

Ministerul Educației ,Culturii și Cercetării  
Universitatea Tehnică a Moldovei  
Programul de masterat „Inginerie Biomedicală”



Co-funded by the  
Tempus Programme  
of the European Union

Cu suportul proiectului TEMPUS Inițiativa Tempus Educație în  
Inginerie Biomedicală în Aria de Vecinătate Estică (BME-ENA)



Admis la susținere  
Șef departament MIB:  
prof.univ.dr. Șontea Victor

„ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2018

# DISPOZITIV DE MĂSURARE ȘI CERCETARE A PARAMETRIILOR DE EXCITABILITATE

Teză de master

Masterand: \_\_\_\_\_ (Druța Octavian)

Conducător: \_\_\_\_\_ (Iavorschi Anatolie)

Chișinău – 2018

Ministerul Educației ,Culturii și Cercetării  
Universitatea Tehnică a Moldovei  
Programul de masterat „Inginerie Biomedicală”



Co-funded by the  
Tempus Programme  
of the European Union

Cu suportul proiectului TEMPUS Inițiativa Tempus Educație în  
Inginerie Biomedicală în Aria de Vecinătate Estică (BME-ENA)



Admis la susținere  
Șef departament MIB:  
prof.univ.dr. Șontea Victor  
„16” 01 2018

# DISPOZITIV DE MĂSURARE ȘI CERCETARE A PARAMETRILOR DE EXCITABILITATE

Teză de master

Masterand:  (Druța Octavian)

Conducător:  (Iavorschi Anatolie)

Chișinău – 2018

## ADNOTARE

la teza de master cu tema “Dispozitiv de măsurare și cercetare a parametrilor de excitabilitate”,

Teza cuprinde introducerea, trei capitole, concluzii, bibliografia din 21 titluri, 1 anexă, 64 pagini text de bază, inclusiv 39 figuri, 18 diagrame și 3 tabele.

**Cuvinte cheie:** parametru de excitabilitate, reobază, cronaxie, potențial de repaus, potențial de acțiune, cercetare, mușchi

**Domeniul de cercetare** îl constituie aspectele teoretice și practice ale cercetării parametrilor de excitabilitate a țesuturilor, prin studierea reobazei și cronaxiei cu scop diagnostic în unele tipuri de patologii specifice.

**Scopul lucrării** constă în cercetarea parametrilor de excitabilitate prin elaborarea unui dispozitiv medical electronic capabil să măsoare rapid, corect și să afișeze rezultatul imediat cu ulterioara analiză a acestor parametrilor de excitabilitate.

**Metodologia cercetării științifice** se bazează pe analize, cercetări, lucrări, publicații.

**Noutatea și originalitatea** constă în evidențierea importanței parametrilor de excitabilitate în cercetări de laborator. Cercetarea poate fi făcută de utilizator primar, cu interpretarea rezultatelor de către un specialist în domeniul fiziologiei sau neurologiei. Asemenea dispozitiv nu există pe piața Republicii Moldova, prin genericul său este simplu în utilizare cu o metodă optimă de afișare a rezultatelor.

**Semnificația teoretică** lucrării o constituie cercetarea parametrilor de excitabilitate prin măsurarea cu un dispozitiv proiectat.

**Valoarea aplicativă a lucrării** o constituie importanța cunoașterii parametrilor de excitabilitate, iar cercetarea lor poate oferi informații despre unele patologii specifice. Datele obținute pot fi studiate pentru a evalua statistic o serie de examinări cu eventuale rezultate.

## ADNOTATION

to the master thesis on "*Device for measuring and research of excitability parameters*",

The thesis consists of introducing 3 chapters, conclusions, 21 bibliographies, 1 annexe, 64 basic text pages, including 39 figures, 18 diagrams and 3 tables.

**Key words:** excitability parameter, rheobase, chronax, resting potential, action potential, muscle

**Toys aim** is the theoretical and practical aspects of researches of tissue excitability parameters, by studying rheobase and chronax for diagnostic purposes in some specific types of pathologies.

**The purpose of this thesis** is to investigate the excitability parameters by developing an electronic medical device capable of measuring rapidly, correctly and displaying the result immediately with a subsequent analysis of these excitability parameters.

**Methodology of scientific research** is based on analysis, research, works, publications.

**Novelty** is to highlight the importance of excitability parameters in research laboratories. Research can be done by the primary user, with the results interpreted by a physiologist or neurologist. This device does not exist on the Moldovean market, its generic is simple to use with an optimal method of displaying the results.

**The theoretical significance** of the paper is the investigation of the excitability parameters by measuring with a projected device.

**Value of the work** the applicative value of a work is the importance of knowing the exactability parameters, and their research can provide information about certain pathological species. Data obtained can be studied to evaluate statistics a series of examinations with possible outcomes.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE.....</b>	<b>6</b>
<b>I. Metode și tehnici de cercetare a parametrilor de excitabilitate.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Scurt istoric .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2. Metode de studiu a parametrilor de excitabilitate.....</b>	<b>10</b>
<b>II. Fiziologia celulei și parametri de excitabilitate .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. Potențialul de membrană.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2. Măsurarea potențialului de membrană.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3. Potențialul de repaus.....</b>	<b>19</b>
<b>2.4 Potențialul de acțiune .....</b>	<b>21</b>
<b>III. Elaborarea dispozitivului și cercetarea parametrilor de excitabilitate.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1. Elaborarea schemei bloc a dispozitivului.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2. Elaborarea schemei electrice.....</b>	<b>44</b>
<b>3.3. Elaborarea metodelor de măsurare a parametrilor de excitabilitate....</b>	<b>50</b>
<b>3.4. Cercetarea parametrilor de excitabilitate.....</b>	<b>53</b>
<b>CONCLUZII .....</b>	<b>62</b>
<b>BIBLIOGRAFIE .....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXE.....</b>	<b>65</b>

## INTRODUCERE

Organismele vii prezintă trei proprietăți fundamentale: excitabilitatea, metabolismul și reproducerea. Excitabilitatea spre deosebire de reproducere și metabolism este domeniu exclusiv al științelor fiziologice.

Excitabilitatea este proprietatea materiei vii de a reacționa prin manifestări specifice (contractie, secreție, elaborarea influxului nervos etc.) la acțiunea unor stimuli (variații energetice calitativ cantitative) din mediul înconjurător.

Excitabilitatea este o însușire generală a tuturor celulelor vii, iar în ceea ce privește neuronii reprezintă capacitatea de a reacționa în mod specific la acțiunea unor excitanți. Pentru a defini mai concret excitabilitatea putem spune că e proprietatea neuronilor de a reacționa la acțiunea unui stimul sau excitant mai ales la nivelul membranei neuronale producând anumite modificări fizico-chimice atunci când stimulul sau excitantul îndeplinește anumite condiții. Stimulul sau excitantul la nivelul membranei neuronale provoacă modificări în ceea ce privește permeabilitatea ionilor, modificări care duc la schimbarea repartizării acestora de o parte și de alta a membranei neuronale.

În termeni fizici, excitabilitatea este proprietatea neuronilor de a-și modifica rapid potențialul membranal de repaus și de a genera un potențial membranal de repaus și de a genera un potențial membranal de acțiune când asupra membranei acționează un stimul sau un excitant. Pentru a produce o excitație stimulul trebuie să îndeplinească 4 condiții:

1. Stimulul trebuie să aibă o anumită intensitate, care a fost numit intensitate-prag sau liminară și care se definește ca intensitatea minimă capabilă să provoace excitația la acțiunea stimulului. Stimulii care au valoare sub prag se numesc stimuli subliminari, iar stimulii care au valoare peste prag se numesc stimuli supraliminari. În urma unei singure acțiuni stimulul subliminar determină o depolarizare locală care poartă denumirea de potențial local și care are un rol important în realizarea excitabilității. Dacă acțiunea cu un stimul subliminar se repetă cu frecvență mare, potențialele locale se sumează și pot genera un potențial de acțiune.

2. Stimulul sau excitantul trebuie să dureze un interval suficient de timp, să acționeze într-un anumit timp numit timp util.

3. Stimulul sau excitantul trebuie să acționeze cu o anumită bruschetă. Dacă intensitatea unui stimul electric crește lent de la zero, intensitatea va depăși valoarea prag a excitantului fără a provoca o excitație. Din aceste considerente excitantul a fost definit variația bruscă a energiei unui factor de mediu intern sau extern care produce o excitație. Scăderea excitabilității, atunci când intensitatea stimulului crește lent, poartă denumirea de acomodare.

4. Stimulul sau excitantul trebuie sa atingă o anumită densitate pe unitate de suprafață. În cazul în care stimularea se realizează cu un electrod punctiform vorbim de o stimulare mai mare pe o unitate de suprafață.

Pentru organismele vii și pentru toate celulele lor este caracteristică iritabilitatea – capacitatea de a răspunde la acțiunile mediului extern sau la dereglările stării lor prin modificarea structurii, prin apariția, intensificarea sau stabilirea activității sale, care sânt strâns legate de schimbările cantitative și calitative ale metabolismului de substanțe și energetic. Modificările structurii și funcției organismului și ale celulelor lui ca răspuns la diferite acțiuni au fost numite reacții biologice, iar acțiunile care le provoacă – excitanți sau stimuli.

Celulele vii posedă iritabilitate, adică capacitatea de a trece din starea de repaus fiziologic în starea activă sub influența excitanților. Însă termenul ”țesuturi excitabile” se aplică în special pentru țesuturile nervos și muscular, în care activitatea se manifestă în formă de excitație. Această excitație este însoțită de apariția impulsului electric, care se propagă de-a lungul membranei celulare. [1]

Excitația se caracterizează prin totalitatea modificărilor electrice, chimice, funcționale și structurale ale membranei. Printre ele fenomenele electrice au rolul principal, deoarece asigură propagarea excitației prin fibrele nervoase și inițiază procesul contracției în fibrele muschilor scheletici, netezi și cardiac. [1]

Între cele două suprafețe ale membranelor tuturor celulelor din organism există potențiale electrice. Mai mult, anumite celule, precum neuronii și miocitele, sunt capabile să genereze la nivelul membranelor proprii impulsuri electrochimice care variază rapid, acestea fiind esențiale pentru transmiterea de semnale de-a lungul suprafețelor celulare. În alte tipuri de celule (precum celulele glandulare, macrofagele și celulele ciliate), modificări locale ale potențialelor de membrană activează numeroase funcții celulare.[2]

Celulele corpului, indiferent de tipul lor, posedă aproape toate potențiale electrice transmembranare. Acestea sunt în fapt potențiale membranare de difuziune, întrucât sunt generate de către jocul ionilor de la nivelul fețelor biomembranare. Lichidele din compartimentul intracelular și respectiv din sectorul interstițial diferă sub aspectul naturii, concentrației și încărcării electrice a substanțelor pe care le conțin. Diferențele de compoziție și implicit de sarcina electrică rezultă din activitatea metabolică celulară, din caracteristicile fizice și chimice ale substanțelor care le compun ca și din proprietățile membranelor celulare. La polarizarea biomembranei celulare contribuie atât factorii fizico-chimici cât și biologici, care generează între exteriorul și interiorul celulei o repartiție inegală a sarcinilor electrice. În starea de repaus a celulei, în interiorul acestui sistem, se află predominant macromolecule proteice negative și ioni de  $K^+$ , pe când în exteriorul lui predomină ioni de  $Na^+$  și  $Cl^-$ . [3]

## BIBLIOGRAFIE

- [1] BABSKI, E. B.; ZUBCOV, A. A.; KOSIŢKI, G. I.; HODOROV, B. I.; *Fiziologia omului: Man. Pentru studenții in-telor de medicină*; Trad. din l. rusă de Babin, A. ș. a. – Ch.: Lumina, 1991, p.30-35; p.319-346; p.365-378.
- [2] GUYTON & HALL.; *Tratat de fiziologie a omului*. Ediția a 11-a; Copyright, Editura Medicală Callisto, 2009, p.57-70.
- [3] MANOLE, G.; *Fiziologie clinică*. București: Editura CNI Coresi, 2005, p.75-87.
- [4] HAULICA, I.; *Fiziologie umană*. Ediția a II-a. Editura Medicală București, 2000, p.99-117.
- [5] KUMAR, V.; ABBAS, A.; ASTER, J.; Robbins *Patologie: Bazele morfologie și fiziopatologie ale bolilor*. Copyright, Editura Medicală Callisto, 2015.
- [6] LUTAN, V.; CAZACU, P.; IAROVUI, A.;... *Fiziopatologie medicală*. Vol.2. Ch.: Centrul Ed.-Poligr. "Medicina", 2004, p.9-21.
- [7] ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.;... el al: *Molecular Biology of the Cell*. NewYork: Garland Science. 2002
- [8] GRILLNCR, S.; *The motor infrastruchlre: from ion channels to neuronal networks*. Nat Rev Neurosci 4:573. 2003.
- [9] HODGKIN, A. L: *The Conduction of the Nervous Impulse*. Springfield. IL Charles C Thomas. 1963.
- [10] HODGKIN, A. L.; HUXLEY, AF; *Quantitative description of membrane current and its application to conduction and excitation in nerve*. J Physiol (Lond) 117:500. 1952.
- [11] KLEBER, A. G.; RUDY, Y; *Basic mechanisms of cardiac impulse propagation and associated arrhythmias*. Physiol Rev 84:431. 2004
- [12] LU, Z; *Mechanism of rectification in inward-rectificr K channels*. Annu Rev Physiol 66:103, 2004.
- [13] MATTHEWS, G. G; *Cellular Physiology of Nerve and Muscle*. Malden. MA: Blackwell Science. 1998.
- [14] PEREZ-REYES, E.; *Molecular physiology of low.voltageactivated T-type calcium channels*. Physiol Rev 83:117. 2003.
- [15] POLIAK, S.; PELES, E; *The local differentiation of myelinated axons at nodes of Ranvicr*.Nat Rc\` eurosoci 12:968.2003.
- [16] POLLARD, T. D. Eamshaw \\le Cell Biology. Philadclphia: Elsevier Science, 2002.
- [17] RUFF, R.L.; *Neurophysiology of the neuromuscular junction: overview*. Ann N Y Acad Sci 998: I. 2003.



[18] XU-FRIEDMAN, M. A. Regehr WG: *Structural contributions to shortterm synaptic plasticity*. Physiol Rev 84:69. 2004.

[19] RADU CIORAP, *Introducere în electronică biomedicală*, Editura “PIM” Iași, 2007

[20] ANATOLIE IAVORSCHI; CĂLIN-PETRU COCIORVĂ; VICTOR ȘONTEA: *Instrumentație medicală*, Editura Pontos, Chișinău, 2017 pag.9-19

Link-uri

[21] <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/77378/ATMEL/ATMEGA32.html> accesat la 20.11.2017 (cercetarea conexiunilor microprocesorului din datasheet)