

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII
MOLDOVA**
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică
Departamentul Microelectronică și Inginerie Biomedicală

Admis la susținere
Șef interimar departament MIB:
conf.univ., dr. Serghei RAILEAN

” _____ ” _____ 2022

APARAT INTELIGENT DE HIPOTERMIE TERAPEUTICĂ PENTRU APLICAȚII ÎN NEUROLOGIE

Teză de master

Student: Ciumeica Ala, gr. IBM 201M

Conducător: Cojocaru Victor,
Conf. univ., Dr.

.)

Chișinău, 2022

ADNOTARE

la teza de master cu tema “Aparat inteligent de hipotermie terapeutică pentru aplicații în neurologie”

Teza cuprinde introducerea, trei capitole, concluzii, bibliografia din 28 titluri, 62 pagini text de bază, inclusiv 19 figuri și 1 tabelă.

Cuvinte cheie: Hipotermie, Hipotermie terapeutică, Accident vascular cerebral, Elemente Peltier, Aparate de hipotermie

Domeniul de cercetare îl constituie aspectele teoretice și practice ale modelării și aplicării în practică a aparatelor de hipotermie, precum și a utilizării acestora în medicină.

Scopul lucrării constă în analiza etapelor de dezvoltare a aparatelor de hipotermie, evaluarea funcționalității lor și analiza posibilității de asigurare a echipelor de ambulanțe cu aparate de hipotermie terapeutică ușor manipulative pentru a reduce riscul de traumatism tisular ischemic ca rezultat al insuficienței cardiace sau blocarea arterelor.

Metodologia cercetării științifice se bazează pe teoria studierii tehnicilor de hipotermie terapeutică și analiza rezultatelor aplicării acestora în studiile de caz.

Noutatea și originalitatea științifică a tezei constă în: definirea și identificarea sistemelor inteligente de hipotermie terapeutică flexibile în utilizare și ușor înțelese și manipulate de personalul medical cu un potențial înalt de adaptare în practica de urgență.

Semnificația teoretică a lucrării o constituie analiza și sistematizarea etapelor de dezvoltare a aparatelor inteligente de hipotermie terapeutică, aplicarea noilor tehnologii în simplificarea constructivă a lor și creșterea eficienței acestora.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în elaborarea unor propuneri de revizuire a standardelor europene SM EN 1789+A2:2015 Vehicule medicale și echipamentele lor. Ambulanțe rutiere (Medical vehicles and their equipment. Road ambulance) și a caietelor de sarcini pentru modificarea cerințelor de completare a ambulanțelor cu echipamente suplimentare și necesare.

SUMMARY

to the master's thesis on "Intelligent therapeutic hypothermia device for applications in neurology",

The thesis includes the introduction, three chapters, conclusions, bibliography of 28 titles, 62 pages of basic text, including 19 figures and 1 table.

Key words: hypothermia, Peltier elements, microcontroller, fuzzy logic implementation, fuzzy rules

The field of research is the theoretical and practical aspects of the modeling and application in practice of hypothermia devices, as well as their use in medicine.

The aim of the paper is to analyze the stages of development of hypothermia devices, evaluate their functionality and analyze the possibility of providing ambulatory teams with easily manipulated therapeutic hypothermia devices to reduce the risk of ischemic tissue trauma as a result of heart failure or arterial blockage.

The methodology of scientific research is based on the theory of studying the techniques of therapeutic hypothermia and the analysis of the results of their application in case studies.

The theoretical significance of the paper is the analysis and systematization of the development stages of intelligent therapeutic hypothermia devices, the application of new technologies in their constructive simplification and increasing their efficiency.

The applicative value of the paper consists in the elaboration of proposals for the revision of the European standards SM EN 1789 + A2: 2015 Medical vehicles and their equipment. Road ambulance. and of the specifications for the modification of the requirements for completing the ambulances with additional and necessary equipment.

CUPRINS

ABREVIATURI SI DEFINIȚII UTILIZATE	8
INTRODUCERE	9
1. HIPOTERMIA ȘI METODE DE SCĂDERE A TEMPERATURII CORPULUI	11
1.1 Istoricul evoluției hipotermiei terapeutice	11
1.2 Clasificarea generală a hipotermiei	12
1.2.1 Factorii de risc a hipotermiei	14
1.2.2 Clasificarea hipotermiei terapeutice	16
1.2.3 Factorii de risc a hipotermiei terapeutice preoperatorii	16
1.3 Metode de scădere sau dirijare a temperaturii corpului	18
2. ROLUL HIPOTERMIEI TERAPEUTICE ÎN MEDICINĂ	23
2.1 Aparat pentru inducerea rapidă a hipotermiei	28
2.2 Hipotermia terapeutică ca tratament în accidente vasculare cerebrale	29..
3. APLICAREA APARATELOR DE HIPOTERMIE	32
3.1 Etapele dezvoltării aparatelor HT	33
3.2. Aparat utilizat în hipotermie. Cerințe tehnice	36
3.2.1 Aparatură pentru hipotermie terapeutică ATG-01	36
3.2.2 Sistemul HICO-HYPOTHERM 680	38
3.2.3 Sistem de hipotermie terapeutică endovasculară INNERCOOL RTX Philips .	41
3.2.4 Stabilizatoare de temperatură Thermogard XP și CoolGard 3000	43
3.2.5 Aparat de hipotermie dirijată Arctic Sun 5000	45
3.2.6 Tecotherm Neo. Regulator de temperatură și Monitoring	46
3.2.7 Dispozitiv de termoreglare cu baterie Criticool Mini	48
3.2.8 Cască-crioaplicatoare antropometrică de răcire	50
3.2.9 Dispozitiv pentru inducerea hipotermiei terapeutice	51
3.2.10 Aparat și tehnică de răcire nazofaringiană - RhinoChill® Intranasal	55
3.2.11 Dispozitiv inteligent pentru hipotermie terapeutică controlată	56
3.3 Generarea temperaturii scăzute cu ARDUINO și placă PELTIER	57
CONCLUZII	61
BIBLIOGRAFIE	62

INTRODUCERE

În Moldova și în întreaga lume, numărul diferitor catastrofe cerebrale crește continuu. În ciuda tuturor progreselor în medicina modernă, rezultatele tratamentului pentru aceste grupuri de pacienți nu se îmbunătățesc. Principalele succese se bazează pe livrarea mai rapidă a pacienților către spitale, crearea de centre specializate pentru astfel de tipuri de pacienți. În același timp, eficiența agenților farmacologici cu activitate neuroprotectoare este de droit, iar tehnicile de hipotermie terapeutică (HT) s-au dovedit a fi un mijloc eficient de neuroprotecție în diferite accidente cerebrale.

Potrivit informației Ministerului Sănătății al Federației Ruse, astfel de leziuni ale creierului ca leziuni cerebrale traumatice (LCT), infarct cerebral al creierului, hemoragia subarahnoidiană, hemoragia intracerebrală etc., sunt una dintre principalele cauze de deces și invaliditate în rândul populației.

LCT ocupă primul loc în structura patologiei neurochirurgicale, 36-40% - în structura traumatismelor. Aici copiii și persoanele de până la 50 ani sunt cel mai des afectate, iar rata deceselor după traumele obținute este de peste 15%. Cu fiecare incidență infarctului cerebral crește de la an la an.

În Statele Unite, costul doar pentru tratamentul primar al unei victime cu Traume și leziuni cerebrale severe este de peste 150 de mii de dolari, inclusiv reabilitare, iar suma pentru 10 ani depășește 2 milioane de dolari. În ciuda tuturor eforturilor companiilor farmaceutice, încă nu există medicamente cu efect neuroprotector cu efecte vizibile.

Hipotermia terapeutică (HT) s-a dovedit a fi una din puținele metode promițătoare de neuroprotecție .

Aplicarea tehnicilor HT în accidentul vascular cerebral ischemic pentru a proteja zona de penumbra, pare a fi justificată, dar rămân multe întrebări nefinalizate. De aceea dezbaterile cu privire la eficiența aplicării HT continuă. În acest sens, oamenii de vază în domeniul dat solicită investigații și studii clinice pentru a-și asigura bază de dovezi de încredere

Lucrarea cuprinde și o analiză a dispozitivelor și tehnologiilor de răcire controlată a corpului pacienților în cazul multiplelor patologii

Lucrarea „Aparat inteligent de hipotermie terapeutică pentru aplicații în neurologie” are ca scop obținerea unor concluzii cu privire la posibilitatea aplicării aparatelor de hipotermie în tratarea efectivă a accidentelor vasculare cerebrale (AVC).

Am formulat următoarele obiective:

- De a face cunoștință cu noțiuni de hipotermie și hipotermie terapeutică;
- De a evalua efectul răcirii locale invazive și neinvazive a corpului pacientului și a creierului asupra parametrilor metabolici și de hemocoagulare ai pacienților cu sindrom de ischemie cerebrală acută;
- De a analiza categoriile de dispozitive pentru introducerea rapidă a hipotermiei;

- De a sistematiza metodele de aplicare a aparatelor de hipotermie și posibilele soluții inovative în hipotermia cerebrală.

Problema studiată constă în analiza utilității metodei Peltie în elaborarea aparatelor de hipotermie terapeutică utilizate în medicina urgentă prespitaluicească.

Lucrarea conține 3 capitole, 19 imagini, 9 studii de caz în cercetarea rolului HT și aplicarea practică a hipotermiei terapeutice în tratarea AVC și a traumelor cerebrale), noțiuni de bază,

BIBLIOGRAFIE

1. Dicționarul explicativ al limbii române , ediția a III-a revăzută și adăugită, Academia Română, Institutul de Lingvistică „Iorgu Iordan”, Editura Univers Enciclopedic Gold, 2016, 1376 p.Note

2 Revista estudiantil 16 de abril, Vol. 56, No. 264 (2017), articol ”Hipotermia como alternativa terapéutica”, Gabriel Guillén-Garcia del Barco, Héctor Pérez-Saad, pag.41-42

3. Accident vascular cerebral, Accesat la 05.06.2021, Disponibil:
https://ro.wikipedia.org/wiki/Accident_vascular_cerebral

4 А.В. БУТРОВ, Б.Д. ТОРОСЯН, Д.В. ЧЕБОКСАРЕВ, Г.Р. МАХМУТОВА ”Терапевтическая гипотермия при поражениях головного мозга различного генеза”, , ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, ГБУЗ «ГКБ им. В.В. Виноградова» ДЗМ, Москва, стр.75-81

5. О.А.ШЕВЕЛЕВ, А.В.БУТРОВ, Д.В.ЧЕБОКСАРОВ, Н.А.ХОДОРОВИЧ., А.С.МИЛЬТО, Н.А.ШУВАХИНА ”Контроль церебральной гипертермии при ишемическом инсульте// Revista -Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии,. 2015, № 11-12, pag. 55-63

6. CHEN J., Ji X., DING Y., LUO Y., CHENG H., LING F Articol/Revista ”A novel approach to reduce hemorrhagic transformation after interventional management of acute stroke: catheter-based selective hypothermia//Med. Hypotheses”,., Jan 2009; 72(1):62-3, pag. 39

7. M.CASTREN, P. NORDBERG., L.SVENSSON, F.TACCONE, J.L.VINCENT., D. DESCRUELLES, F.EICHWEDE, P. MOLLS, T.SCHWAB, M.VERGNION, C.STORM, J.PACHL, F.GUERISSE, T.EISTE, M.ROESSLER Articol/Revista ”Intra-arrest transnasal evaporative cooling: a randomized, prehospital, multicenter study (PRINCE: Pre-ROSC IntraNasal Cooling Effectiveness)//Circulation ”, , 17 Aug 2010;122(7):729-36., pag. 37

8. AlainCARIOU, JEAN-FRANCOIS PAYEN de la GARANDERIE, Karim ASEHNOUNE, Gérard AUDIBERT, A. BOTTE, O. BRISSAUD, G. DEBATY, S. DELTOUR, N. DEYE, N. ENGRAND, G. FRANCONY, S. LEGRIEL, L. VELLY Articol/Revista ”Contrôle ciblé de la température en réanimation (hors nouveau-nés)//Recommandations Formalisées d'Experts”, , Texte validé par le Conseil d'Administration de la SRLF et de la SFAR Feb 2016, pag. 49-66

9. T.TOKUTOMI, T. MIYAGI, Y.TAKEUCHI, T.KARUKAYA, H.KATSUKI, M. SHIGEMORI, *Articol* "Effect of 35 degrees C hypothermia on intracranial pressure and clinical outcome in patients with severe traumatic brain injury", Jan 2009;66(1):166-73. doi: 10.1097/TA.0b013e318157dbec. PMID: 19131820

10 T.TOKUTOMI ,*Articol/Revista* "Optimal temperature for the management of severe traumatic brain injury: effect of hypothermia on intracranial pressure, systemic and intracranial hemodynamics, and metabolism. *Neurosurgery.*", Volume 61, Issue suppl_1, July 2007, Pages 102–112, Published: 01 July 2007

11 Wusi QIU 1, Hong SHEN, Ying ZHANG, W. WANG, WEIGUO LIU, QIZHOU JIANG, MING LUO, M. MANOU, *Studiul clinic* "Noninvasive selective brain cooling by head and neck cooling is protective in severe traumatic brain injury", , Vol 13, Issue 10, P995-1000, 01 Dec 01 2006

12 . О.А.ШЕВЕЛЕВ, А.В.БУТРОВ, И.Е.КАЛЕНОВА, И.А.ШАРИНОВА
Articol "Терапевтическая гипотермия – метод нейропротекции при ишемическом инсульте",. Регулярные выпуски «РМЖ» №18 от 19.07.2012 pag. 893

13 . American Association of Neurological Surgeons and Congress of Neurological Surgeons *Five Things Physicians and Patients Should Question* ,Released June 24, 2014; Last reviewed 2020 *Five Things Physicians and Patients Should Question* Released June 24, 2014; Last reviewed 2020

14 . И.Е. КАЛЕНОВА, И.А. ШАРИНОВА, О.А. ШЕВЕЛЕВ, А.В. БУТРОВ
Больница №1 УДП, 2 Российский университет дружбы народов, Москва,Опыт применения терапевтической гипотермии в лечении ишемического инсульта *Журнал Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*,2012, №2, 1–108.

15. *Rapid Induction of COOLing in Stroke Patients (iCOOL1): a randomised pilot study comparing cold infusions with nasopharyngeal cooling*, Sven Poli, Jan Purrucker, Miriam Priglinger, Matthias Ebner, Marek Sykora, Jennifer Diedler, Cem Bulut, Erik Popp, André Rupp, and Christian Hametner, 2014; 18(5): 582.

16 R SKULES, A TRUHLAR, P OSTADAL, P TELEKES, J KNOR, M TICHACHEK, V CERNY, J SEBLOVA *Current cooling methods for induction of mild hypothermia in cardiac arrest survivors*, Article in *Czech* 2009 Nov;55(11):1060-9.

17 В.А. РОМАНЕНКО, А.П. АВЕРИН, А.И. ГАЕВА и др.; под ред. В.А. Романенко Основы оптимального ухода за недоношенными детьми в условиях отделения реанимации и интенсивной терапии.(Челябинск: Фотохудожник, 2008. (154 с) 27 июля 2014

18 HICO HYPOTHERM 680 Accesat la 17.08.2021,Disponibil:
<https://www.medipment.pl/produkt/hico-hypotherm-680-18941>;

19 Philips Launches New Endovascular Therapeutic Hypothermia System to Help Enhance Patient Care

Philips offers clinicians a complete system that rapidly cools or warms patients from the inside out . Accesat la 17.08.2021, Disponibil: https://www.usa.philips.com/a-w/about/news/archive/healthcare/news/press/2010/20100329_endovascular.html

20 Thermogard XP и CoolGard 3000 ZOLL Medical Corporation Производитель: ZOLL Medical Corporation Accesat la 18.08.2021,
Disponibil:<https://www.tiamed.ru/catalog/termoregulyatsiya-patsienta/thermogard-xp-i-coolgard-3000/>

21 Аппарат для управляемой гипотермии - Arctic Sun® 5000 Accesat la 18.08.2021,
Disponibil: <https://schag.ru/brands/medivance/oborudovanie/arctic-Sun-5000.php>

22 NM Criticool Mini Brochure – newCOMPACT design, COMPLETE treatment
The CritiCool MINI system is now available anywhere in Australia! Accesat la 26.08.2021, Disponibil: <https://newmedical.com.au/new-criticool-mini.htm/>

23 Ледяной шлем от инсульта. Разработанное российскими инженерами охлаждающее устройство помогает справиться со многими заболеваниями . Accesat la 26.08.2021, Disponibil: <https://iz.ru/773945/dmitrii-liudmirskii/ledianoi-shlem-ot-insulta>

24 DISPOSITIVO PARA INDUCIR HIPOTERMIA TERAPÉUTICA.

Dispositivo para inducir hipotermia terapéutica, que comprende una bomba sanguínea combinada con un refrigerador termoeléctrico de tipo Peltier que permiten extraer sangre del cuerpo del paciente, Accesat la 7.09.2021,Disponibil: <https://patentados.com/2014/inducir-hipotermia-terapeutica.1>

25 RhinoChill® Intranasal cooling device for protective cooling the brain after a cerebral ischaemic event, Horizon Scanning Centre July 2011, , Accesat la 07.09.2021, Disponibil: <https://www.io.nihr.ac.uk/wp->

<content/uploads/migrated/2249.8c162b90.UPDATERhinoChillIntranasalcoolingdeviceforprotectivecoolingthebrainafteracerebralischaemicevent.pdf>

26 Элемент Пельтье - как устроен и работает, как проверить и подключить
Accesat la 21.10.2021, Disponibil: <http://electricalschool.info/spravochnik/poleznoe/1977-jelement-pelte-kak-ustroen-i-rabotaet.html>

27 Элемент Пельтье, Accesat la 21.10.2021 Disponibil: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/element-pelte/>

28.Л.В.УСЕНКО., А.В.ЦАРЕВ. Искусственная гипотермия в современной реаниматологии. Общая реаниматология. 2009; 5(1): 21–23. DOI: 10.15360/1813-9779-2009-1-21 [Usenko L.V., Carev A.V. Iskusstvennaya gipotermiya v sovremennoy reanimatologii. Obshaya reanimatologiya. 2009; 5(1): 21–23. DOI: 10.15360/1813-9779-2019-1-21. (In Russ)]

29. V. COJOCARU, V. MARDARI , FUZZY CONTROLLED SYSTEM FOR HYPOTHERMIC BRAIN THERAPY, Proceedings of the Romanian Academy, Series A, Volume 15, Number 4/2014, pp. 396–402

30. SM EN 1789+A2:2015 Vehicule medicale si echipamentele lor. Ambulante rutiere, adoptat la 16.02.2015 de INS