

ELECTROTHERAPIE

Principii practice

CRISTINA DAIA

ELECTROTHERAPIE

Principii practice



EDITURA UNIVERSITARĂ
București, 2019

Colecția MEDICINĂ

Redactor: Gheorghe Iovan

Tehnoredactor: Ameluța Vișan

Coperta: Monica Balaban

Editură recunoscută de Consiliul Național al Cercetării Științifice (C.N.C.S.) și inclusă de Consiliul Național de Atestare a Titlurilor, Diplomelor și Certificatelor Universitare (C.N.A.T.D.C.U.) în categoria editurilor de prestigiu recunoscut.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

DAIA, CRISTINA

Electroterapie : principii practice / Cristina Daia. - București : Editura Universitară, 2019

Conține bibliografie

ISBN 978-606-28-1009-2

615

DOI: (Digital Object Identifier): 10.5682/9786062810092

© Toate drepturile asupra acestei lucrări sunt rezervate, nicio parte din această lucrare nu poate fi copiată fără acordul Editurii Universitare

Copyright © 2019

Editura Universitară

Editor: Vasile Muscalu

B-dul. N. Bălcescu nr. 27-33, Sector 1, București

Tel.: 021.315.32.47

www.editurauniversitara.ro

e-mail: redactia@editurauniversitara.ro

Distribuție: tel.: 021.315.32.47 / 07217 CARTE / 0745.200.357

comenzi@editurauniversitara.ro

O.P. 15, C.P. 35, București

www.editurauniversitara.ro

CUVÂNT ÎNAINTE

În acest volum numit „Electroterapie – principii practice”, mi-am permis a relua și sintetiza noțiunile teoretice de bază pe care le-am up-datat cu informațiile existente în literatura de specialitate, cu scopul de a fi utile în înțelegerea și prescrierea corespunzătoare a unui tratament fizioterapeutic.

Prin urmare accentul este pus pe *partea practică de prescriere și aplicare a fizioterapiei*, noțiuni expuse pe baza unui material bibliografic recent, dar și a experienței personale, dar mai ales, având în vedere, noțiunile pe care le-am preluat de la cei de la care am învățat și eu la rândul meu, **căroră le datorez respectul și considerația adecvate și căroră doresc să le mulțumesc pe aceasta cale** (în ordine cronologică a devenirii mele profesionale): Prof. Dr. M. Berteanu (cu care am lucrat primele șase luni în timpul rezidențiatului și îndrumător licență pentru a 2-a specializare fiziokinetoterapie), Conf. Dr. G. Mologheanu (îndrumătoarea mea pe parcursul rezidențiatului), Prof. Dr. A.S. Nica, Conf. Dr. D. Cinteza, Prof. Dr. L. Sidenco și „last but not list” Prof. Dr. G. Onose (îndrumător al lucrării de doctorat și contributor la formarea mea ca tânăr specialist). De asemenea, doresc să le mulțumesc și tuturor colegilor, mai mari sau mai tineri, cu care am interacționat profesional în decursul timpului.

Dr. Cristina Daia

FOREWORD

In this volume called "Electrotherapy - practical principles", I allowed myself to resume and synthesize the basic theoretical notions that I have up-dated with the existing information in the specialized literature, in order to be useful in understanding and prescribing accordingly. a physiotherapy treatment.

Therefore the emphasis material is placed from the practical point of view, meaning prescribing and applying physiotherapy, notions presented on the basis of a recent bibliographic material, but also of personal experience, but especially, given the notions I have taken from those whom I also learned myself, **to whom I owe the proper respect and consideration and to whom I would like to thank in this way** (in chronological order of my professional development): Prof. Dr. M Berteanu (with whom I worked the first six months during my residency and bachelor's guide for the 2nd faculty of physiotherapy), Conf. Dr. G. Mologheanu (my tutor during the residency), Prof. Dr. AS Nica, Conf. Dr. D. Cinteza, Prof. Dr. L Sidenco and, last but not list, Prof. Dr. G. Onose (mentor of the doctoral work and contributor to my training as a young specialist). I would also like to thank all my colleagues, older or younger, with whom I have interacted professionally over time.

Cristina Daia, MD, PhD

Dedicație

Dedic această carte soțului meu, Irineu

Motto:

Orice ați face, cu cuvântul sau cu lucrul, toate să le faceți în numele Domnului Iisus și prin El să mulțumiți lui Dumnezeu-Tatăl. (Coloseni 3:17)

Căci noi sîntem lucrarea Lui, și am fost zidiți în Hristos Iisus pentru faptele bune, pe care le-a pregătit Dumnezeu mai dinainte, ca să umblăm în ele. (Efeseni 2:10)

CUPRINS

CUVÂNT ÎNAINTE	5
FOREWORD	7
I. FIZIOTERAPIE. ELECTROTERAPIE	17
I.1. Generalități fizioterapie: Definiție, clasificare, noțiuni fizice de bază.....	17
I.2. Tipuri de curenți folosiți în electroterapie	21
I.3. Caracteristici generale ale curenților folosiți în electroterapie.....	22
I.4. Contraindicațiile generale ale fizioterapiei.....	23
II. CURENȚI REDRESAȚI	25
II.1. Definiție. Modalități de producere.....	25
II.2. Parametrii fizici ai impulsurilor de curent electric	26
II.3. Clasificarea curenților redresați.....	29
II.4. Caracteristicile curenților redresați.....	30
III. CURENT GALVANIC (CONTINUU)	33
III.1. Modalități de obținere.....	33
III.2. Caracteristici	35
III.3. Indicații. Contraindicații. Precauții de utilizare CG	40
III.4. Modalități de aplicare	41
III.5. Galvanizarea simplă.....	41
III.5.1 Modalități de aplicare și prescriere.....	41
III.5.2 Formule galvanizare simplă	46
III.6 Ionogalvanizarea.....	47
III.6.1 Considerații generale	47
III.6.2 Formule ionogalvanizare	49
III.7. Băile galvanice.....	51
III.7.1 Formule bai galvanice	51
III.8. Stimularea transcraniană cu curent galvanic (tDCS).....	54
IV. CURENȚI DE JOASĂ FRECVENȚĂ	56
IV.1. Curenți diadinamici.....	56

IV.1.1.	Tipuri de curenți diadinamici și modalități de obținere.....	56
IV.1.2.	Caracteristici CDD	61
IV.1.3.	Indicații și contraindicații CDD.....	62
IV.1.4.	Modalități de aplicare și prescriere CDD	65
IV.1.5.	Exemple, formule CDD.....	67
IV.2.	Curent exponențial.....	69
IV.2.1.	Definiție.....	69
IV.2.2.	Principii de electrostimulare.....	70
IV.2.3.	Modalități de aplicare și prescriere CE	73
IV.2.4.	Indicații și contraindicații curent exponențial.	76
IV.2.5.	Exemple, formule	77
IV.3.	Stimularea nervoasă electrică transcutanată TENS	79
IV.3.1.	Definiție. Principiu de electrostimulare.....	79
IV.3.2.	Parametrii de electrostimulare	79
IV.3.3.	Indicații. Contraindicații	81
IV.3.4.	Modalități de aplicare și prescriere.....	82
IV.3.5.	Exemple, formule	84
IV.4.	Curent TRÄBERT	84
IV.4.1.	Definiție. Caracteristici.....	84
IV.4.2.	Indicații. Contraindicații. Precauții.	85
IV.4.3.	Modalități de aplicare și prescriere.....	85
IV.4.4.	Exemple, formule	86
IV.5.	Curent faradic. Curent neofaradic.....	86
IV.5.1.	Definiție. Caracteristici.....	86
IV.5.2.	Indicații. Contraindicații. Precauții.....	87
IV.6.	Alte forme de curenți: curenți HUFSCHEIMIDT, LEDUC, HVT....	88
V.	CURENȚI ALTERNATIVI DE MEDIE FRECVENȚĂ	91
V.1.	Definiție. Tipuri de curenți de medie frecvență	91
V.2.	Caracteristici curenți de medie frecvență	91
V.3.	Curent interferențial de medie frecvență	94
V.3.1.	Definiție. Modalități de producere.....	94
V.3.2.	Indicații și contraindicații	98
V.3.3.	Modalități de aplicare și prescriere CIMF	99
V.3.5.	Formule CIMF	102
V.4.	Stimulare rusească (Curentul KOTZ)	105
VI.	DEEP OSCILLATION	106
VI.1.	Principiu de funcționare.....	106
VI.2.	Mecanism de acțiune. Efecte biologice. Efecte terapeutice	106
VI.3.	Modalități de aplicare și dozaj.....	107

VI.4. Indicații și contraindicații deep oscillation	112
VI.5. Exemple formule	113
VII. RADIĂȚII (UNDE) ELECTROMAGNETICE.....	114
VII.1. Noțiuni fizice de bază referitoare la radiațiile electromagnetice	114
VII.2. Clasificarea radiațiilor electromagnetice UEM	114
VIII. CURENȚI DE ÎNALTĂ FRECVENȚĂ	116
VIII.1 UNDE SCURTE	117
VIII.1.1. Generalități. Definiție. Caracteristici. Efecte.....	117
VIII.1.2. Tehnica de aplicare	118
VIII.1.3. Indicații. Precauții. Contraindicații.....	125
VIII.1.4. Exemple. Formule.....	126
VIII.2 UNDE SCURTE PULSATE. DIAPULSE.....	127
VIII.2.1. Generalități. Definiție. Caracteristici. Efecte.....	127
VIII.2.2. Indicații. Contraindicații	127
VIII.2.3. Tehnica de aplicare pentru aparatul diapulse	129
VIII.2.4. Exemple. Formule.....	131
VIII.2.5. Alte aparate	131
VIII.3 MICROUNDE.....	132
VIII.3.1. Generalități. Definiție. Caracteristici. Efecte.....	132
VIII.3.2. Indicații. Contraindicații	134
VIII.3.3. Tehnica de aplicare	135
VIII.4 UNDE LUNGI. TECAR.	135
VIII.4.1. Generalități. Definiție. Caracteristici. Efecte.....	135
VIII.4.2. Indicații. Contraindicații	137
VIII.4.3. Tehnica de aplicare tecar	138
IX. FOTOTERAPIA	141
IX.1. Radiații infraroșii	142
IX.1.1. Generalități. Definiție. Caracteristici. Efecte	142
IX.1.2. Tehnica de aplicare RIR	145
IX.1.3. Indicații și contraindicații RIR	147
IX.2. Radiații ultraviolete	148
IX.2.1. Definiție. Clasificare.....	148
IX.2.2. Efecte fizico-patologice RUV: Eritemul actinic.....	148
IX.2.3. Efecte biologice și terapeutice RUV	151
IX.2.4. Indicații și contraindicații RIR	151
IX.2.5. Prescriere RUV	152
IX.3. LASER.....	153
IX.3.1. Modalități de obținere LASER.....	153

IX.3.2.	Proprietățile radiației LASER.....	154
IX.3.3.	Mărimi fizice utile pentru înțelegere LASER	155
IX.3.4.	Efecte biologice generale LASER.....	156
IX.3.5.	Clasificarea LASER	156
IX.3.6.	Terapia cu LASER de joasă putere energetica (Low Level LASER Therapy, LLLT)	158
IX.3.6.1.	Caracteristici LLLT	158
IX.3.6.2.	Principiu de utilizare în recuperare	159
IX.3.6.3.	Mecanisme de acțiune LLLT	159
IX.3.6.4.	Efecte biologice LLLT.....	160
IX.3.6.5.	Efecte terapeutice LLLT	161
IX.3.6.6.	Indicații și contraindicații. Precauții de utilizare LLLT.....	162
IX.3.6.7.	Dozarea LLLT	163
IX.3.6.8.	Formule și exemple LLLT	165
IX.3.7.	Sistemul închis de unde electromagnetice multiple LASER (Multiwave Locked System, MLS)	166
IX.3.7.1.	Definiție MLS	166
IX.3.7.2.	Aplicatorul MLS caracteristici.....	167
IX.3.7.3.	Mecanisme de acțiune MLS.....	168
IX.3.7.4.	Efecte terapeutice MLS.....	168
IX.3.7.5.	Indicații și contraindicații. Precauții de utilizare MLS	169
IX.3.8.	Metoda terapeutică LASER de înaltă intensitate: (High Intensity Laser Therapy, HILT)	171
IX.3.8.1	Definiție HILT	171
IX.3.8.2	Caracteristici HILT	172
IX.3.8.3	Efectele biologice HILT	174
IX.3.8.4	Efecte terapeutice HILT.....	174
IX.3.8.5	Indicații și contraindicații. Precauții de utilizare	175
IX.3.8.8	Tehnica de aplicare HILT	178
X.	ELECTROMECHANOTERAPIE OSCILATORIE	185
X.1.	ULTRASUNET (US)	185
X.1.1.	Definiție. Modalități de obținere US.	185
X.1.2.	Efecte fizico-chimice US	186
X.1.3.	Efecte terapeutice US	186
X.1.4.	Indicații. Contraindicații. Precauții US	187
X.1.5.	Tehnica de aplicare US	188
X.1.6.	Exemple. Formule US	191

X.2. Terapie cu unde de soc extracorporeale (SW).....	191
X.2.1. Noțiuni fizice	191
X.2.2. Definiție SW	192
X.2.3. Caracteristici generale SW	192
X.2.4. Modalități de producere SW	193
X.2.5. Efecte fizico-(chimice). Efecte terapeutice SW	194
X.2.6. Indicații. Contraindicații. Precauții SW.....	196
X.2.7. Tehnica de aplicare SW	197
X.2.8. Formule, Exemple	199
XI. CÂMP MAGNETIC ȘI CÂMP ELECTROMAGNETIC	201
XI.1. Noțiuni fizice de baza referitoare la câmpul magnetic, respectiv câmpul electromagnetic	201
XI.2.1. Producerea câmpului magnetic în cazul aparatelor de electroterapie	201
XI.2.2. Clasificarea CM, respectiv a CEM, folosite în aparatele de fizioterapie, în prezent	201
XI.2. Producerea și clasificarea câmpului magnetic, respectiv a câmpului electromagnetic	203
XI.3. Câmp magnetic alternativ de joasă frecvență / low-frequency sine waves field (LFSWF)	204
XI.3.1. Definiție	204
XI.3.2. Aparatura LFSWF	204
XI.3.3. Efecte CMAJF/LFSWF	209
XI.3.4. Prescriere, formule CMAJF/LFSWF.....	209
XI.4. Câmp magnetic static (CMS) / static magnetic fields (SMF).....	213
XI.5. Câmp electro-magnetic pulsat (pulsed electromagnetic fields, PEMF)	214
XI.5.1. Definiție și clasificare PEMF	214
XI.5.2. Stimulare magnetică repetitivă pulsată / Repetitive Pulse Magnetic Stimulation (rPMS) therapy	215
XI.5.2.1. Definiție rPMS	215
XI.5.2.2. Efecte rPMS	216
XI.5.2.3. Indicații rPMS	218
XI.5.2.4. Contraindicații rPMS	218
XI.5.2.5. Metodologie de prescriere și aplicare	219
XI.5.3. Stimulare magnetică repetitivă transcraniană / repetitive Transcranial Magnetic/Electric Stimulation (rTMS).....	219
XI.5.3.1. Definiție rTMS	219
XI.5.3.2. Indicații, aplicații, exemple, rTMS	219
BIBLIOGRAFIE	221

I. FIZIOTERAPIE. ELECTROTHERAPIE

I.1 GENERALITĂȚI

Definiție

FIZIOTERAPIA reprezintă folosirea în scop terapeutic a diferite forme de curenți, câmp electrostatic, radiații electromagnetice, câmpuri magnetice, ș.a.m.d (vezi cuprinsul cărții), toate obținute cu ajutorul unor aparate având ca sursă curentul electric sinusoidal de la rețea.

Deoarece în țara noastră fizioterapia are o importanță deosebită iar responsabilitatea prescrierii acesteia îi revine medicului specialist recuperare, medicină fizică și balneologie/ medicina fizică și de reabilitare, consider că este important ca acesta să realizeze formule de tratament originale adaptate pacientului, bazate pe cunoștințe și înțelegerea subtilă a aparatelor (și mai puțin prin folosirea din ce în ce mai extinsă și comodă, a formulărilor de diagnostic propuse de producători).

Clasificare fizioterapie

Criteriu de clasificare: mecanism etiologico-terapeutic

- 1) **Electroterapie propriu-zisă**: folosirea curentului electric (curenți redresați, joasă, medie, înaltă frecvență) și a câmpului electrostatic în scop terapeutic
- 2) **Fototerapie**: folosirea radiațiilor ultraviolete, infraroșii și a LASER în scop terapeutic
- 3) **Magnetoterapie**: folosirea câmpului magnetic, respectiv a câmpului electromagnetic în scop terapeutic
- 4) **Electromecanoterapie oscilatorie**: folosirea undelor oscilatorii electro-magnetice (ultrasunet, unde de șoc extracorporeale) cu valență mecanică în țesutul țintă, în scop terapeutic

De multe ori noțiunea de *electroterapie* se poate plia pe cea denumită *fizioterapie*, ca urmare clasificarea propusă are valoare orientativă, și de aceea titlul cărții este ales astfel.

Notiuni fizice de bază^{1,2,3}

Curentul electric continuu reprezintă o mișcare ordonată de sarcini electrice sub acțiunea unei diferențe de potențial; mișcarea ordonată de sarcini electrice se face într-un singur sens.

Curentul electric alternativ de la rețea reprezintă o mișcare alternativă de sarcini electrice sub acțiunea unei diferențe de potențial; deplasarea sarcinilor electrice se face alternativ: când într-un sens când în celalalt.

Frecvența este măsura numărului de repetări ale unui fenomen periodic în unitatea de timp

Formula fizică a frecvenței este: $v = 1/t$, unde frecvența este notată cu v și timpul cu t .

Unitatea de măsură a frecvenței în sistemul Internațional al elementelor S.I. este: $[v] = \text{Hz} (1/\text{sec})$

Curentul electric alternativ de la rețeaua electrică din România își modifică polaritatea de 50 de ori pe secundă deci frecvența acestuia este de 50 Hz (această frecvență este caracteristică rețelelor electrice din Europa dar și a majorității statelor lumii; însă în Statele Unite ale Americii, Brazilia, Mexic, Tahiti, Taiwan, Venezuela ș.a. frecvența curentului alternativ din rețeaua publică este de 60 Hz)⁴

Un **ciclu oscilator** este format dintr-o semiundă negativă și o semiundă pozitivă; curentul sinusoidal de la rețea are o frecvență de 50 Hz, altfel spus, are o frecvență de 50 de cicluri oscilatori pe secundă (figura 1).

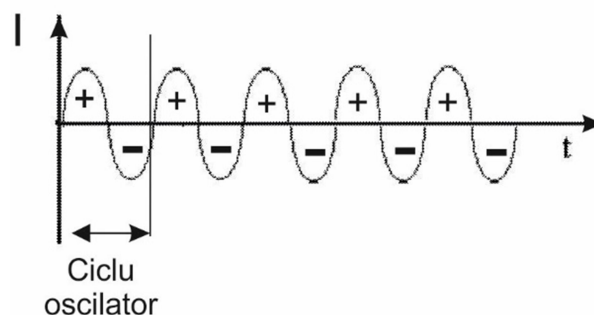


Figura 1 Curentul electric alternativ - ciclu oscilator

Intensitatea curentului

Intensitatea reprezintă: raportul dintre sarcina electrică care traversează secțiunea unui conductor în unitatea de timp
 $I=q/t$ I= intensitate, q=sarcina electrică, t=timp
[I]= A (Amper) în S.I.

Tensiunea electrică

Tensiunea electrică se notează cu simbolul U.

Unitatea de măsură în S. I este [U]=V (volt)

Definiție: Tensiunea electrică (U) între două puncte ale unui circuit (U1 și U2) reprezintă diferența de potențial între cele două puncte ale circuitului ($U=U1-U2$)

Această diferență de potențial corespunde energiei necesare deplasării de la un punct (U1) la celalalt punct (U2) a unei sarcini electrice (q).

Tensiunea electromotoare

Într-un circuit electric tensiunea electrică poartă numele de tensiune electromotoare și se notează cu E.

Definiție: Tensiunea electromotoare (E) reprezintă mărimea fizică scalară egală cu raportul dintre lucrul mecanic total efectuat (L) de câmpul electric pentru a transporta sarcina electrică (q) pe întregul circuit și mărimea sarcinii electrice.

Formula tensiunii electromotoare (U) $E=L/q$

Unitatea de măsură în S.I. : [E]=V (volt)

Valoarea efectivă a tensiunii sau tensiunea de linie furnizată de rețeaua de distribuție monofazată din România este de 230 V. În Europa, Africa și Asia (majoritar) U variază între 200 și 245 V. În Japonia și în America U variază între 100 și 127 V

Sunt două tipuri de circuite electrice:

(1) *Circuitul electric liniar* are în componență: o sursă de tensiune (E), elemente liniare (rezistori R, capacități inductori I, condensatori C), și elemente de distribuite a energiei; constituie rețele electrice liniare (analoge)

(2) *Circuit electronic* este circuitul electric care are în componența să pe lângă elementele de mai sus componente electronice (rezultate din combinarea și miniaturizarea elementelor electrice de bază rezistori, capacități rezultând diode, tranzistori); constituie rețelele electrice digitale⁵

Legea lui Ohm

Legea lui Ohm pentru un circuit simplu electric liniar se enunță astfel: intensitatea curentului electric printr-un circuit este direct

proporțională cu tensiunea electromotoare prin circuit și invers proporțională cu rezistența totală a circuitului

$$I = E/R$$

Aplicații ale legii lui Ohm în electroterapie: la aplicarea unui curent electric de intensitatea I prin intermediul unor electrozi țesutul țintă este supus unei tensiuni electrice (E) și la rândul lui țesutul țintă opune o rezistență electrică la trecerea curentului notată R . $I = E/R$. Cercetătorii au cuantificat inițial rezistența opusă de țesuturi și organism în general, rezultând clasică clasificare propusă de Krilova și Simanko, prin compararea cu rezistivitatea opusă de conductori astfel: *conductor de gradul I*, structuri anatomice foarte bune conducătoare de electricitate: sânge, limfă, LCR, corp vitros; *conductor de gradul II*, structuri anatomice bune conducătoare de electricitate: glande sudoripare, mușchi, țesut subcutanat, organe interne; *conductor de gradul III*, structuri anatomice rău conducătoare de electricitate: țesut nervos, țesut adipos, glande sebacee, țesut osos; *conductor de gradul IV*, structuri anatomice bune conducătoare de electricitate: părul, epiderma.⁶

În plus față de acesta clasificare trebuie ținut cont că rezistența cutanată poate fi argumentată prin aplicarea pe tegument a unor creme, sau poate varia în funcție de fluxul sangvin din teritoriul respectiv, ș.a, ca urmare s-a ivit o problemă în cazul aplicării curenților de joasă frecvență (vezi mai jos) și anume evitarea efectelor nedorite locale; pentru acest deziderat aparatele moderne au creat posibilitatea menținerii unei intensități constante a curentului furnizat (*I constant*). Acesta se numește modalitatea de emisie **Constant Current (CC)** și este realizată de toate aparatele de electroterapie existente la ora actuală și este ideală de ales în **aplicațiile statice** (aplicarea de electrozi în zone fixe, prestabilite).⁷⁻⁹

În schimb în tehnicile de aplicare dinamică (electrozi mobili), pacientul percepe prin creșterea densității de curent o senzație tegumentară mai accentuată la o intensitate mai mică. În consecință toate aparatele moderne emit și în modalitatea **Constant Voltage (CV)**, modalitate preferabilă în aplicațiile **dinamice** (electrozi mobili), în scopul menținerii unei densități de curent constante ($E = constant$).⁷⁻⁹