

# UTILIZAREA TMG (tensiomiografei) IN SCOPUL MONITORIZARII REFACERII SIMETRIEI LATERALE SI PE PARCURSUL RECUPERARII POSTTRAUMATICE

Oatu Amalia

Coordonator 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: medicină, fizică, inginerie, kinetoterapie, fizioterapie etc.

La momentul actual există o serie de metode de investigare, unele puțin invazive, cu o serie de puncte tari și puncte slabe.

Lucrarea studiaza metoda tensiomiografică, metodă care, pe lângă informațiile despre problemele neuro musculare și osteo articulare prezente la diferite cazuri patologice, poate da indicii și despre posibilitatea apariției acestora, lucru care se poate valorifica ulterior în programe de prevenție.

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

## 1 INTRODUCERE

Recuperarea posstraumatică reprezintă o etapă foarte importantă în viața pacienților care au suferit diverse leziuni traumatisme etc.

Un program de recuperare bine gândit și realizat are ca rezultat atingerea stării fiziologice normale sau cât mai aproape de normal și reintegrarea pacientului în viața activă profesională, socială.

Procesul de recuperare poate dura mai mult timp, poate fi plictisitor și puțin încurajator până la obținerea primelor rezultate de aceea pe parcursul acestui proces atenția trebuie îndreptată și în susținerea psihica a pacientului.

De asemenea este de interes major urmărirea eficacității programelor de exerciții prin utilizarea metodelor de testare. Una dintre metodele considerate foarte eficientă, cu rezultate obiective este metoda tensiomiografică ce va fi prezentată într-un capitol distinct din lucrarea de față.

## 2 STADIUL ACTUAL

Se va prezenta un scurt istoric legat de investigațiile musculaturii voluntare.

Începând probabil de la observațiile biologului Luigi Galvani de la 1780 (<http://www.corrosion-doctors.org/Biographies/GalvaniBio.htm>) 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.

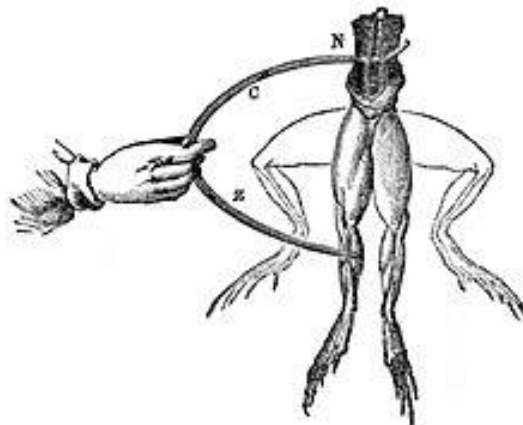


Fig. 1. Legătura între descărcările electrice și contracția musculară

Progresul cercetărilor a urmat o cale ascendentă până la descoperirea relației dintre intensitatea curentului de excitare și durata acestui curent până la declanșarea contracției, relație menționată ca „relația Intensitate-Durată”.

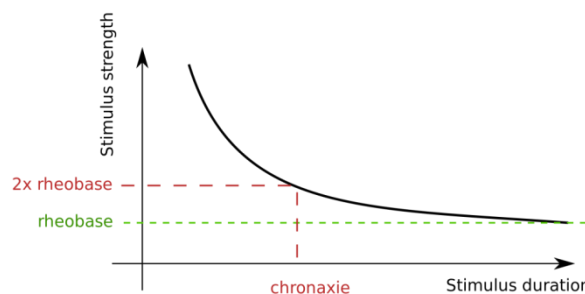


Fig.2. Curba intensitate-durată

T.Ruch & J.Fulton definesc curba intensitate-durată ca fiind o curbă care face legătura între intensitatea unui stimul liminar și durata sa. Curba I/D se determină experimental prin aplicarea unor electrozi stimulatori externi pe un nerv sau mușchi măsurându-se pentru fiecare durată de pulsație curentul minim care va excita mușchiul [T.Ruch & J.Fulton, Fiziologie Medicală și Biofizică, p.79].

Deoarece timpul de utilizare este greu de măsurat, Lucas, Lapique dar și alții au luat ca unitate de măsură a excitabilității timpul în care un curent cu o intensitate dublă față de reobază trebuie să se scurgă pentru a produce excitația, aceasta perioadă de timp este numită perioadă de excitație sau cronaxie [T.Ruch & J.Fulton, Fiziologie Medicală și Biofizică, p.80].

În anul 1958, fiind încadrat la Centrul de Cercetări al UCFS, cercetătorul Partheniu a proiectat și construit alături de inginerul Mihai Demetrescu aparatele de producere a curenților diadinamici și de măsurare a reflexului de impedanță.

Metoda constă în administrarea, prin intermediul unui electrod aplicat într-un punct motor cutanat, a unor impulsuri electrice succesive, ce creșteau în timp și determinau, la atingerea valorii – prag, prin excitarea nervului, contracția mușchiului corespunzător. Prin această metodă se determina valoarea stimulului pentru care apare prima contracție - adică valoarea "stimulului prag". Dr. Partheniu a constatat că pulsările de aproximativ 30 ms activează fibrele musculare cu contracție lentă, în timp ce pulsările de 10, 20 și 30 ms activează progresiv fibre din ce în ce mai rapide. De asemenea, acesta a stabilit relația dintre valorile prag ale impulsurilor electrice administrate punctului motor cutanat și gradul de antrenament al mușchiului investigat.

Plecând de la cercetările Dr. Partheniu, Dr. Costin Dumitrescu în anul 1994, concepe o nouă metodă de determinare a excitabilității neuromusculare, metodă denumită Stimulo-Detecție Progresivă Computerizată (SDPC).

Procedura și aparatul au fost imaginate și realizate în cadrul CCPS de către dr. Costin Dumitrescu și colaboratorii săi în anul 1994, fiind derivată din tehnica lui Partheniu.

Utilizarea computerului și alte câteva modificări aduse tehnicii Partheniu de către cercetătorii Laboratorului de FIZIOLOGIE al C.C.P.S. au dus la conceperea acestei metode de investigare și antrenament denumită Stimulo-Detecție Progresivă Computerizată (SDPC).

SDPC constă în determinarea excitabilității neuromusculare prin stimularea electrică progresivă a punctului neuromotor cutanat cu un semnal de formă rectangulară. Acest mod de stimulare induce contracția mușchiului investigat sub forma unei recrutări spațiale a fibrelor.

### 3. ASPECTE ANATOMOFIZIOLOGICE ALE MUSCULATURII STRIATE ȘI SISTEMULUI NERVOS

#### 3.1 Structura mușchiului striat

**Mușchii scheletici reprezintă aproximativ 40% - 45% din masa corporală [RISTOIU, 2004, p.142].**

Țesutul muscular [LATASH, 1998, pp.26-27, MARIEB, 2006, pp.64-65] este alcătuit din celule contractile specializate (fibre musculare), grupate într-un mod bine organizat. Fibra musculară prezintă la exterior o membrană celulară denumită sarcolemă. Fiecare fibră musculară conține două tipuri de structuri denumite miofilamente: unele groase (filamentele de miozină) și unele subțiri (filamentele de actină).

Văzute la microscop, fibrele musculare conțin numeroase aranjamente de miofilamente, paralele între ele și despărțite de o bandă întunecată, denumită banda Z. Porțiunea de miofibrile cuprinsă între două benzi Z reprezintă un sarcomer care este unitatea funcțională a mușchiului scheletic, unitatea contractilă a acestuia. În timpul contracției, cele două tipuri de miofilamente alunecă unele către celelalte, sarcomerul se scurtează și astfel are loc contracția musculară. În timpul relaxării, sarcomerul revine la lungimea inițială. Pentru ca acest proces să se desfășoare normal este nevoie de prezența calciului. Calciul este eliberat din reticulul endoplasmatic în citoplasmă atunci când mușchiul 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

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] sunt:

- detecția senzorială este:  
procesul prin care neuronii traduc diverse forme de energie în semnale neuronale;
- procesarea informațiilor prin:  
transmisia informației în rețeaua neuronală;  
transferarea 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 reprezintă:  
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] sunt:

- Neuronii :  
celulele înalt diferențiate, excitabile;  
nu au capacitate de diviziune;  
rol în: - recepționarea, generarea, transmiterea impulsului nervos.
- Celulele gliale:  
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, fiind format din:

- corpul celular;
- prelungirile compuse din: dendrite –sunt prelungirile scurte ; axon - 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 cercetări bazându-se pe biopsia musculară.

Această însă, avînd în vedere tehnica aplicării, este o **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] 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.

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].

## 4. TENSIOMIOGRAFIA

Tensiomiografia (TMG) este o metodă utilizată în 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 mușchiului. În timpul contracției musculare, acesta se extinde perpendicular pe direcția forței musculare exercitate.

Senzorul care măsoară deplasarea este poziționat pe planul tangențial pe zona cea mai mare a mușchilui (burta mușchiului investigat).

Deplasarea 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 invazive, 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].

- Valenčić publică un articol privitor la măsurarea proprietăților dinamice ale musculaturii striate [Valenčić, 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 – STUDIU DE CAZ

Acest studiu 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, ¼ 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.

Rezultatele testării tensiomiografice sunt prezentate în continuare:

**Tabelul 1 Simetrie laterală**

Mușchi	Parte	Tc [ms]	Ts [ms]	Tr [ms]	Dm [mm]
Drept femural	Dreapta	35.84	138.15	29.74	0.93
Drept femural	Stanga	64.67	610.66	414.22	0.26
Vast lateral	Dreapta	19.39	502.77	14.49	0.24
Vast lateral	Stanga	42.70	953.12	1.25	0.18
Vast medial	Dreapta	19.60	59.35	29.54	0.78
Vast medial	Stanga	46.58	104.72	4.55	0.03

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.

S-a constatat simetria funcțională la nivelul ligamentelor patelare: dreapta = 43% și stânga = 33%.

Rezultatele au evidențiat 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 importante, 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.

Ca 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 repetări dar oferă și posibilitatea ca pacientul să beneficieze 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 au fost:

1. Programul de exerciții de gimnastică medicală clasică este format din:
2. Mers cu încordarea muschilor abdominali
3. Ridicari laterale din decubit lateral cu cotul flectat și sprijin pe palma, subiectul executa extensia cotului cu ridicarea trunchiului de pe sol.
4. Din decubit ventral, coate flectate, sprijin pe antebraț subiectul executa ridicarea trunchiului de pe sol cu sprijinul pe varful picioarelor. Fig.5
5. Mers cu ajutorul unei benzi elastice trecute peste articulația genunchiului afectat și peste coapsa piciorului sanatos.

6. Program de exerciții pe simulatorul de condiții:

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

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

De asemenea 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, iar 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.

Rezultatele testării tensiomiografice sunt prezentate in tabelul2.

Tabelul 2 -Simetrie laterală

Mușchi	Parte	Tc [ms]	Ts [ms]	Tr [ms]	Td [ms]
Drept femural	Dreapta	32.44	150.05	89.74	21.12
Drept femural	Stanga	44.67	310.66	214.22	33.31

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).

S-a obținut 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.

## CONCLUZII

Metoda tensiomiografică oferă pe lângă informațiile despre problemele neuro musculare și osteo articulare prezente în diferite cazuri patologice, poate da indicii despre posibilitatea apariției acestora, lucru care se poate valorifica în programul de prevenție, particularizat pentru fiecare pacient în parte.

## BIBLIOGRAFIE

- [1]Benteu, D., 2008, Sistemul nervos, curs 1, Facultatea de Medicină, Timișoara, în [www.justmed.eu/files/fiziologie/n/curs%201.ppt](http://www.justmed.eu/files/fiziologie/n/curs%201.ppt)
- [2]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/>).
- [3]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).
- [4]Dubowitz, V., Sewry, Cardine, 2006, *Muscle Biopsy: A Practical Approach*, 3th edition, Editura Elsevier Health Science
- [5]Dumitrescu C, și colab., 1994, Stimulodectia progresivă computerizată ca metodă de investigare a structurilor neuromotorii voluntare, Uz intern, lucrare nepublicată, București, CCPS
- [6]Kamen,G., David, G., 2010, Essentials of Electromyography, Editura Human Kinetics, Champaign USA.
- [7]Kevin, Y., 2007, Human Physiology, Editura Wikibooks.
- [8]Latash, M., 1998, *Neurophysiological basis of movement*, Editura Human Kinetics, U.S.A.
- [9]Mallery, C., 2009, “*Muscle Physiology*”, University of Miami, în