

MONITORIZAREA REFACERII SIMETRIEI LATERALE ȘI FUNCȚIONALE PRIN METODA TENSIOMIOGRAFICĂ PE PARCURSUL RECUPERĂRII POSTTRAUMATICE

Oatu Amalia

Conducator stiintific: **Dr. Ing. Dan BOBOC**

REZUMAT:

Posibilitatea investigării musculaturii striate, a sistemelor osteo-articulare și a sistemului neuro muscular sunt în permanență preocupări ale cercetătorilor. Acest tip de investigare presupune o colaborare interdisciplinară: medici, fiziologi, ingineri, fizicieni etc.

La momentul actual există o serie de metode de investigare, unele puțin invazive, cu o serie de puncte tari și puncte slabe. Nu ne propunem să facem în această lucrare, o analiză comparativă a acestor metode, dar le vom enumera în cuprinsul referatului.

Dorim să ne oprim asupra metodei tensiomiografice care, pe lângă informațiile despre problemele neuro musculare și osteo articulare prezente în cazuri patologice, poate da indicii și despre posibilitatea apariției acestora, lucru care se poate valorifica în program de prevenție.

CUVINTE CHEIE:tensiomiografie, evaluare musculara, recuperare, metoda.

1 INTRODUCERE

Recuperarea posstraumatica reprezinta o etapa foarte importanta in viata pacientilor care au suferit diverse leziuni traumatisme etc.

Un program de recuperare bine gandit si realizat are ca rezultat atingerea starii fiziologice normale sau cat mai aproape de normal si reintegrarea pacientului in viata activa profesionala, sociala.

Procesul de recuperare poate dura mai mult timp, poate fi plictisitor si putin incurajator pana la obtinerea primelor rezultate de aceea pe parcursul acestui proces atenta trebuie indreptata si in sustinerea psihica a pacientului.

De asemenea este de interes major urmarirea eficacitatii programelor de exercitii prin utilizarea metodelor de testare.

Una dintre metodele considerate de noi foarte eficiente, cu rezultate obiective este metoda tensiomiografica ce va fi prezentata intr-un capitol distinct din lucrarea de fata.

2 STADIUL ACTUAL

Investigațiile musculaturii voluntare – scurt istoric

2.1 Începând probabil de la observațiile biologului Luigi Galvani de la 1780 care a observat legătura existentă între descărcările electrice și contracția musculară (fig.1), cercetările privitoare la contracția musculară s-au orientat prioritar spre studiul diferitelor aspecte ale acestei conexiuni.

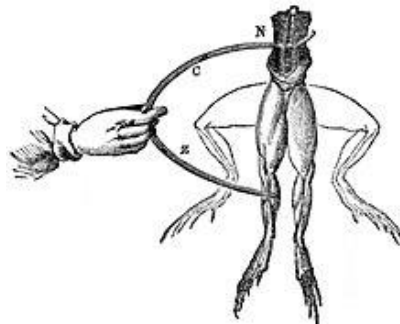


Fig. 1

¹ Specializarea EPTR, Facultatea IMST;

E-mail: oatu_amalia@yahoo.com

2.2 Evident, progresul cercetărilor a urmat o cale ascendentă la care nu mă voi referi aici.

Mă opresc numai la descoperirea relației dintre intensitatea curentului de excitare și durata acestui curent până la declanșarea contracției, relație pe care o întâlnim menționată ca „relația Intensitate-Durată”.

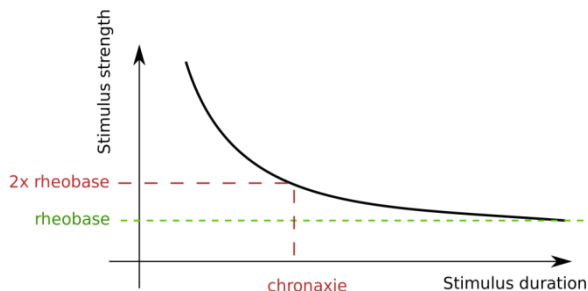


Fig.2

T.Ruch&J.Fulton defines the intensity-duration curve as being a curve that makes the link between the intensity of a stimulus and its duration. The I/D curve is determined experimentally by the application of external stimulators on a nerve or muscle, measuring for each duration of pulse the minimum current that will excite the muscle. [T.Ruch&J.Fulton, Fiziologie Medicală și Biofizică, p.79]

Because the time of use is difficult to measure, Lucas, Lapique and others have taken as the unit of measurement of excitability the time in which a current with a double intensity of the rheobase must be applied to produce excitation, this period of time is called the period of excitation or chronaxie. [T.Ruch&J.Fulton, Fiziologie Medicală și Biofizică, p.80]

2.3 Metoda Partheniu

In 1958, being included at the Center of Research at UCFS, I projected and built alongside the engineer Mihai Demetrescu the apparatus for producing the diadynamic currents and for measuring the reflex impedance.

The method consists in the administration, through the intermediary of an electrode applied to a motor cutaneous point, of successive electrical impulses, which increase in time and determine, at the moment of reaching the value - threshold, by the excitation of the nerve, the contraction of the muscle corresponding. By this method one determines the value of the stimulus for which the first contraction appears - that is the value of the "stimulus threshold". Dr. Partheniu has observed that the pulses of approximately 30 ms activate the muscle fibers with a slow contraction, in time with the pulses of 10, 20 and 30 ms activate progressively fibers from the fastest to the slowest. Similarly, he has established the relationship between the threshold values of the electrical impulses

administered to the motor cutaneous point and the degree of training of the investigated muscle.

2.4 Stimulodectia Progresiva Computerizata

Starting from the researches of Dr. Partheniu, Dr. Costin Dumitrescu in 1994, conceived a new method of determining the excitability of neuromuscular, the method called Stimulo-Detection Progressive Computerized (SDPC).

The procedure and the apparatus were imagined and realized in the CCPS by Dr. Costin Dumitrescu and his collaborators in 1994, being derived from the technique of Partheniu.

The use of the computer and other few modifications brought the technique of Partheniu to the research of the Laboratory of PHYSIOLOGY at C.C.P.S. led to the conception of this method of investigation and training called Stimulo-Detection Progressive Computerized (SDPC).

SDPC consists in the determination of the excitability of neuromuscular by the electrical progressive stimulation of the neuromotor cutaneous point with a rectangular signal. This mode of stimulation induces the contraction of the investigated muscle under the form of a spatial recruitment of the fibers.

3. ASPECTE ANATOMOFIZIOLOGICE ALE MUSCULATURII STRIATE SI SISTEMULUI NERVOS

3.1 Structura muschiului striat

Skeletal muscles represent approximately 40% - 45% of the body mass [RISTOIU, 2004, p.142].

Muscle tissue [LATASH, 1998, pp.26-27, MARIEB, 2006, pp.64-65] is composed of specialized contractile cells (muscle fibers), grouped in a well organized manner. The muscle fiber presents to the exterior a cell membrane called sarcolemma. Each muscle fiber contains two types of structures called myofibrils: the thick ones (myosin filaments) and the thin ones (actin filaments).

Seen at the microscope, muscle fibers contain numerous arrangements of myofibrils, parallel to each other and separated by a Z-band, called Z-band. The portion of myofibrils included between two Z-bands represents a sarcomere which is the functional unit of the skeletal muscle, the contractile unit of it. In the time of contraction, the two types of myofibrils slide the one against the other, the sarcomere shortens and thus the muscle contracts. In the time of relaxation, the sarcomere returns to its initial length. For this process to be normal it is necessary for the presence of calcium. Calcium is released from the reticulum

endoplasmatic în citoplasmă atunci când mușchii trebuie să se contracte. Pe lângă ionii de calciu, mușchiul mai are nevoie de energie pentru a se contracta. Aceasta este obținută prin scindarea moleculelor de ATP [RISTOIU, 2004, pg.145 – 148, <http://www.elipetromed.ro/fiziopatologia-sistemului-muscular-la-om.html>].

3.2 Sistemul nervos este organizat în:

- SISTEMUL NERVOS PERIFERIC care cuprinde componentele aflate în

afara creierului și măduvei spinării [wikipedia.org/wiki/Sistem_nervos_periferic];

- SISTEMUL NERVOS CENTRAL (SNC) care cuprinde organele nervoase ce constituie encefalul și măduva spinării [ro.wikipedia.org/wiki/Sistemul_nervos_central].

Funcțiile generale ale sistemului nervos [după BENTEU, D., 2008, pg.5-63]:

- detecția senzorială

procesul prin care neuronii traduc diverse forme de energie în semnale neuronale

- procesarea informațiilor

-transmisia informației în rețeaua neuronală

-transf. semnalelor prin combinarea acestora cu alte semnale = integrare neuronală

-stocarea informației = memoria

-utilizarea informației senzoriale pentru percepție

-procesele de gândire

-învățarea

-planificarea și implementarea comenzilor motorii emoțiile

- comportamentul

totalitatea răspunsurilor organismului față de mediul său

poate fi: - un act intern (cunoașterea)

- un act motor (motilitatea sau răspunsul SNV)

Componentele celulare ale sistemului nervos [KEVIN, 2007, pp.108-117]

- Neuronii celulele înalt diferențiate, excitabile

nu au capacitate de diviziune rol în: - recepționarea, generarea, transmiterea impulsului nervos

- Celulele gliale cu rol: - trofic, de susținere, de protecție pentru neuroni

NEURONUL [BENTEU, 2008, pp.114-117, SIEGEL, 1999, pp.80-88]:

- este unitatea celulară structurală și funcțională a sistemului nervos; este format din:

corpul celular

prelungirile:

■ dendritele –sunt prelungirile scurte

■ axonul - prelungirea unică a neuronului

3.3 Metode de investigare a musculaturii striate

Biopsia musculară și examenul histologic [după SEIDMAN, 2006, pg.3-65, DUBOWITZ, 2006, pp.6-78].

Pe plan internațional, până în momentul de față, s-au făcut o serie de cercetări vizând structura musculară fibrilară, toate aceste cercetari bazându-se pe biopsia musculară.

Această însă, avînd în vedere tehnica aplicării, o putem numi fără reținere: **metodă puternic invazivă.**

Imagistica prin rezonanță magnetică (cunoscută și sub numele de rezonanță magnetică nucleară - RMN) este un test care se folosește de un câmp magnetic și de pulsuri de radiofrecvență pentru vizualizarea imaginii diferitelor organe și țesuturi ale corpului omenesc. Imaginile sunt vizualizate și stocate cu ajutorul unui calculator care este montat într-o încăpere separată de încăperea de scanare.

Ultrasonografia [după RadiologyInfo.org., 2009]

Ultrasonografia, denumită și metodă imagistică prin ultrasunete sau scanare cu ultrasunete, este o metodă non-invazivă. Reprezintă un mod uzual de a determina o serie de afecțiuni ale mușchilor, tendoanelor și ligamentelor și permite evaluarea musculo-scheletică a țesuturilor moi după o leziune sau o boală.

Electromiografia este o tehnică prin care se măsoară activitatea electrică a mușchilor. De cele mai multe ori este folosită ca metodă de investigație clinică care completează examinarea medicală fizică și oferă informații suplimentare (de exemplu poate ajuta la stabilirea cauzelor unei boli: neurogenice sau miopatie). Dar, în același timp, este un instrument util în cercetare, în studiul fiziologiei și fiziopatologiei musculare. Prin această metodă se poate studia activitatea bioelectrică la nivelul mușchiului striat, în stare de repaus și de contracție, atât în condiții normale cât și patologice [KAMEN, 2010, pp.10-12].

Electrostimularea este o metodă de determinare a excitabilității neuro musculare, metodă utilizată atât în patologie dar și în domeniul sportului.

Monitorizarea refacerii simetriei laterale și funcționale prin metoda tensiomiografică pe parcursul recuperării posttraumatice

Mecanografia, este o metodă care permite observarea vibrațiilor sau a unui sunet în timpul contracției sale, cu ajutorul unui accelerometru sau

a unui microfon, anexate la piele, peste mușchiul investigat [ORIZIO, 1993].

3 TENSIOMIOGRAFIA

Tensiomiografia (TMG) este o metodă pentru monitorizarea proprietăților mușchilor scheletici, metodă care a fost dezvoltată la Facultatea de Inginerie Electrică, Universitatea din Ljubljana, în Laboratorul de imagistică biomedicală și biomecanica mușchilor scheletici. TMG se bazează pe măsurarea deplasării transversale a burții mușchiului. În timpul contracției musculare, burta se extinde perpendicular pe direcția forței musculare exercitate.

Senzorul care măsoară deplasarea este poziționat pe planul tangențial pe zona cea mai mare a mușchiului (burta mușchiului investigat). Deplasarea burții mușchiului (extinderea), în timpul contracției este observată, monitorizată și înregistrată. Valencic a demonstrat că metoda tensiomiografică oferă date valoroase cu privire la proprietățile contractile ale mușchiului striat [Valencic, 2008].

Există o multitudine de articole publicate în urma utilizării acestei metode, ceea ce indică interesul asupra acestui tip de investigare.

Vom enumera câteva dintre ele:

Tous-Fajardo face un studiu privind rata de reabilitare a proprietăților contractile, măsurată non invaziv, prin metoda tensiomiografică [Tous-Fajardo, 2010].

Dahmane publică un articol privind evaluarea capacității metodei TMG, non invasive, de a estima proprietățile contractile a mușchiului, analizând răspunsul în urma stimulării burții mușchiului investigat [Dahmane, 2000].

Rusu realizează un studiu asupra investigației neuromusculare cu ajutorul TMG, în polineuropatia de tip diabetic [Rusu, 2009].

Valencič publică un articol privitor la măsurarea proprietăților dinamice ale musculaturii striate [Valencič, 1997].

Pišot studiază valorile parametrilor mușchilor integri și scăderea acestora după 35 de zile de repaus la pat [Pišot, 2008].

Karba afirmă, în urma unui studiu publicat în 1990, că stimularea electrică fazică mărește viteza de contracție a mușchiului scheletic uman.

Dahmane publică un articol în urma unei cercetări privind distribuția spațială a tipurilor de fibre în mușchiul neafectat, evidențiată prin biopsia musculară și examenul histochimic [Dahmane, 2005].

5. STUDIUL DE CAZ

Studiul a început în august 2015.

Subiect: gen feminin, 45 de ani. Subiectul, operat în urmă cu un an de sarcom sinovial. Se prezintă pentru recuperare.

Sarcomul sinovial a fost prezent la nivelul coapsei stânga, afectând vastul lateral și dreptul femural. Pacienta a suferit o rezecție parțială de drept femural, $\frac{1}{4}$ din grupa musculară (și parțial nervul care inervează dreptul femural), rezecție totală a vastului lateral, artroplastie de genunchi și montarea unei proteze de șold.

Subiectul prezenta mers deficitar, numai cu ajutorul bastonului, datorită echilibrului precar și a stabilității deficitare pe piciorul operat.

S-a procedat la testarea amplitudinii mișcărilor de flexie a gambei pe coapsă și a rotației din articulația coxofemurală, cu ajutorul goniometrului și la testarea cu ajutorul tensiomiografiei pentru a stabili gradul de asimetrie atât laterală cât și funcțională.

În urma testării goniometrice s-au evidențiat următoarele:

Amplitudinea mișcării de flexie a gambei pe coapsa a fost limitată la 20 grade;

Rotația activă zero, posibilă numai pasiv, prin manevrele evaluatorului.

Rezultatele testării tensiomiografice au fost:

Simetrie laterală

| Mușchi | Parte | Tc [ms] | Ts [ms] | Tr [ms] | Dm [mm] | Td [ms] | Sim [%] |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Drept femural | Dreapta | 35.84 | 138.15 | 29.74 | 0.93 | 11.32 | 43 |
| Drept femural | Stanga | 64.67 | 610.66 | 414.22 | 0.26 | 133.41 | |
| Vast lateral | Dreapta | 19.39 | 502.77 | 14.49 | 0.24 | 30.30 | 49 |
| Vast lateral | Stanga | 42.70 | 953.12 | 1.25 | 0.18 | 56.42 | |

| | | | | | | | |
|-------------|---------|-------|--------|-------|------|-------|---|
| Vast medial | Dreapta | 19.60 | 59.35 | 29.54 | 0.78 | 31.31 | Din 33 decubit ventral, coate flectate, sprijin pe antebraț subiectul executa ridicarea trunchiului de pe sol cu sprijinul pe varful picioarelor. Fig.5 |
| Vast medial | Stanga | 46.58 | 104.72 | 4.55 | 0.03 | 72.1 | Mers cu ajutorul unei benzi elastice trecute peste articulatia genunchiului afectat si peste coapsa piciorului sanatos. |

Simetrie funcțională la nivelul ligamentelor patelare: dreapta = 43% și stânga = 33%

Rezultatele evidențiază următoarele probleme:

Valori foarte scăzute ale amplitudinii maxime de contracție (Dm)

Valori crescute ale timpilor de contracție, de susținere și de întârziere la nivelul grupelor musculare de pe partea stângă (Tc, Ts și Td).

Drept urmare, valorile simetriilor laterale sunt unele foarte scăzute.

Valorile simetriei funcționale sunt și ele unele de atenție, fiind foarte scăzute, ceea ce indică un dezechilibru accentuat între flexori și extensori. Acest dezechilibru se evidențiază atât la piciorul stâng operat dar și la dreptul, cel mai probabil datorită forțării acestuia, în mers.

Urmare a acestor rezultate s-a stabilit un program de recuperare care a inclus atât exerciții de gimnastică medicală clasică cât și exerciții cu ajutorul simulatorului de condiții, asistate de calculator.

Simulatorul de condiții oferă posibilitatea de a stabili parametri ca distanță, forță, viteză, număr de repetari dar oferă și avantaj pentru subiectul care beneficiază de feed-back vizual.

S-a stabilit ca ședințele de recuperare să fie de 3 ori pe săptămână, cu o durată de 90 minute.

Programele stabilite:

Program de exerciții de gimnastică medicală clasică:

Mers cu încordarea muschilor abdominali fig.4



Ridicari laterale din decubit lateral cu cotul flectat si sprijin pe palma, subiectul executa extensia cotului cu ridicarea trunchiului de pe sol.

2. Program de exerciții pe simulatorul de condiții:

S-au lucrat folosind SIMULATORUL DE CONDITII ERGOSIM exercitii de crestere a rezistentei articulare a genunchiului, programul stabilit in urma testarii musculare a fost de 2 serii a cate 20 de repetari alternative.

In urma masuratorilor goniometrice s-a stabilit un model avand lungimea de 18 centimetrii pentru piciorul stang , pentru piciorul drept s-a stabilit un model avand lungimea de 30 cm. si forta de 4DAN.

De asemeni s-a stabilit un program de crestere a mobilitatii gleznelor si de intarire a musculaturii.

Programul a constat in 2 serii a cate 20 repetari alternative la nivelul gleznelor, modelul avand o lungime de 15 cm pentru piciorul stang si o forta de 2 Dan, pentru piciorul drept s-a folosit o lungime de 25 cm , forta de 2 Dan.

În urma acestui program de recuperare, pacienta, în luna decembrie, a fost capabilă să meargă fără ajutorul bastonului, recăpătându-și stabilitatea pe piciorul operat.

S-a procedat la o testare intermediară cu scopul de a obține date obiective și a se stabili ce modificări sunt necesare în continuarea programului.

Examenul goniometric a indicat o creștere a amplitudinii flexiei de la 20 grade la 40 grade, o amplitudine a rotației externe de 5 grade (rotația fiziologică normală este de 15 grade), și a rotației interne de 10 grade (rotația fiziologică normală este de 35 grade).

Rezultatele testării tensiomiografice:

Simetrie laterală

| Mușchi | Parte | Tc [ms] | Ts [ms] | Tr [ms] | Dm [m] | Td [ms] | Sim [%] |
|---------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|
| Drept femural | Dreapta | 32.44 | 150.05 | 89.74 | 2.98 | 21.12 | 63 |

Monitorizarea refacerii simetriei laterale și funcționale prin metoda tensiomiografică pe parcursul recuperării posttraumatice

| | | | | | | | |
|---------------|---------|-------|--------|--------|------|-------|----|
| Drept femural | Stanga | 44.67 | 310.66 | 214.22 | 1.99 | 33.31 | |
| Vast lateral | Dreapta | 20.19 | 222.38 | 54.29 | 1.24 | 32.30 | 59 |
| Vast lateral | Stanga | 32.40 | 293.10 | 31.15 | 0.68 | 16.38 | |
| Vast medial | Dreapta | 21.49 | 79.37 | 79.54 | 1.78 | 21.88 | 55 |
| Vast medial | Stanga | 38.39 | 99.72 | 34.45 | 1.03 | 42.72 | |

Simetrie funcțională la nivelul ligamentelor patelare: dreapta = 58% și stânga = 49%

Rezultatele au indicat o îmbunătățire atât a amplitudinii mișcării cât și simetriilor musculare laterale și a simetriilor funcționale. S-a hotărât trecerea la un alt nivel al recuperării, incluzând exerciții mai complexe și cu îngreunare, urmând ca o altă testare intermediară, să fie realizată în a doua jumătate a lunii mai 2016.

Program 2 - recuperare

Pozitia: decubit dorsal(culcat pe spate)

Izometrie fesieri (Se incordeaza muschii fesieri, se mentine contractia 6" si se face pauza 12 " – se repeta de 20 de ori, cu pauza la 10 repetari)



Fig.8

Flexie – extensie picior

-Se trage varful piciorului catre piept si se impinge inainte

-20 repetari cu pauza la 10 repetari
-Se pot face si rotatii de picior: 10 catre stanga/10 catre dreapta



Fig.9



Fig.10

Flexie – extensie genunchi

-Se indoiaie genunchiul si soldul cu talpa sprijinita pe masa, apoi se intinde la loc
-Flexia coapsei si a genunchiului se afectueaza atat cat permite boala de baza
-20 repetari cu pauza la 10

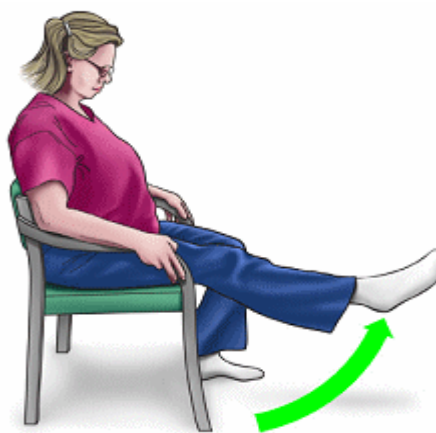


Fig.11

Abductie-Adductie sold

-Se misca catre lateral, membrul inferior intins, apoi este adus in pozitia initiala
-20 repetari cu pauza la 10
-Uneori, in functie de gradul artrozei, aceasta miscare nu poate fi efectuata



Fig.12

Flexie-extensie sold

-Celalalt genunchi este indoit si cu talpa sprijinita de masa
-Se ridica membrul inferior bolnav intins, ai apoi se revine la pozitia initiala
-Miscarea se efectueaza atat cat permite soldul bolnav
-20 repetari cu pauza la 10



Fig.13

Tonifiere cvadriceps

-Se pune un prosop facut sul sub genunchi si se incordeaza muschiul de deasupra genunchiului pana se ridica piciorul de pe masa
-Varianta: se impinge in jos, catre masa cu genunchiul fara sa se ridice calcaiul de pe masa
-20 repetari cu pauza la 10



Fig.14

Extensie sold

-Se ridica membrul. Se ridica membrul inferior intins, revenire. -In cazul in care acest exercitiu este dificil de realizat de pacient, se va incerca realizarea lui din ortostatism, cu sprijin pe membrul inferior sanatos si se va duce membrul inferior bolnav intins in spate
-20 repetari cu pauza la 10

Program 2 simulator

Programul in aceasta etapa a urmarit

Exercitiile stabilite au fost efectuate astfel:

3 serii a cate 50 repetari cu o lungime a modelului de 25 cm, la o forta de 4 Dan

1 serie a cate 20 repetari cu o lungime a modelului de 26 cm , la o forta de 4 Dan

BIBLIOGRAFIE:

<http://www.corrosion-doctors.org/Biographies/GalvaniBio.htm>) accesat 8 .05.2016

BENTEU, D., 2008, Sistemul nervos, curs 1, Facultatea de Medicină, Timișoara, în www.justmed.eu/files/fiziologie/n/curs%201.ppt.

DAHMANE R., Valenčić V., Knez N., Eržen I. Evaluation of the ability to make non-invasive estimation of muscle contractile properties on the basis of the muscle belly response. *Med. Biol. Eng. Comput.* 38, 51-55 (2000). (<http://www.springerlink.com/content/3356737281334271/>),

DAHMANE, R., Djordjevic, S., Šimunič, B., Valenčić, V. *Spatial fiber type distribution in normal human muscle histochemical and tensiomyographical evaluation.* *J. biomech.* 12/38, 2451-2459 (2005).

([http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290\(04\)00514-7/abstract](http://www.jbiomech.com/article/S0021-9290(04)00514-7/abstract))

DUBOWITZ, V., SEWRY, Cardine, 2006, *Muscle Biopsy: A Practical Approach*, 3th edition, Editura Elsevier Health Science

DUMITRESCU C, și colab., 1994, Stimulodectia progresivă computerizată ca metodă de investigare a structurilor neuromotorii voluntare, Uz intern, lucrare nepublicată, București, CCPS

KAMEN,G., DAVID, G., 2010, *Essentials of Electromyography*, Editura Human Kinetics, Champaign USA.

KEVIN, Y., 2007, *Human Physiology*, Editura Wikibooks.

LATASH, M., 1998, *Neurophysiological basis of movement*, Editura Human Kinetics, U.S.A.

MALLERY, C., 2009, “*Muscle Physiology*“, University of Miami, în http://www.bio.miami.edu/~cmallery/150/neuro/sci_am.muscle.1.jpg

ORIZIO, C., (1993). Muscle sound: bases for the introduction of a mechanomyographic signal in muscle studies. *Crit Rev Biomed Eng*, 21, 201 -243. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8243092>).

RISTOIU, Violeta, MARCU-LAPADA, Mihaela, 2004, *Elemente de Anatomie și Fiziologie*, Edit. Universității din București.