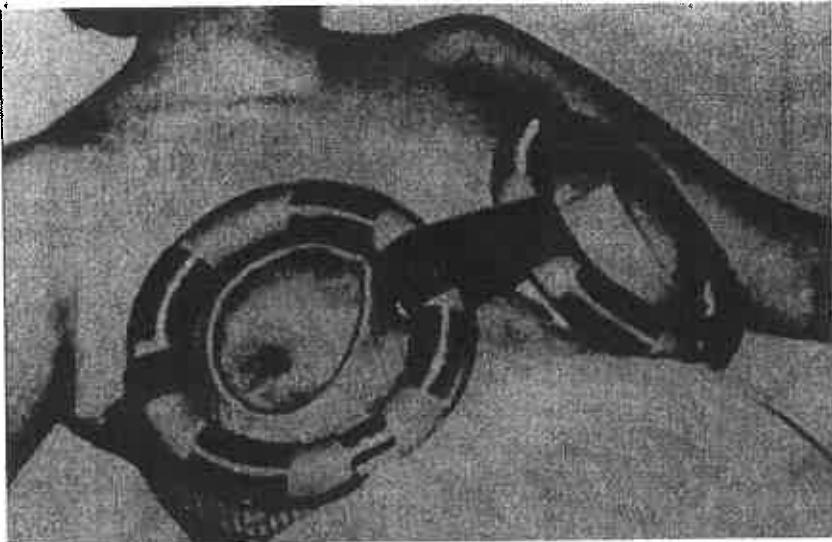


Fig. 175 – Aplicație cu electrozi inelari toracici în stimularea lactației.

– 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 măinii. 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 scurta circuituia.

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 pereche de pernuțe plate (de 17–9,5 cm) cu câte 2 electrozi mari, aplicabili doar perechi.

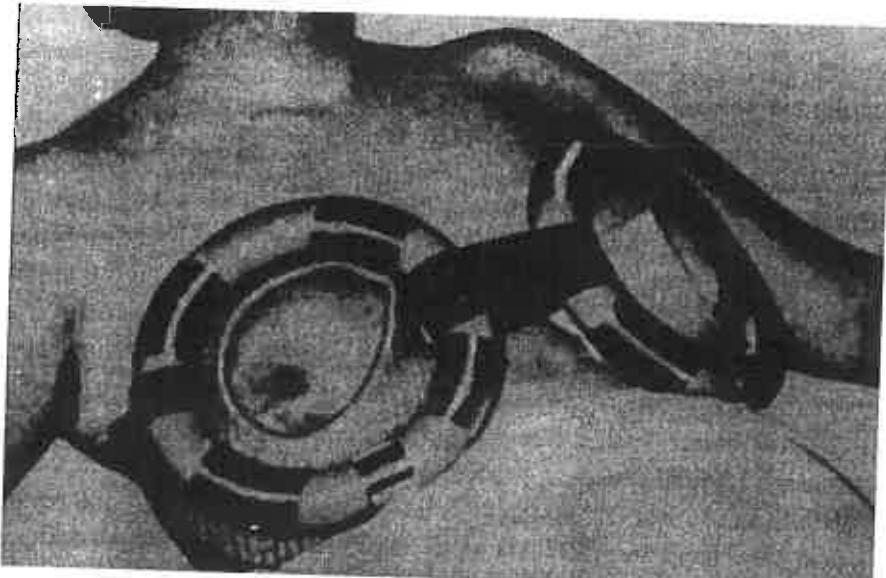


Fig. 176 – Utilizarea electrozilor palmari („mănușă“) în metoda cinetică

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 6 bucle 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 și în același culoare a cablului cvadruplu pentru electrozii-placă de la Nemectodyn; în acest caz se va avea grija 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 grija ca:

– bureți de cauciuc introduși în acești electrozi să nu fie prea umezită (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 bombate 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 aplicare concomitentă a curentilor 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 repartiție 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 aplicarea 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 iristalarea 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 gimnasticii musculare electrice („electrokinezia“) se va crește intensitatea curentului până la obținerea contractiei musculare 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 durate 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

210 14-16 ședințe. În cazurile în 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 ÎNALȚĂ FRECVENTĂ

211

VI.1. DEFINIȚIE. CLASIFICARE

Aplicarea terapeutică a câmpului electric și magnetic de înaltă frecvență și a undelor electromagnetice (unde decimetrice de 69 cm și microunde 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)

Frecvență 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 (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 ÎNALȚĂ 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.

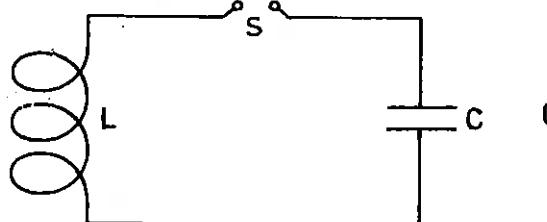
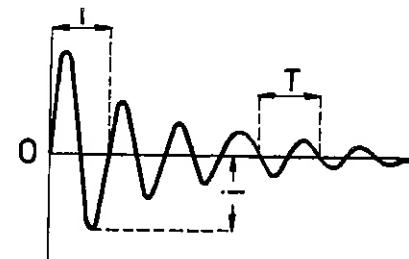


Fig. 178 – Schema unui circuit oscilant.

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 scânteie) 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 producerii primei scânteie. Prin descărcările successive 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 debita 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 fiziologice 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 voltă necesar pentru magnetron. Transformatorul principal mai debitează curent electric de tensiuni mai joase, necesar pentru unele dispozitive din aparat.

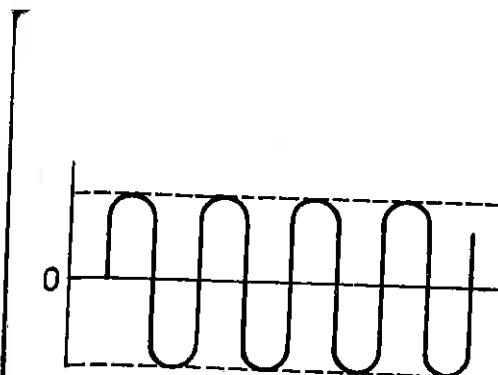


Fig. 180 – Unde electromagnetice întreținute.

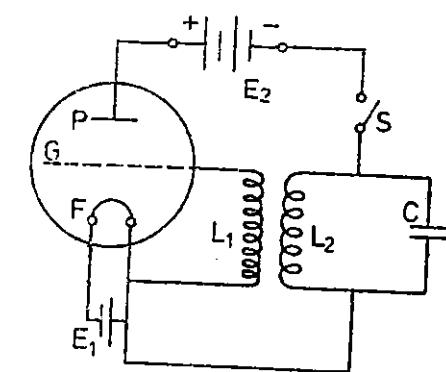


Fig. 181 – Schema de principiu a circuitului oscilant cu lampa.

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 traectoriilor 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 suștine 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 recepția aparatelor radio. Pentru evitarea acestor inconveniente, la convenția din 1947 de la Atlantic City s-a hotărât pe plan internațional ca aparatele 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 genera 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 potențiometrul corespunzător.

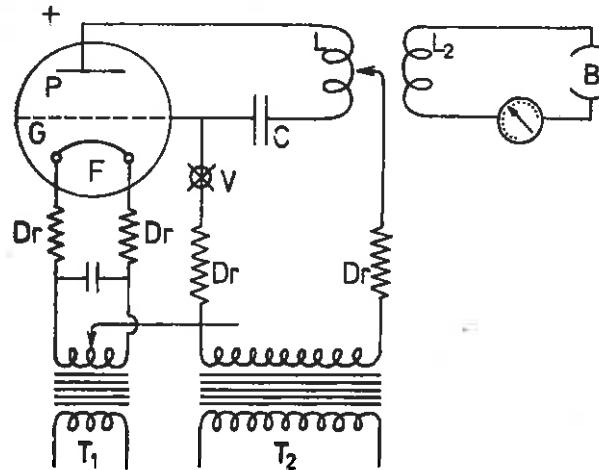


Fig. 182 – Schema de principiu a unui aparat de unde scurte.

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 rezistență electrică a regiunii corporale tratate, el făcând parte din circuit. „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 înzestrăte 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 – TUP KW 4–1, RFG – Ultratherm, Recotherm s.a. Polonia – Diamat G) sunt de mai multă vreme în dotarea și exploatarea rețelei de specialitate.

Electrozii utilizati 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 împrimă deosebiri nete față de curenții galvanici și de cei cu frecvențe joase:

– Frecvența foarte mare (peste 100 000 Hz), se exprimă în kilohertz (1 kHz = 1 000 Hz), megahertz (1 MHz = 1 000 kHz) și gigahertz (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 acioneze 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, formulată $Q = K \cdot I^2 \cdot R \cdot t$, în care K este o constantă egală cu 0,24. Acest efect caloric 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 conductoare metalice – curentul 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 curentul continuu.

– Curenții de IF transmit în mediul înconjurător, la distanțe foarte mari, unde electromagnetice de aceeași frecvență cu a curentului 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 FRECVENTĂ ȘI PRINCIPALELE ACȚIUNI BIOLOGICE ȘI FIZIOLOGICE ALE ACESTORA

– Nu au acțiune electrolytică 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 acestei caracteristici principale, curenții de IF sunt utilizati 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 caloric 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 aplicare și distanțele electrozilor (proiectořilor) față de suprafața corporală tratată.

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 aparaturationă 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 electrozi folosiți și anume:

– Tipul și natura electrozilor. Putem utiliza electrozi încapsulați tip Schliephake („rigizi“) sau plași („flexibili“); ținem cont de faptul că electrozi flexibili încălzesc mai superficial decât cei rigizi și că pot fi utilizati pentru suprafete 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

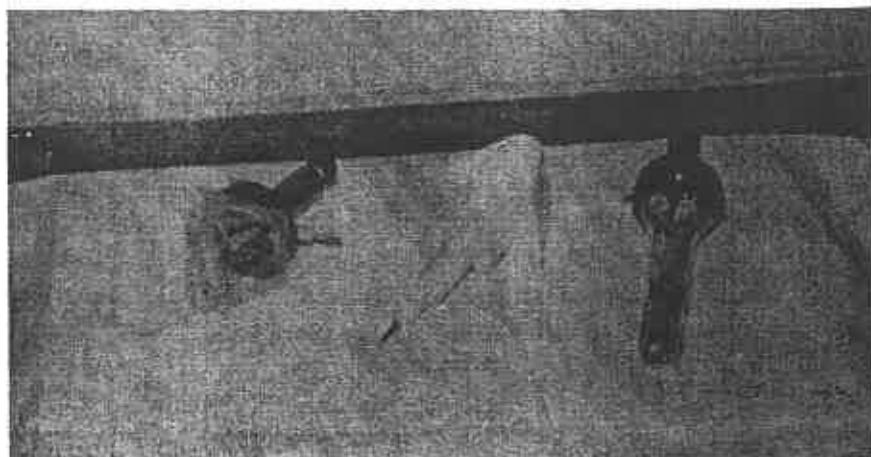


Fig. 190 – Electrozi axiliari și electrod vaginal.

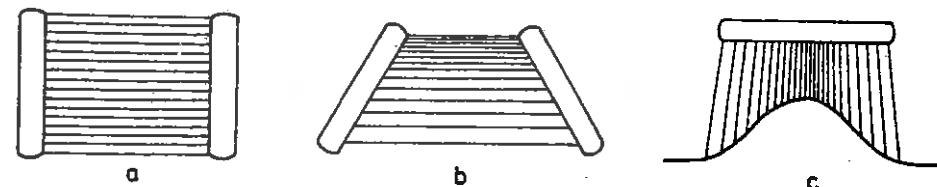


Fig. 191 – Poziționarea electrozilor rigizi: a – aplicatie corectă; b – „efect de obliditate“; c – „efect de vârf“.

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 divizate 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 așezăți 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 obliditate“ – fig. 191 b).

Regiunile prezentând 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.

Theoretic, electrozii pot fi poziționați în 3 modalități:

- transversal – metodă utilizată de regulă în tratamentul articulațiilor;
- longitudinal – în aplicațiile la nivelul regiunii spatei, 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.

Acstea 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;

În orice caz, dozele aplicate variază în funcție de regiunea tratată, mărimea electrozilor, distanța electrod-țegument, 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 sădință, totalizând circa 12 sădinte;
- doza I (atermică) poate fi aplicată ca „intensitate de introducere“ la pacienții sensibili sau la cauzurile 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 sădințelor 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 durete mai scurte (3–10 minute) și în cele cronice durete mai lungi (20–30 minute).

Numărul sădințelor dintr-o serie de aplicație variază în funcție de stadiul evolutiv al bolii (acut, subacut, cronic) și de rezultatele obținute, nedepășindu-se 12–15 sădinte.

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 componența 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 fidezbrăcați 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

- Aparatele auditive se vor înălțura din regiunea tratată.
 - Se vor îndepărta lenjeria și îmbrăcământul din texturi sintetice și îmbrăcământul 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 aplicare: segmentul tratat trebuie să rămână nemîscat; la apariția oricărei senzații dezagreabile, se reduce intensitatea sau se sistează aplicația.
 - Înainte și după tratament se controlează 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 conduceătoare.
 - Cablurile electrozilor trebuie să atârne libere sau pe un suport izolant gros (pătură); ele nu au voie să 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 seziunilor 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 generatoare 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 peretei de oeton sau cărămidă.
- Se înțelege de la sine că aparatelor 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 electrozii 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 detasează prin frecvență și eficiență, gonartroza și diferențele formă ale manifestării și localizării 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 abarticular: bursite, tendinită, 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-braiale, intercostale, lombosacrata etc. (cu condiția ca efectul termic să nu exacerbeze 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-posteriore (precordial-dorsal).

- În tulburări ale circulației periferice venoase ale membrelor (sindrom Raynaud); pentru efectele de ameliorare ale circulației de întoarcere în degerături; în stadiile incipiente ale arteropatiilor periferice ale membrelor – în acest domeniu autorii inclină 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.

VI.8. PRINCIPALELE CARACTERISTICII DISTINCTIVE ÎNTRE UNDELE SCURTE ȘI UNDELE DECIMETRICE

Tabelul 5

	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 aparatelor 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 ultrasunoterapia 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, aparatelor 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 (600 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 „profundizare de înjumătărire”, folosită de V. Huet. Prin aceasta se înțelege înjumătătirea energiei în unitatea de spațiu, mai concret spus, profundizarea (exprimată în cm) la care energia ultrasonică se înjumătărește 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 înjumătărire este de 5,8 cm. Unii autori (Wiedau și Rohner) subliniază faptul că, în practică, profundizarea de înjumătărire 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 absorția și reflexia.

Coefficientul de absorție (scăderea intensității pe mm^3 de adâncime de țesut) este mai mare la frecvențele finale și depinde de mediul supus la iradierea ultrasonică. De exemplu (după Pohlmann), la 800 kHz, coefficientul de absorție 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 unei 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/cm^2 .

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 aparatelor moderne se obține prin montarea unui generator de impulsuri în generatorul aparatului de us). Se va ține cont de forma și

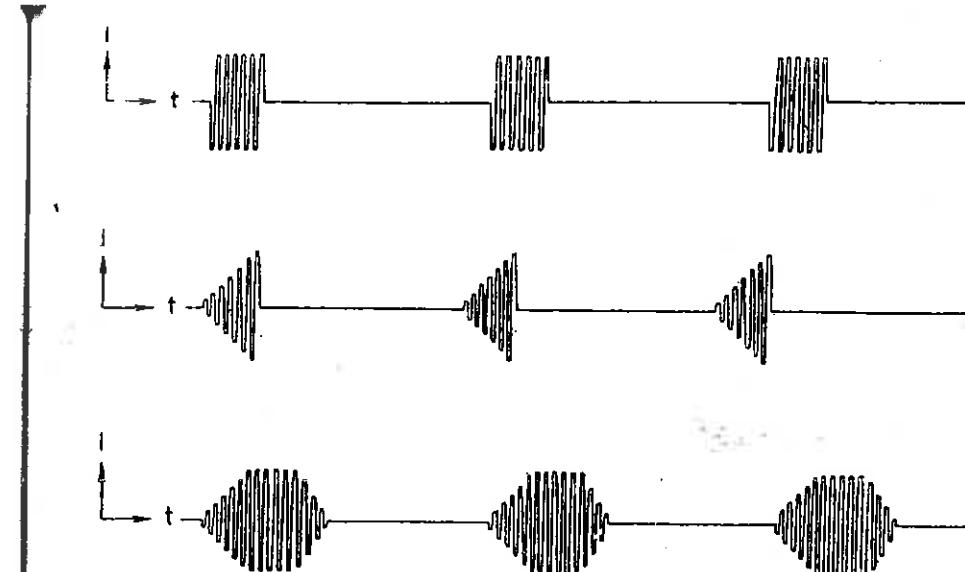


Fig. 197 – Ultrasunet cu impulsuri.

durata impulsurilor, durata pauzei și frecvența intercalării acestora. Forma impulsului poate fi dreptunghiulară, trapezoidală 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 „coefficient de umplere”. Prin modificarea coefficientului, 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 traducătorului. Vibrațiile se transmit din aproape în aproape, fiecare moleculă fiind pusă în mișcare cu o frecvență egală cu cea a sursei. Amplitudinile acestor vibrații moleculare depind de intensitatea energiei transmise. Propagarea energiei ultrasonicice 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 ultrasonicе.

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 omenesc.

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. Consta 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 UNDELOR 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. Constanță din generatorul magnetostriktiv, 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. Procedeul piezoelectric. Se bazează pe proprietatea unor cristale (cuarț, turmalină, blendă, titanat de bariu, zirconat de bariu și plumb etc.), tăiate în anume secțiune, 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 invers 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.

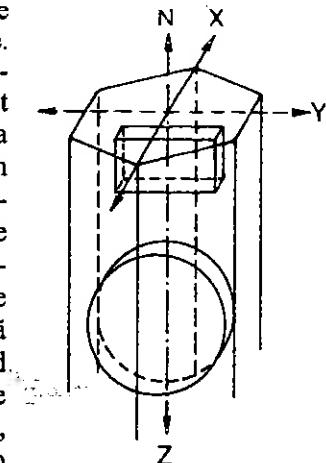


Fig. 198 – Secțiunile lamei de cristal de cuarț.

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 ultrasonice furnizate și borna (bornele) pentru cuplarea cu mușele cordoanelor traductoarelor. Instrumentul de măsură este prevăzut cu gradații ce permit alegerea „intensității“ aplicației 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

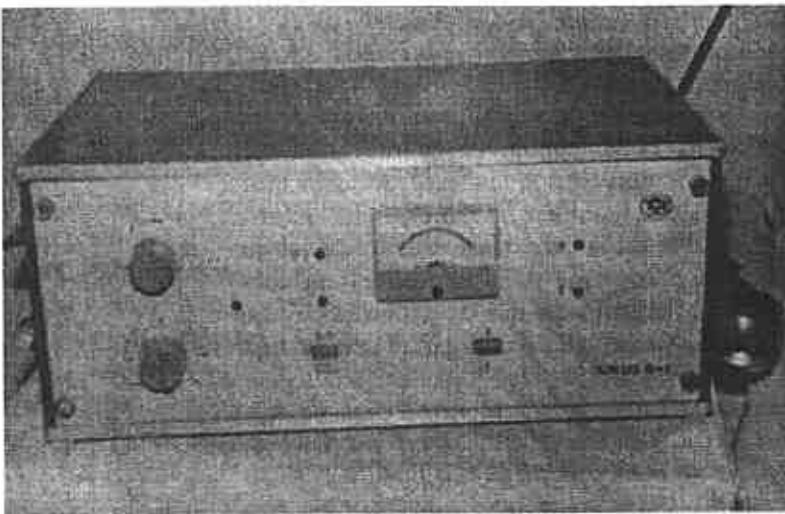


Fig. 199 – Aparatul TUR US 6-I.

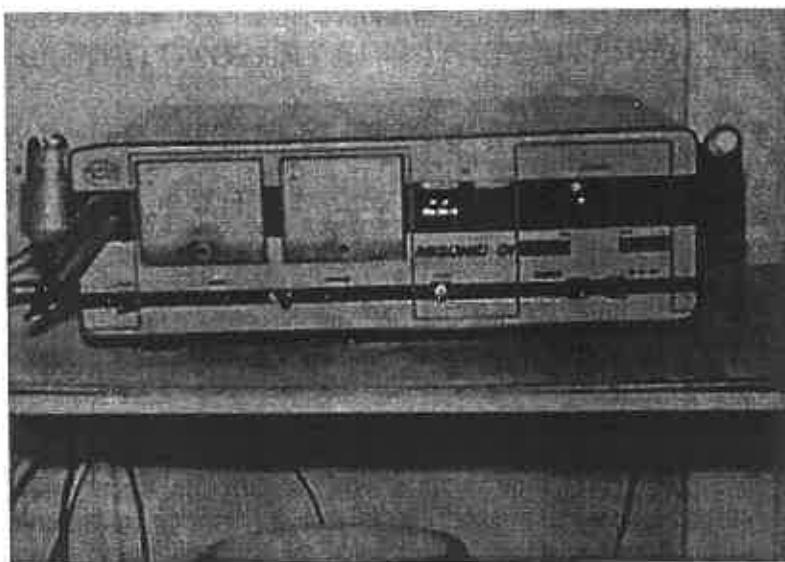


Fig. 200 – Aparatul Misonic.

discontinuu, precum și beculete semnalizatoare care atestă funcționarea (emiterea energiei ultrasonice). Ceasul semnalizatorului întrerupe automat funcționarea aparatului la exprimarea timpului fixat pentru durata aplicației.

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. Lebitul 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-Hütinger – R.F.G. Sonostat 733 – R.F.G.) și 6,4 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 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 (etans), încât poate fi utilizat la tratamentele indicate și prin scufundare în apă (în vase pentru extremitățile membrelor).

În condițiile în care se fac mai multe aplicații terapeutice succesive de ultrasونoterapie, pentru evitarea propagării vibrațiilor ultrasonice 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, motivate 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 0,1–0,4 w/cm^2 se produc modificări biologice tisulare minime și reversibile, între 0,5 și 0,7 w/cm^2 se instalează efecte fizico-chimice și biologice maxime (reversibile), iar peste 0,8 w/cm^2 încep să apară modificările ireversibile.

La intensități nici până la 0,5 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-cellular 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.

Tesutul 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 adolescentilor este foarte sensibil. În sângele supus iradiierii 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 curenților analgetici de joasă frecvență. Le amintim pe scurt: activitatea unui 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 știe că răspund bine la frecvențe de 150 Hz.

Acțiunea hiperemiantă, cu efecte resorbitive și vasculotrofice se produce prin vasodilatația arteriolelor și capilarilor, 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

bine conturate și valoroase de tratament. Ne permitem să le prezentăm aici, deoarece sunt în strânsă legătură cu mecanismele fiziologice.

a) Aplicația segmentară indirectă pe zonele paravertebrale corespunzătoare a rădăcinilor nervoase medulare, în procesele patologice ale membelor. 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 C₃ și T₁, în zonele corespunzătoare segmentului bolnav (umăr, braț, antebraț, mână). Nu se aplică pe regiunea paravertebrală aflată mai sus de C₃, 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 însoțitoare). 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 T₃. 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 cardiaice, 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 amânat la pacientului.

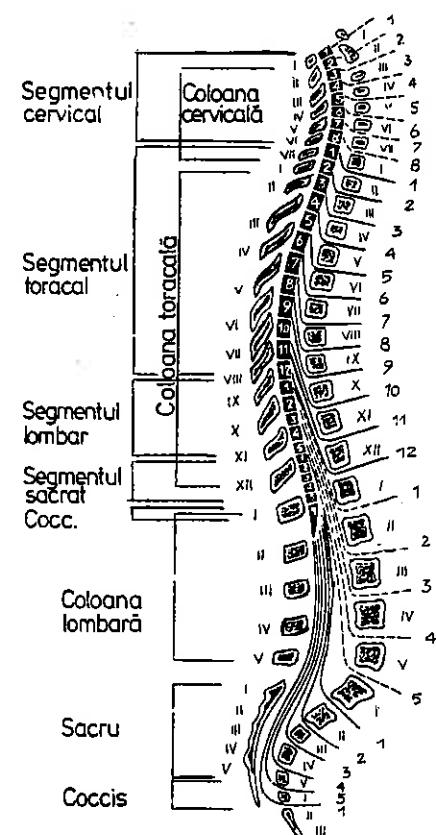


Fig. 201 – Reprezentarea schematică a poziției măduvei spinării față de coloana vertebrală

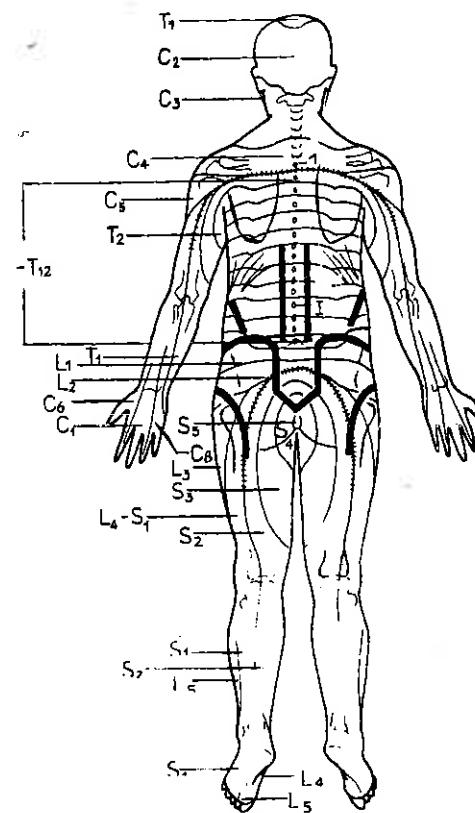


Fig. 202 – Direcționarea traductorului în aplicațiile pe cale neurală (după Knoch).

VII.8. METODOLOGIA APLICĂȚIILOR CU ULTRASUNETE

VII.8.1. ALEGEREA 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

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 ultrasufile 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 fiziolelor principale menționate mai sus, adăugăm ca efecte secundare, pe cele fibrolitice (legate de fenomenele de „rupere și fragmentare tisulară”) și pe cele anti-inflamatorii (explicate prin acțiunile vasomotorii și metabolice).



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 soluție de contact, aleasă în funcție de scopul terapeutic urmărit. În aceste condiții, materialul de contact fiind mai dens, se reduce acțiunea de profunzime. După Gatev, 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 ședințele 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

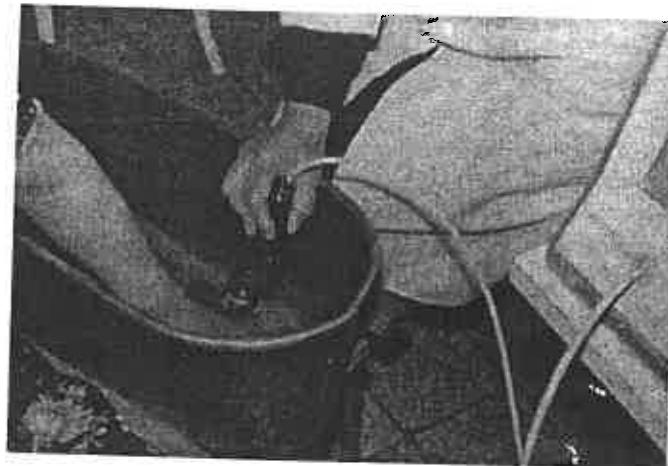


Fig. 204 – Aplicație de ultrasunet în cuplaj indirect.

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 apă din vană să fie stătătă, 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 ultrasonic (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 prezentarea proprietăților fizice) această formă prezintă avantajul de a evita sau reduce efectul termic, potențând pe cel analgetic și decontractrant; 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 frecvență de 50–100 Hz a impulsurilor, care prezintă o bună acțiune analgetică, ca și în domeniul curenților 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.

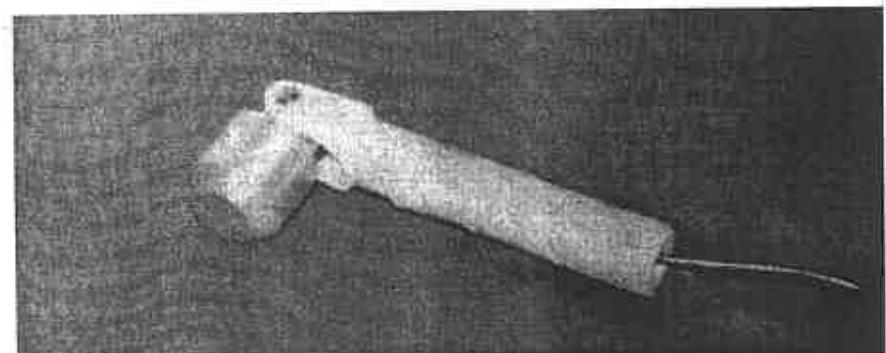


Fig. 205 – Traductor mare.



Fig. 206 – Traductor mic.

VII.8.4. MANEVAREA 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 ankirozantă 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 ușorătă 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.

Trepte de intensitate	La început	În anii '60	În monografiile contemporane
Doze mici	$0,5\text{--}1,5 \text{ W/cm}^2$	$0,1\text{--}0,5 \text{ W/cm}^2$	$0,05\text{--}0,4 \text{ W/cm}^2$
Doze medii	$1,5\text{--}3 \text{ W/cm}^2$	$0,5\text{--}1,5 \text{ W/cm}^2$	$0,5\text{--}0,8 \text{ W/cm}^2$
Doze mari	peste 3 W/cm^2	$2\text{--}3 \text{ W/cm}^2$	$0,9\text{--}1,2 \text{ W/cm}^2$

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 limită superioară a intensității la valoarea de 2 W/cm^2 în loc de 3 W/cm^2 , 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 straturile 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 $0,1\text{--}0,2 \text{ W/cm}^2$; în zonele hiperalgice se utilizează chiar doze mai reduse ($0,02 \text{ W/cm}^2$ după Hintzemann). Traductorul se manevreză liniar, de-a lungul segmentelor cutanate. În zonele cu rigiditate 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 mânii 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 APICATIILOR CU ULTRASUNETE

În încăperea în care se efectuează tratamentul trebuie să existe o temperatură de confort termic. Patul 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 stănjenească 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 acestieia 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 inscrise 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

execuției 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 dureate 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 ca 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 ultrasonoterapia pe aceeași regiune;
- aplicațiile cu ultrasunete pot precedea ședințele de kinetoterapie datorită acțiunii analgetice și miorelaxante ale celor dintâi;
- 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 relatat pentru prima dată despre efectul analgetic și hiperemiant al combinației simultane în terapie a ultrasunetului cu curenți excitatori de joasă frecvență. Astfel, Gierlich și Jung sunt cei care aplică primii tratamentul 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).

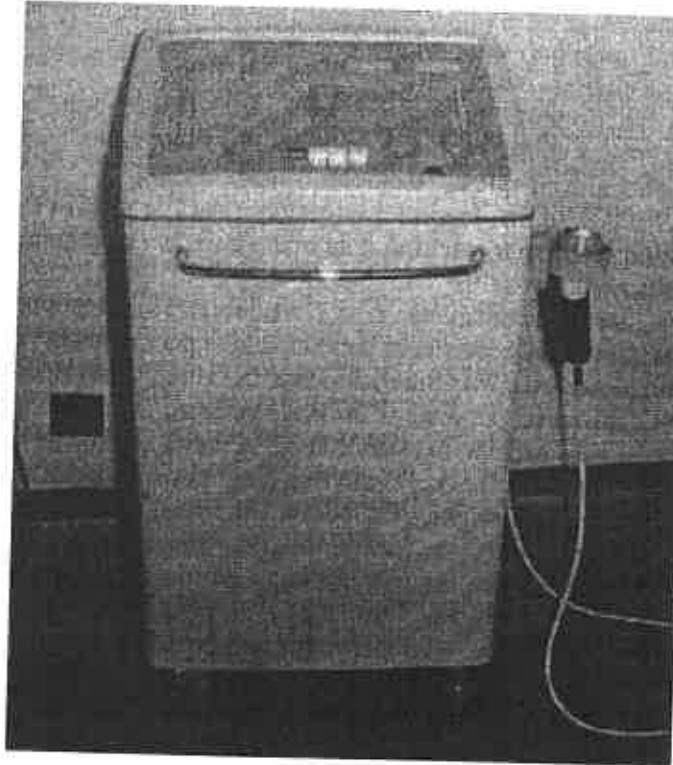


Fig. 207 – Aparatul Sonodynator-Siemens.

După 1965, în S.U.A. și R.F.G. au fost realizate aparate care permit aplicarea simultană a ușurilor cu curenți diadinamici și a căror utilizare s-a extins progresiv și 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 ușurile 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 cătă de Travell și Rinzler miogelozelor) sau *Trigger-points*. Acestea se vor evidenția sub forma unor „microzone” circumscrise 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 tendinitele, unele artrite și artroze reactive, sechetele 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, să fie bună conducătoare electric pentru curenți diadinamici, asigurând astfel o transmitere optimă și corespunzătoare a energiei către țesuturile tratate. Consistența ușui 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) și.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 nodificări locale rapide, cu eritem, senzații de arsură dureroasă și necesitând reducerea intensității și a duratei aplicației. 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 aplicației, 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 ultrasunore este destul de mare. Ea s-a lărgit în ultimii 15–20 de ani, în urma cunoașterii și stăpânirii mai temeinice a felurilor 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 dure variabile.

– Reumatism abarticolar: mialgii, tendinită, 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 vindecare depinde de localizarea fracturii. La oasele superficiale, rezultatele sunt mai bune datorită procentului crescut de absorbție a energiei ultrasonore.

Mentionăm 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 mărtor 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 scafoïdului carpien, 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 niveli, comparativ pe loturi mărtor 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, Hippe 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 către 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 posttraumatici. 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 către 3–5 minute și aplicațiile segmentare indirecte paravertebral, $0,1\text{--}0,2 \text{ W/cm}^2$ a către 3 minute, în serii de 8–15 ședințe.

Afecțiuni dermatologice

Cicatrice cheoloide, plăgi atone, ulcere trofice ale membelor. În cicatricele cheoloide 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 intensități 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 ţesutului colagen

~~În afecțiile artrozei și artritei, în tratamentul progresivă, se obțin rezultate inconstante.~~

~~În tratarea hipertrozei palmare. După terapie se aplică frecvent, cu rezultate satisfăcătoare. Se recomandă utilizarea unguentelor cu alfachimotripsină, hiason, aminozină, în sedințe de $0,3\text{--}0,5 \text{ W/cm}^2$, serii de 12–14 sedințe repetate la 3–4 luni.~~

Afecțiuni 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 $0,05\text{--}0,3 \text{ W/cm}^2$ a căte 3–5 minute. În partea a doua a seriei de sedințe se poate trata local cu regim continuu sau cu impulsuri, cu sedințe de $0,05\text{--}0,1 \text{ W/cm}^2$ la 2 zile, serii de 8–10 sedințe; se vor căuta pozițiile de relaxare maximă a mușculaturii regiunii 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 aplicare: 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 $0,05\text{--}0,1 \text{ W/cm}^2$ în zonele hiperalgice și de $0,2\text{--}0,3 \text{ W/cm}^2$ 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 $0,1\text{--}0,2 \text{ W/cm}^2$ a căte 3–5–8 minute și locale cu $0,05 \text{ W/cm}^2$, a căte 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 $0,1\text{--}0,2 \text{ W/cm}^2$ (3–5 minute) și în sedințe de $0,1 \text{ W/cm}^2$ (1–2 minute) pe mușchii contractați 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 germenii de grâu; ritmul sedințelor 3–5 pe săptămână.~~

~~– Sindroame spastice și hipertone de ~~zona piramidală și extrapiramidală~~ și ~~extrapiramidală~~ (după Kihn, Denhoff și Robinault). Scopurile aplicațiilor de us în aceste afecțiuni: scăderea tonusului mușculaturii 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) mușculatura 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 mușculare spastice. În caz de răspuns favorabil, se continuă cu această intensitate; în caz de răspuns nefavorabil, aplicațiile se întrerup. Dacă răspunsul terapeutic permite, intensitatea poate fi crescută până la maximum $0,2 \text{ W/cm}^2$. Durata sedinței 2–5 minute; ritmul – 3 pe săptămână; numărul sedințelor 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 ultrasuoterapia urmărește reducerea sau întreruperea hipertoniei simpatice. După același autor, contraindicațiile sunt reprezentate de stadiile III și IV, manifestările acute, atheroscleroza avansată, coronaropatiile. Se utilizează aplicațiile reflexe paravertebrale și neurale. Pentru membrele superioare pe dermatomioamele $C_3\text{--}T_5$ (paravertebral), pe marginea mușchiului marele dorsal și periaxilar. Pentru membrele inferioare pe dermatomioamele $T_6\text{--}S_5$ (paravertebral) pe marginea inferioară a sacrului, marele trohanter, traseul iliobibial, creasta iliacă, triunghiul Scarpa. Se aplică $0,2\text{--}0,3\text{--}0,5 \text{ W/cm}^2$ timp de 5–8 minute, la 2 zile, în total 12–15 sedințe 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 $C_7\text{--}T_1$, cu doze de $0,03\text{--}0,2 \text{ W/cm}^2$, timp de 1–3 minute și paravertebral dorsal pe direcția lanțului ganglionar simpatic, cu doze de $0,4\text{--}0,6 \text{ W/cm}^2$, 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 ultrasuoterapia cu rezultate inconstante. În gastrite, ulcer gastroduodenal, constipație cronică, diskiniezii 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 $T_7\text{--}T_{12}$, cu serii de 10–12 sedințe a 6–10 min.

În orice situație de abordare cu us a unor afecțiuni 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, indirekte și pe zonele ganglionilor vegetativi; ei aplică doze de $0,05\text{--}0,3 \text{ W/cm}^2$, cu dureate 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 0,4–1 W/cm²). 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, cașgări.
- 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 membrelor – tromboflebite, tromboze, varice.
- Calcificarea progresivă a pereților arteriafi.

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 prezintăm 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 suferinți de sciatrică; 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 datorează 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 datorează 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 $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$)