LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS

PATVIRTINTA
Kauno medicinos universiteto
Senato 2004 m. gruodžio 17 d.
Nutarimu Nr. 3-11

ATNAUJINTA
2026 m. lapkričio 4 d.

JONINIŲ KANALŲ FUNKCIJOS IR JŲ TYRIMO METODAI

DOKTORANTŪROS STUDIJŲ DALYKO PROGRAMA

Dalyko programos koordinatorius:
Kardiologijos instituto Membranų biofizikos laboratorijos vedėja dr. R. Mačianskienė_____
padalinio pavadinimas, vadovo pareigos, pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė parašas

Padaliniai, dalyvaujantys dalyko programoje:
Kardiologijos instituto Membranų biofizikos laboratorija, vedėja dr. R. Mačianskienė_____
padalinio pavadinimas, vadovo pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė parašas

Kaunas, 2026

Dalyko programos duomenys

Mokslų sritis	Gamtos mokslai
Mokslo kryptis (kodas)	Biofizika – N 011
Dalyko pavadinimas	Joninių kanalų funkcijos ir jų tyrimo metodai
Programos apimtis	160 val. (6 ECTS)
Paskaitos	40 val.
Seminarai	40 val.
Savarankiškas darbas	80 val.

Dalyko programos rengimo grupė

Eil. Nr.	Pedagoginis vardas, vardas, pavardė	Pareigos	Telefonas (darbo)	Elektroninio pašto adresas
1	Dr. R. Mačianskienė	Laboratorijos vedėja	(37)302878	regina.macianskiene@lsmu.lt
2	Habil. dr. J. Jurevičius	-	-	-
3	Dr. Irma Martišienė	Docentė	(37)302878	irma.martisiene@lsmu.lt

Dalyko programos aprašas:

1. **Dalyko programos poreikis.**

   Sutinkamai su Kardiologijos instituto mokslinių tyrimų programa Membranų biofizikos laboratorijoje atliekami elektrofiziologiniai žmogaus ir eksperimentinių gyvūnų širdies veiklos ir jos reguliavimo mechanizmų tyrimai normos ir patologinių sąlygų metu. Eksperimentai atliekami su visa širdimi ir jos audiniais (širdies elektromechaninio aktyvumo tyrimai) bei izoliuotais pavieniais kardiomiocitais (įvairių širdies plazminėje membranoje esančių joninių srovių tyrimai). Laboratorijos bazėje mokslinius tyriamuosius ir baigiamuosius darbus atlieka bakalauratai, magistratai ir doktorantai (LSMU, VDU, KTU ir VU). Šios programos rėmuose bus suteiktos teorinės žinios apie širdies elektromechaninio aktyvumo ir ląstelės joninių kanalų tyrimo metodus ir jų registravimo bei reguliavimo būdus.

2. **Dalyko programos tikslai.**

   Tikslas yra suteikti naujų žinių apie širdies ląstelių membranose esančius selektyvius ir neselektyvius joninius kanalus, jų struktūrą, veikimo ir reguliavimo mechanizmus, fiziologinį ir patofiziologinį vaidmenį ląstelėje, farmakologinių medžiagų įtaką joninėms srovėms, bus nagrinėjamos joninių kanalų ir srovių tekančių per šiuos kanalus tyrimo metodikos. Kurso metu taip pat bus susipažindinama su jonų mainų sistemomis, receptorių veikimo mechanizmais.

3. **Dalyko programos sandara, turinys ir studijų metodai.**

   Programos vykdymo metu studentai bus supažindinti su: 1) Ląstelių membranos struktūros ypatumais, skirtingų selektyvių ir neselektyvių joninių kanalų, mainų sistemų ir receptorių struktūra bei jų įvairove; 2) Skirtingų joninių kanalų funkcijomis, jų reguliavimo mechanizmais; 3) Joninių kanalų tyrimo metodikomis ir jų tinkamu pasirinkimu bei taikymu numatytų mokslinių tyrimų atlikimui.

Numatyta: 40 val. paskaitų, 40 val. praktinių užsiėmimų ir seminarų, bei 80 val. savarankiško darbo ir konsultacijų.

Įvertinimas. Suminis balas: 100% balo sudaro = 40% auditorinio darbo + 30% savarankiško darbo + 30% baigiamojo teorinio ir praktinio patikrinimo.

TEORINĖ DALIS (40 val.)

Eil. Nr.	Paskaitos pavadinimas	Trukmė	Dėstytojas
1.	Ląstelių membranos struktūra. Jonų difuzija ir transportas per membranas.	3 val.	M. Almanaitytė
2.	Širdies joniniai kanalai, jų įvairovė. Molekulinės struktūros ypatumai, selektyvumas, aktyvacijos ir inaktyvacijos mechanizmai ir principai.	2 val.	R. Mačianskienė
3.	Natrio jonų kanalai: įvairovė, struktūriniai ypatumai, selektyvumas, klasifikacija, aktyvacijos mechanizmai, blokatoriai. Natrio kanalų funkcijos, fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo organizme.	2 val.	R. Mačianskienė
4.	Kalcio jonų kanalai: įvairovė, struktūriniai ypatumai, selektyvumas, klasifikacija, aktyvacijos mechanizmai, blokatoriai. Kalcio kanalų funkcijos, fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo organizme.	2 val.	R. Mačianskienė
5.	Kalio jonų kanalai: įvairovė, struktūriniai ypatumai, selektyvumas, klasifikacija, aktyvacijos mechanizmai, blokatoriai. Kalio kanalų funkcijos, fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo organizme.	3 val.	R. Mačianskienė
6.	Chloro jonų kanalai: jų įvairovė, struktūriniai ypatumai, selektyvumas, klasifikacija, aktyvacijos mechanizmai, blokatoriai. Chloro kanalų funkcijos, fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo organizme.	2 val.	R. Mačianskienė
7.	Neselektyvūs joniniai kanalai: įvairovė, struktūriniai ypatumai, jonų pralaidumas, klasifikacija, aktyvacijos mechanizmai, blokatoriai. Neselektyvių joninių kanalų funkcijos, fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo organizme.	2 val.	I.Andriulė
8.	TRPM6/7 joniniai kanalai: įvairovė, struktūriniai ypatumai, jonų pralaidumas, klasifikacija, aktyvacijos mechanizmai, blokatoriai. TRPM6/7 joninių kanalų funkcijos, fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo organizme.	2 val.	I.Andriulė
9.	Kanalopatijos: kanalų mutacijos, įgimtos ligos ir kanalų remodeliavimas.	2 val.	R.Mačianskienė
10.	Kraujagyslių sienelės struktūra, mechaninės savybės, įtempimo matavimai bei jonų kanalų vaidmuo reguliuojant kraujagyslių tonusą ir funkciją.	2 val.	M. Almanaitytė
11.	Kraujagyslių mechaninių ir elektrofiziologinių savybių tyrimo metodai ir jų fiziologinė reikšmė.	2 val.	M. Almanaitytė
12.	Plazminės membranos kalcio jonų siurbliai: Ca^{2+}-ATFazė (PMCA) Šių sistemų molekulinė struktūra, genetinė klasifikacija, veikimo mechanizmas. Fiziologinis/patofiziologinis vaidmuo organizme.	2 val.	I.Martišienė

13.	Plazminės membranos mainų sistemos: Na^+/Ca^{2+}-mainų sistema (NCX), Na^+-K^+-ATF-azė (N/K-ATPazė) ir Na^+-H^+-mainų sistema (NHE). Fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo organizme.	2 val.	I.Martišienė
14.	Organelių (sarko/endoplazminio tinklo, Goldžio komplekso) kalcio jonų siurbliai: Ca^{2+}-ATFazė (SERCA). Reguliavimo mechanizmai, funkcijos, fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo organizme.	2 val.	I.Martišienė
15.	Mitochondrijų Ca^{2+} apykaita, jos moduliacija ir signalizacija. Reaktyvių deguonies junginių (RDJ / ROS) formavimasis. Mitochondrijų nespecifinio pralaidumo poros (mPTP) formavimasis. Apoptotinis signalizacijos kelias.	2 val.	I.Martišienė
16.	Receptoriai ir jų ligandai (agonistai/antagonistai). Receptorių įvairovė. Klasifikavimo principai. Selektyvumas. Dozės–atsako priklausomybė. Antagonizmas: konkurencinis, nekonkurencinis, negrįžtamas, alosterinis.	2 val.	R.Treinys
17.	G-baltymų receptoriai (5-HT, acetilcholino, adenozino, anafilatoksino, angiotenzino, apelino, bradykinino, kalcitonino, chemokino, cholecistokinino, dopamino, endotelino, GABA, gliukagono, glutamato, histamino, melatonino, neuropeptidų, opioidiniai ir kt.). Molekulinė struktūra, genetinė klasifikacija, veikimo mechanizmas, fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo.	2 val.	R.Treinys
18.	Branduolio receptoriai (steroidinių hormonų, tiroidinių hormonų, vitamino D, kepenų X, retinoidinių X ir kt.). Molekulinė struktūra, genetinė klasifikacija, veikimo mechanizmas. Funkcijos, fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo organizme.	2 val.	R.Treinys
19.	Katalitiniai receptoriai (citokinų, GDNF, natriuretinio peptido, serino/treonino kinazių, tirozino kinazių, tirozino fosfatazių, naviko nekrozės faktoriaus). Molekulinė struktūra, genetinė klasifikacija, veikimo mechanizmas. Funkcijos, fiziologinis ir patofiziologinis vaidmuo organizme.	2 val.	R.Treinys

TEORINĖ-PRAKTINĖ DALIS (40 val.)

Eil. Nr.	Tema	Trukmė	Dėstytojas
1.	Fermentinis ląstelių izoliavimas iš širdies bioptatų. Tinkamas darbo objekto parinkimas joninių srovių ir molekuliniams tyrimams atlikti.	4 val.	I. Andriulė
2.	Fermentinis ląstelių izoliavimas iš visos širdies ar jos dalių Langendorfo perfuzijos sistemoje.	4 val.	I. Andriulė
3.	Fermentinis ląstelių izoliavimas iš kraujagyslių, kraujagyslių ląstelių tipai, jų parinkimas joninių srovių ar molekuliniams tyrimams atlikti.	4 val.	M. Almanaitytė
4.	Kraujagyslių mechaninių savybių tyrimas: kraujagyslių sienelės įtempimo matavimai. Praktinis užsiėmimas (kraujagyslių mechaninių savybių pažinimas, sienelės	4 val.	M. Almanaitytė

	įtempimo matavimai ir biomechaninių charakteristikų vertinimas).		
5.	„Patch-clamp“ (lopinėlio) metodo taikymas srovių per skirtingus joninius kanalus (Na^+, Ca^{2+}, įvairių K^+, Cl^- bei neselektyvių) vienetinėse ląstelėse tyrimams atlikti. Tinkamų tyrimo protokolų paruošimas.	4 val.	R. Mačianskienė
6.	Mikropipečių gamyba. Vidinės ląstelių dializės bei išorinės perfuzijos tirpalų parinkimas skirtingų joninių kanalų tyrimams atlikti, jų ypatumai.	4 val.	M. Almanaitytė
7.	Kardiovaskulinės sistemos joninių kanalų moduliatorių tyrimas.	4 val.	R. Mačianskienė
8.	Kardiovaskulinės sistemos hormoninė kanalų reguliacija. Moduliatorių parinkimas.	4 val.	R. Treinys
9.	Plazminės membranos NCX mainiklio ir SERCA siurblio funkcinis vertinimas kardiovaskulinėje sistemoje.	4 val.	I.Martišienė
10.	Mitochondrijų nespecifinio pralaidumo poros (mPTP) formavimosi ir kalcio perkrovos tyrimas kardiovaskulinėje sistemoje.	4 val.	I.Martišienė

SAVARANKIŠKAS DARBAS (80 val.)

Literatūros studijavimas
Studentai savarankiškai renka, studijuoja ir analizuoja literatūrą, būtiną seminarams ir praktiniams užsiėmimas pasiruošti. Viena iš parinktų temų pateikiama, kaip literatūros apžvalgos referatas. Viso šio darbo metu doktorantus konsultuoja dėstytojai. Studijų vertinimas vyksta egzamino metu, kurio metu pat vertinamas parengtas referatas bei jo pristatymas.

REKOMENDUOJAMA LITERATŪRA

Eil. Nr.	Leidinio pavadinimas	Leidinio autorius	Leidimo metai ir leidykla
1.	Žmogaus fiziologija.	Kėvelaitis E, Illert M, Humborn H. ir kiti.	KMU leidykla, Kaunas, 1999.
2.	Ion Channels.	Aidley DJ, Stanfield PR.	Cambrige University Press, New York, 1996.
3.	Potassium channels in normal and pathological arrhythmia.	Vereecke J, Bogaert PP, Verdong F.	Leuven University Press, Leuven (Belgium), 1995.
4.	Cardiac ionic currents and acute ischemia: from channels to arrhythmias.	Carmeliet E.	*Physiol. Rev.* 79: 917-1017, 1999.
5.	Calcium channels: structure, function and classification.	Perez-Reyes E, Schneider T.	*Drug Development Research* 33: 295-318, 1994.
6.	Textbook of Ion Channels Volume I: Basics and Methods	J. Zheng, M. & C. Trudeau.	CRC Press / WesternU Research; 2023

7.	CARDIOVASCULAR PHYSIOLOGY (2nd Edition)	I. S. Karlsen, T. Reiberg	Plenum Press, New York, 1984.
8.	Potassium channels and their modulators.	Evans JM, Hamilton TC, Longman SD, Stemp G.	Taylor & Francis, London, 1996.
9.	Ion channels of excitable membranes	Hille B.	3rd ed., Sinauer Associates, Sanderland, 2001
10.	Ion Channels and their Modulation	S. Patel, et al.	Journal of Applied Pharmaceutical Science 2021
11.	Guide to Receptors and Channels (GRAC), 5th edition	Alexander SPH, Mathie A, Peters JA	2011; 5th Edition. *Br J Pharmacol* 164(Suppl,1): S1–S323.
12.	Electrophysiological Disorders of the Heart	Sanjeev Saksena, A. John Camm, Penelope A. Boyden, Paul Dorian, Nora Goldschlager, Victoria L. Vetter, Wojciech Zareba	Copyright © 2012 Elsevier; Second Edition
13.	Voltage-Gated Ion Channels as Drug Targets	David J. Triggle	Wiley-VCH, 2006 ISBN 3527607749, 9783527607747 92 pages
14.	Cardiovascular Pathophysiology for Pre-Clinical Students ***(Atvirosios prieigos vadovėlis)***	Virginia Tech Carilion School of Medicine	LibreTexts / VIVA Open; 2022
15.	Cardiovascular Physiology Concepts (3rd Edition)	R. E. Klabunde	Wolters Kluwer / Lippincott Williams & Wilkins; 2021

NUMATOMŲ DĖSTYTOJŲ SĄRAŠAS:

1. Dalyko programoje dėstysiantys profesoriai arba vyriausieji mokslo darbuotojai:
   Dr. Regina Mačianskienė

2. Dalyko programoje dėstysiantys docentai arba vyresnieji mokslo darbuotojai:
   Dr. Irma Martišienė
   Dr. Rimantas Treinys

3. Kiti dalyko programos dėstytojai:
   Dr. Inga Andriulė
   Dr. Mantė Almanaitytė