



## LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS

PATVIRTINTA  
Kauno medicinos universiteto  
Senato 2005 m. birželio 22 d.  
Nutarimu Nr. 8-05

ATNAUJINTA  
2026 m. spalio 1 d.

### **ŽMOGAUS FIZIOLOGIJA: REGULIACIJOS LYGIAI IR MECHANIZMAI**

#### **DOKTORANTŪROS STUDIJŲ DALYKO PROGRAMA**

Dalyko programos koordinatorius:

Fiziologijos ir farmakologijos institutas, prof. dr. Robertas Lažauskas  
parašas

Padaliniai, dalyvaujantys dalyko programoje:

1. Fiziologijos ir farmakologijos institutas, prof. dr. Edgaras Stankevičius  
padalinio pavadinimas, vadovo pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė parašas
2. NI Biofizikos ir bioinformatikos lab., prof. dr. Aušra Saudargienė  
padalinio pavadinimas, vadovo pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė parašas
3. Endokrinologijos klinika, prof. dr. Rasa Verkauskienė  
padalinio pavadinimas, vadovo pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė parašas
4. Intensyviosios terapijos klinika, doc. dr. Tomas Tamošutis  
padalinio pavadinimas, vadovo pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė parašas
5. Fizikos, matematikos ir biofizikos katedra, prof. dr. Renata Paukštaitienė  
padalinio pavadinimas, vadovo pedagoginis vardas, mokslo laipsnis, vardas, pavardė parašas

Kaunas, 2026 m.

### Dalyko programos duomenys

|                                           |                                                         |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Mokslų sritis                             | Gamtos mokslai,<br>Medicinos ir sveikatos mokslai       |
| Mokslo kryptis, šaka (kodas)              | biologija – N 010, medicina – M 001                     |
| Dalyko pavadinimas                        | Žmogaus fiziologija: reguliacijos lygiai ir mechanizmai |
| Programos apimtis                         | 160 val. (6 ECTS kreditai)                              |
| Paskaitos                                 | 30 val.                                                 |
| Seminarai                                 | 30 val.                                                 |
| Savarankiškas darbas                      | 90 val.                                                 |
| Žinių patikrinimas (referatai, egzaminas) | 10 val.                                                 |

### Dalyko programos rengimo grupė

| Eil. Nr. | Pedagoginis vardas, vardas, pavardė | Pareigos    | Telefonas (darbo) | Elektroninio pašto adresas         |
|----------|-------------------------------------|-------------|-------------------|------------------------------------|
| 1        | Prof. dr. Edgaras Stankevičius      | Profesorius | 395380            | edgaras.stankevicius@lsmu.lt       |
| 2        | Prof. dr. Robertas Lažauskas        | Profesorius | 393633            | robertas.lazauskas@lsmu.lt         |
| 3        | Doc. dr. Alė Laukevičienė           | Docentė     | 327285            | ale.laukeviciene@lsmu.lt           |
| 4        | Prof. dr. Vidas Pilvinis            | Profesorius | 326214            | vidas.pilvinis@kaunoklinikos.lt    |
| 5        | Lektorius, dr. Igor Korotkich       | Lektorius   | 393633            | igor.korotkich@lsmu.lt             |
| 6        | Prof. dr. Renata Paukšaitienė       | Profesorė   | 327370            | renata.paukstaitiene@lsmu.lt       |
| 7        | Prof. dr. Rasa Verkauskienė         | Profesorė   | 326816            | rasa.verkauskiene@kaunoklinikos.lt |

### Dalyko programos aprašas:

#### 1. Dalyko programos poreikis :

Doktorantai, pasirinkę tęsines studijas doktorantūroje ir planuojantys ar jau atliekantys mokslinius tyrimus šioje srityje, turi giliau pažinti ne tik laboratorijose atliekamus eksperimentus ir teisingai interpretuoti savo mokslinio darbo rezultatus, bet ir pagrindinius organų ir sistemų reguliacijos lygius ir mechanizmus.

Žmogaus organizmo reguliacijos lygių žinojimas yra reikalingas analizuojant įvairius sutrikimus, leis efektyviau pritaikyti reikiamus tyrimo metodus, greičiau ir tiksliau diagnozuoti sutrikimus bei paskirti efektyvų gydymą.

Nors yra paruošta nemažai įvairaus lygio doktorantūros programų, iš kurių vienos programos nagrinėja procesus vykstančius ląstelėse, ląstelių tarpusavio sąveiką, bioenergetiką, joninių kanalų funkcijas, kitos – pataloginių procesų atsiradimo priežastis, diagnostiką bei gydymą, o dar kitos – skirtos siauros specializacijos doktorantams (akių ligų, ginekologijos ir kt.). Visais šiais atvejais nėra apimama organizmo sistemų visuma. Visų organizmo sistemų pagrindinis tikslas yra palaikyti homeostazę ir užtikrinti jos normalų funkcionavimą. Organizmo sistemos yra tarpusavyje susijusios, todėl svarbu žinoti ne tik kokie procesai vyksta vienoje ar kitoje ląstelėje, bet ir kokią įtaką šios ląstelės daro kitiems organams, sistemoms ir viso organizmo veiklai ir kaip organizmas reguliuoja šią sąveiką.

Todėl, ši programa biomedicinos mokslų srities doktorantams leis pagilinti žinias apie žmogaus organizmo savybes ir jų reguliacijos lygius bei mechanizmus.

#### 2. Dalyko programos tikslai :

Norint pagilinti doktorantų žinias apie naujausius mokslinius tyrimus, neišspręstas problemas bei profesionaliai parengti šią programą, buvo pakviesti kiti padaliniai. Šioje programoje dalyvaujantys padaliniai ir jų atstovai, tai savo srities specialistai, kurie suteiks doktorantams naujausių žinių apie homeostazės konstantų palaikymo mechanizmus, žmogaus organizmo funkcijų nervinius ir humoralinius reguliacijos lygius. Doktorantai giliau pažins organizme vykstančius vandens, elektrolitų, termoreguliacijos,  $O_2/CO_2$  bei kraujo rūgščių ir šarmų pusiausvyros reguliacijos mechanizmus.

Išsamios žinios išplės studijuojančių asmenų supratimą apie procesus, sąlygojančius širdies ritmo sutrikimų kilimą, širdies tarpląstelinę elektrinę ryšį, miokardo pasyviomis elektrinėmis savybėmis, ląstelių tarpusavio sąveiką.

Suteiks naujausias žinias apie hormonų metabolizmą ir poveikį efektoriniams organams, užtikrinant normalias organizmo funkcijas bei hemostazės sistemos vieta žmogaus fiziologinės apsaugos sistemoje.

3. Dalyko programos sandara, turinys ir studijų metodai : paskaitos sudarys 30 val. (18,75 %), seminarai ir praktiniai užsiėmimai – 30 val. (18,75 %), savarankiškas darbas – 90 val. (56,25 %), žinių patikrinimas ir vertinimas – 10 val. (6,25 %).
4. Dėstytojai : Dėstytojų sąrašas pateiktas priede Nr. 2.
5. Metodinis dalyko programos aprūpinimas : Literatūros sąrašas pateiktas priede Nr. 1.

Ivertinimas **Suminis balas**: 100% balo sudaro: 40% auditorinio darbo + 30% savarankiško darbo + 30% baigiamojo patikrinimo.

### TEORINĖ DALIS (30 val.)

| Eil. Nr. | Paskaitos pavadinimas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Trukmė | Dėstytojas          |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|
| 1        | Funkcinė sistema. Bendrieji reguliacijos principai. Pastovios kūno temperatūros reguliacija.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2 val. | Prof. R.Lažauskas   |
| 2        | Inkstų fiziologija ir jų esminės funkcijos. Per para filtruojamo, ekskretuojamo ir nereabsorbuojamo vandens bei elektrolitų (katijonų, anijonų) procentas. Skirtingų nefrono segmentų įtaka vandens ir tirpių medžiagų homeostazei. Normali katijonų, anijonų koncentracija kraujyje. Osmosinis slėgis. Inkstų kraujotaka ir glomerulų filtracijos greitis bei jo reguliacijos mechanizmai. Hormonų (vazopresino, aldosterono ir kt.) poveikis inkstų funkcijai. | 2 val. | Doc. A.Laukevičienė |
| 3        | Bendras vandens kiekis organizme ir jo pasiskirstymas. Natrio koncentracijos plazmoje poveikis osmoliariškumui. Plazmos onkotinis slėgis. Vandens judėjimas tarp intraląstelinio ir ekstraląstelinio, tarp intravaskulinio ir intersticinio sektorių. Cirkuliuojančių skysčių tūrio reguliacija.                                                                                                                                                                 | 2 val. | Doc. A.Laukevičienė |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------|
|    | Osmoreguliacijos ir tūrio reguliacijos skirtumai. Plazmos osmoliariškumo reguliacija.                                                                                                                                                                                                                                                               |        |                       |
| 4  | Rūgštys ir šarmai organizme. Vandens jonų koncentracijos kraujyje fiziologinės ribos ir jų ryšys su arterinio kraujo pH. Bikarbonatų/anglies dvideginio buferinė sistema. Rūgščių ir šarmų pusiausvyros reguliacija. Vandens jonų ekskrecija per inkstus, rūgščių ekskrecija. Bikarbonatų reabsorbcija, sekrecija. Amoniakų ekskrecija. Šlapimo pH. | 2 val. | Doc. A.Laukevičienė   |
| 5  | Kraujo O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> kiekio reguliacija                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 val. | Prof. R.Lažauskas     |
| 6  | Sisteminio arterinio kraujo spaudimo ir vietinės kraujotakos reguliacija                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 val. | Lekt. I.Korotkich     |
| 7  | Širdies funkcijų reguliacija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2 val. | Lekt. I.Korotkich     |
| 8  | Supraventrikulinių ritmo sutrikimų anatominiai substratai ir kilimo mechanizmai                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2 val. | Prof. E.Stankevičius  |
| 9  | Miokardo kaip sudėtingos ominės-talpinės terpės biofizikiniai modeliai                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2 val. | Prof. R.Paukštaitienė |
| 10 | Ląstelių tarpusavio sąveika plyšniais kontaktais                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 val. | Prof. R.Paukštaitienė |
| 11 | Krešėjimo sistema, jos struktūra ir funkcijos, vieta organizmo apsaugos sistemoje                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 val. | Prof. R.Lažauskas     |
| 12 | Krešėjimo sistemos paskirtis, atskirų grandžių veiklos biocheminė, neurologinė ir imunologinė reguliacija, jos sąveikos su kitomis organizmo sistemomis                                                                                                                                                                                             | 2 val. | Prof. R.Lažauskas     |
| 13 | Vegetacinių funkcijų reguliacija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2 val. | Prof. R.Lažauskas     |
| 14 | Neuroendokrininė reguliacija                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2 val. | Prof. R.Verkauskienė  |
| 15 | Natrio koncentracijos, osmoliariškumo, ekstraląstelinio skysčio tūrio hormoninė reguliacija                                                                                                                                                                                                                                                         | 2 val. | Prof. R.Verkauskienė  |

### TEORINĖ-PRAKTINĖ DALIS (30 val.)

| Eil. Nr. | Seminaro temos pavadinimas                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Trukmė | Dėstytojas        |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|
| 1        | Funkcinės sistemos veikimo lygiai ir mechanizmai                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2 val. | Prof. R.Lažauskas |
| 2        | Pagrindiniai vandens apykaitos sutrikimai klinikoje: hipertonišė, izotonišė, hipotonišė dehidracijos ir hipertonišė, izotonišė, hipotonišė hiperhidracijos. Gyvybei grėsmingi kalio, natrio, kalcio, magnio apykaitos sutrikimai.                                                                                                      | 2 val. | Prof. V.Pilvinis  |
| 3        | Rūgščių - šarmų būklės pagrindiniai sutrikimai (metabolinė acidozė, metabolinė alkalozė, respiracinė acidozė, respiracinė alkalozė). Chloridų, kalio koncentracijos pokyčių poveikis rūgščių – šarmų būklei. Arterinio kraujo pH poveikis kvėpavimui. Metabolinės acidozės ir alkalozės kompensaciniai kvėpavimo sistemos mechanizmai. | 2 val. | Prof. V.Pilvinis  |
| 4        | Vandens deficito organizme įvertinimas. Klinikinės inkstų kraujotakos įvertinimas, glomerulų filtracijos greičio nustatymas. Inkstų klirensas ir jo matavimas. Kraujo plazmos osmoliariškumo nustatymas. PH                                                                                                                            | 2 val. | Prof. V.Pilvinis  |

|    |                                                                                                                                                 |        |                       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------|
|    | nustatymas arteriniame kraujyje. Pagrindinių organizmo elektrolitų biocheminis tyrimas.                                                         |        |                       |
| 5  | Kraujo O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> kiekio nustatymai                                                                                        | 2 val. | Prof. R.Lažauskas     |
| 6  | Atskirų širdies prieširdžių struktūrų vaidmuo aritmijų atsiradimui                                                                              | 2 val. | Prof. E.Stankevičius  |
| 7  | Miokardo audinio pasyviosios elektrinės savybės                                                                                                 | 2 val. | Prof. R.Paukštaitienė |
| 8  | Tarpląstelinius ryšius formuojančių baltymų įvairovė ir funkcinės galimybės                                                                     | 2 val. | Prof. A.Saudargienė   |
| 9  | Elektrinio tarpląstelinio ryšio srovės signalų vertinimai                                                                                       | 2 val. | Prof. R.Paukštaitienė |
| 10 | Sisteminės kraujotakos ir širdies veiklos reguliacija                                                                                           | 2 val. | Lekt. I.Korotkich     |
| 11 | Vietinės kraujotakos reguliacija                                                                                                                | 2 val. | Lekt. I.Korotkich     |
| 12 | Krešėjimo sistemos ištyrimo galimybės, jos sutrikimų laboratorinė diagnostika ir priemonės                                                      | 2 val. | Prof. R.Lažauskas     |
| 13 | Vegetacinės nervų sistemos veikimo ypatumai                                                                                                     | 2 val. | Prof. R.Lažauskas     |
| 14 | Pagrindiniai endokrininės sistemos veikimo principai: hormonų veikimo mechanizmai, neuroendokrininiai ryšiai                                    | 2 val. | Prof. R.Verkauskienė  |
| 15 | Aldosterono, antidiuretinio hormono, prieširdžių natriuretinio peptido reikšmė natrio apykaitos ir ekstraląstelinio skysčio tūrio reguliacijoje | 2 val. | Prof. R.Verkauskienė  |

### SAVARANKIŠKAS DARBAS (90 val.)

#### *Literatūros studijavimas*

Doktorantai savarankiškai studijuoja vadovėlius bei dėstytojų parinktus ir rekomenduojamus apžvalginius ir metodinius straipsnius kurso tematika ir seminarų metu pateikia trumpą jų analizę. Naujų duomenų paieška internete.

#### *Referato ruošimas*

Viena iš parinktų temų pateikiama išsami literatūros apžvalga-referatas.

Studijų vertinimas vyks egzamino metu, taip pat bus vertinamas parengtas referatas bei jo pristatymas.

### **Rekomenduojama literatūra :**

1. Boron WF, Boulpaep EL, editors. Boron & Boulpaep Medical Physiology. 4th ed. Philadelphia: Elsevier; 2026.
2. Hall JE, Hall ME. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 15th ed. Philadelphia: Elsevier; 2025.
3. Barrett KE, Barman SM, Brooks HL, Yuan JXJ. Ganong's Review of Medical Physiology. 27th ed. New York: McGraw Hill; 2025.
4. Costanzo LS. Physiology. 7th ed. Philadelphia: Elsevier; 2022.
5. Kandel ER, Koester JD, Mack SH, Siegelbaum SA, editors. Principles of Neural Science. 6th ed. New York: McGraw Hill; 2021.
6. Kamel KS, Halperin ML. Fluid, Electrolyte and Acid-Base Physiology: A Problem-Based Approach. 5th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017.
7. Do C, Vasquez PC, Soleimani M. Acid-base disorders: core curriculum 2022. Am J Kidney Dis. 2022;80(2):265-275.
8. Kraut JA, Madias NE. Disorders of acid-base balance: new perspectives. Kidney Dis (Basel). 2017;3(4):225-239.
9. Koeppen BM, Stanton BA. Renal Physiology. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2019.
10. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2024 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. Kidney Int. 2024;105(4 Suppl): S117-S314.
11. Melmed S, Auchus RJ, Goldfine AB, Rosen CJ, Kopp PA, editors. Williams Textbook of Endocrinology. 15th ed. Philadelphia: Elsevier; 2024.
12. Gardner DG, Shoback DM, editors. Greenspan's Basic & Clinical Endocrinology. 10th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2018.
13. Owen K, Turner H, Wass J, editors. Oxford Handbook of Endocrinology and Diabetes. 4th ed. Oxford: Oxford University Press; 2022.
14. Lavin N, editor. Manual of Endocrinology and Metabolism. 5th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018.
15. American Diabetes Association Professional Practice Committee. Standards of care in diabetes-2026. Diabetes Care. 2026;49 Suppl 1.
16. Fleseriu M, Hashim IA, Karavitaki N, Melmed S, Murad MH, Salvatori R, et al. Hormonal replacement in hypopituitarism in adults: an Endocrine Society clinical practice guideline. J Clin Endocrinol Metab. 2016;101(11):3888-3921.
17. Grimberg A, DiVall SA, Polychronakos C, Allen DB, Cohen LE, Quintos JB, et al. Guidelines for growth hormone and insulin-like growth factor-I treatment in children and adolescents: growth hormone deficiency, idiopathic short stature, and primary insulin-like growth factor-I deficiency. Horm Res Paediatr. 2016;86(6):361-397.
18. Zipes DP, Jalife J, Stevenson WG, editors. Zipes and Jalife's Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside. 8th ed. Philadelphia: Elsevier; 2022.
19. Katritsis DG, Morady F. Clinical Cardiac Electrophysiology: A Practical Guide. Philadelphia: Elsevier; 2021.
20. Das MK. Electrocardiography of Arrhythmias: A Comprehensive Review. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier; 2021.
21. Kleber AG, Saffitz JE. Coupling between cardiac cells-an important determinant of electrical impulse propagation and arrhythmogenesis. Physiol Rev. 2021;101(3):1441-1482.
22. Hoagland DT, Santos W, Poelzing S, Gourdie RG. The role of the gap junction perinexus in cardiac conduction: potential as a novel anti-arrhythmic drug target. Prog Biophys Mol Biol. 2019; 144:41-50. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2018.08.003.

23. Campbell B, Richley D, Ross C, Eggett CJ. Clinical Guidelines by Consensus: Recording a Standard 12-Lead Electrocardiogram. An Approved Method by the Society for Cardiological Science and Technology. London: Society for Cardiological Science and Technology; 2017.
24. Hill CL, Stephens GJ. An introduction to patch clamp recording. *Methods Mol Biol.* 2021; 2188:1-19.
25. Kodirov SA. Whole-cell patch-clamp recording and parameters. *Biophys Rev.* 2023; 15:239-253.
26. Sakmann B. Patch clamp: the first four decades of a technique that revolutionized electrophysiology and beyond. *Physiol Rev.* 2022;102(3):1153-1193.
27. Alberts B, Heald R, Johnson A, Morgan D, Raff M, Roberts K, et al. *Molecular Biology of the Cell.* 7th ed. New York: W. W. Norton & Company; 2022.
28. Lim WA, Mayer BJ, Pawson T. *Cell Signaling: Principles and Mechanisms.* 2nd ed. New York: Garland Science; 2024.
29. Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. *Biomedical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine.* 5th ed. Cham: Springer; 2021.
30. Patel VL, Kannampallil TG, Kaufman DR, editors. *Clinical Informatics Study Guide: Text and Review.* 2nd ed. Cham: Springer; 2022.

**Priedas Nr. 2**

**Numatomų dėstytojų sąrašas:**

1. Dalyko programoje dėstysiantys profesoriai arba vyriausieji mokslo darbuotojai :
  - Prof. dr. Edgaras Stankevičius
  - Prof. dr. Robertas Lažauskas
  - Prof. dr. Vidas Pilvinis
  - Prof. dr. Renata Paukštaitienė
  - Prof. dr. Rasa Verkauskienė
  - Prof. dr. Aušra Saudargienė
2. Dalyko programoje dėstysiantys docentai :
  - Doc. dr. Alė Laukevičienė
  - Lektorius, dr. Igor Korotkich