

Preface for the first edition

This book originates from a Lithuanian - German - Danish TEMPUS project "A new curriculum in Physiology" aiming at restructuring the curriculum in Physiology at the Kaunas Medical Academy (now Kaunas University of Medicine) and at the Lithuanian Institute of Physical Education. The project was funded by the European Union and carried out by the Department of Physiology of the Christian-Albrechts-University zu Kiel, Germany and the Department of Medical Physiology of Copenhagen University, Denmark, aside of the Departments of Physiology at the two Lithuanian Institutions. A new curriculum was developed for teaching in Physiology and apparatus facilities were supplied for the computer-based laboratory courses.

Modern teaching aiming at conveying scientific concepts and focusing on life-long further education needs up to date textbooks. The evolvement of the TEMPUS project suffered all the time from the lack of modern textbook in Lithuanian language. The last Lithuanian textbook of Physiology was published 20 years ago. To supplement the common TEMPUS project we have therefore decided to write a new textbook on Physiology. It addresses undergraduate and graduate students and all those who are interested in Physiology. We hope that it helps in learning and digesting the basic knowledge in this field, as it is needed for the understanding of the relevant biological functional concepts. The authors are scientists from the Departments which participated in the TEMPUS project. All authors can be regarded as experts in their field. This guarantees that the book transmits the basic facts and introduces the readers to some of the many unsolved questions which have to remain open in such a complex field.

In writing, editing and publishing this book we needed the help of many people. This work was supported by Lithuanian State Science and Studies Foundation. We further thank the printing company Urban & Schwarzenberg in München, Germany who allowed us to reproduce many pictures from the textbook *Physiologie* (ed. by P. Deetjen, E.-J. Speckmann) without any charges. In particular we are grateful to the Rector of Kaunas University of Medicine, Professor V. Grabauskas, who encouraged us in this adventure right from the first planning and helped us through all difficulties we had. This textbook would not have been completed without the help of many collaborators in our Departments. Most of them are co-authors of this textbook, but we want also to mention the Lithuanian students E. Vainorius, M. Plieskis, A. Palubeckaitė-Plieskienė, A. Makaraitė, D. Petrauskas who have helped to translate the German versions of different chapters into Lithuanian; Doc., Dr. V. Voitenko-Minddal who has translated one Danish chapter into Lithuanian; Ms E. Tallone from Kiel University who has done most of the drawings; Dr. H. Wiese from Kiel University who took care of the technical organisation. The book originated from the intense cooperation between the scientists from the various Departments and countries. Friendships have developed during this time. We regard this book as a sign for a successful collaboration in a new Europe.

Egidijus Kėvelaitis
Kaunas

Michael Illert
Kiel

Hans Hultborn
Copenhagen

Turinys

1. Ląstelių dirglumas (<i>E. Kėvelaitis, A. Gutmanas</i>)	1
1.1. Membranos potencialas	1
1.1.1. Jonų pusiausvyros potencialai ir membranos ramybės potencialas	2
1.1.2. Jonų siurblių aktyviai palaiko skvarbiųjų jonų koncentracijos gradientus	5
1.1.3. Membranos potencialo kitimai	7
1.1.4. Apibendrinimas	8
1.2. Veikimo potencialas ir elektriniai jonų kanalai	8
1.2.1. Veikimo potencialo slenkstis, fazės ir joninė jų kilmė	8
1.2.2. Dirglumo fazės ir jų ryšys su veikimo potencialu	10
1.2.3. Membranos potencialo valdomi (elektriniai) jonų kanalai	11
1.2.4. Apibendrinimas	15
2. Signalų perdavimas ląstelėse ir tarp ląstelių (<i>E. Kėvelaitis, R. Miliauskas, A. Gutmanas</i>)	16
2.1. Elektrinio signalo plitimas ląstelėje	16
2.1.1. Elektrotoninio potencialo plitimas	16
2.1.2. Veikimo potencialo plitimas nervinėmis skaidulomis	19
2.1.3. Apibendrinimas	21
2.2. Sinapsinis signalo perdavimas iš nervo į raumenį	22
2.2.1. Nervu ir raumens jungtimi signalas perduodamas cheminiu būdu	22
2.2.2. Veiksniai, keičiantys signalo perdavimą nervo ir raumens jungtyje	25
2.2.3. Apibendrinimas	26
2.3. Signalų perdavimas tarp neuronų	26
2.3.1. Sinapsės yra išsidėsčiusios ant tam tikrų neurono vietų	26
2.3.2. Sinapsėse tarp neuronų signalas perduodamas panašiai kaip iš nervo į raumenį	27
2.3.3. Signalų perdavimas tarp neuronų ir iš nervo į raumenį turi skirtumų	29
2.3.4. Neuronai išskiria mažamolekulinius ir stambiamolekulinius neurotransmiterius	30
2.3.5. Neurotransmiteris sinapsėse išsiskiria kvantais	31
2.3.6. Ankstesnis sinapsės aktyvumas gali keisti išsiskiriančio neurotransmiterio kiekį ...	32
2.3.7. Elektrinės jungtys tarp ląstelių perduoda signalą be uždelsimo ir be stiprinimo	33
2.4. Signalų transdukcija ląstelėse	33
2.4.1. Neurotransmiteriai veikia tiesiogiai arba per tarpininkus	33
2.4.2. Jonotropinis neurotransmiterių poveikis tiesiogiai keičia kanalų laidumą ir ląstelės membranos potencialą	33
2.4.3. Metabotropinis neurotransmiterių veikimas vyksta per G baltymą ir antrinius signalo tarpininkus	34
2.4.4. Neurotransmiterių veikimas per antrinį tarpininką cAMP	34
2.4.5. Neurotransmiterių veikimas per antrinius tarpininkus IP ₃ ir DAG	36
2.4.6. Ca ²⁺ irgi yra antrinis signalo tarpininkas	38
2.4.7. Tam tikri neurotransmiteriai veikia per arachidono rūgštį	39
2.4.8. Yra ir daugiau signalo tarpininkų	39
2.5. Jaudinimas ir slopinimas neuronuose	40
2.5.1. Neurotransmiteriai sukelia postsinapsinius potencialus	40
2.5.2. Galima išskirti du sinapsių tipus	41
2.5.3. Glutamatas – svarbiausias jaudinamasis neurotransmiteris CNS	41
2.5.4. GABA ir glicinas – svarbiausi slopinamieji CNS neurotransmiteriai	42
2.5.5. Postsinapsinis ir presinapsinis slopinimas	43

2.6. Integracinės neuronų savybės	43
2.6.1. Signalų plitimas dendritais	43
2.6.2. Signalų sumacija neurone	45
2.6.3. Erdvinė ir laikinė sumacija	46
2.7. Apibendrinimas (2.3–2.6 skyrių)	47
3. Bendrieji jutimų principai (M. Illert)	48
3.1. Receptoriai ir jų specifiškumas	48
3.2. Receptorinis potencialas	49
3.2.1. Adekvatusis dirgiklis keičia receptorinio membranos laidumą	49
3.2.2. Receptorinis potencialas yra vietinis ir laipsniškas signalas	51
3.2.3. Receptoriai matuoja fizines dirgiklių savybes	52
3.3. Anatomiciniai apdorojimo principai	53
3.3.1. Receptijos laukas – pagrindinis dirginimo priėmimo ir apdorojimo vienetas	54
3.3.2. Sensorinė sistema sudaryta remiantis hierarchiniu ir lygiagrečiu principais	55
3.3.3. Somatotopija – topologinis apdorojimo principas	56
3.4. Funkciniai apdorojimo principai	57
3.4.1. Konvergencija ir divergencija	57
3.4.2. Slopinimo rūšys ir mechanizmai	57
3.4.3. Centrinė kontrolė parenka svarbiausius jutimų perdavimo kanalus	58
3.4.4. Šoninis slopinimas stiprina jutimų kontrastą	59
3.5. Psichofizikiniai aspektai	59
3.5.1. Dirginimo slenkstis – tai mažiausias dirginimo intensyvumas, galintis sukelti jutimą	59
3.5.2. Mažiausias dirginimo stiprumo padidėjimas yra būtinas, kad antrasis dirgiklis būtų stipriau juntamas	59
3.6. Apibendrinimas (R. Miliauskas, E. Kėvelaitis)	60
4. Somatosensorinė sistema (M. Illert)	62
4.1. Mechaninis odos jautrumas	62
4.1.1. Mechaninis odos jautrumas sukelia tam tikrus pojūčius	62
4.1.2. Yra kelios odos mechanoreceptorių rūšys	64
4.1.3. Receptoriai padeda išsamiai suvokti aplinką	64
4.1.4. Ranka yra vienas svarbiausių žmogaus jutimo organų	66
4.2. Temperatūros jutimas	67
4.2.1. Termoreceptoriai yra jautrūs šalčiui arba šilumai	67
4.2.2. Dinaminis ir statinis temperatūros jutimai skiriasi	67
4.3. Statokinetinis jutimas	68
4.4. Vidaus organų jutimas – interorecepcija	68
4.5. Projekcija žievėje	69
4.5.1. Pirminių aferentinių skaidulų kelias į CNS	69
4.5.2. Į galvos smegenų žievę kyla dvi laidų sistemos	70
4.5.3. Užpakalinio pluošto-vidinės kiltos sistema	72
4.5.4. Priekinių šoninių laidų sistema	73
4.5.5. Informacija apie modalumą ir kokybę perduodama į centrus tam tikrais jutimų kanalais	73
4.5.6. Somatosensorinėje žievėje somatotopiniu principu atkuriamas kūno paviršius	74

4.5.7. Informacijos apdorojimas branduoliuose ir žievėje tiksliai atkuria išorinės aplinkos dirgiklius	75
4.5.8. Nespecifinė sistema padeda apdoroti specifinių sistemų informaciją	76
4.6. Skausmas	77
4.6.1. Skausmas turi keletą kokybinių ypatybių	77
4.6.2. Skausmo dirgikliai aktyvina nociceptorius	78
4.6.3. Skausmo skaidulos plinta į tam tikras galvos smegenų sritis	79
4.6.4. Skausmą valdo centriniai mechanizmai	81
4.7. Apibendrinimas (R. Miliauskas, E. Kėvelaitis)	82
5. Regos sistema (M. Illert, R. Miliauskas)	84
5.1. Optinė akies sistema	84
5.1.1. Optinė akies sistema fokusuoja šviesos spindulius į tinklainę	84
5.1.2. Žiūrint į artimus daiktus padidėjęs lęšiuko išsigaubimas didina laužiamąją akies gebą	87
5.1.3. Optiniai akies trūkumai trukdo ryškiam vaizdui susidaryti	88
5.1.4. Vyzdis reguliuoja į tinklainę patenkančios šviesos srautą	90
5.1.5. Akispūdis palaiko akies obuolio formą	91
5.1.6. Apibendrinimas (R. Miliauskas, E. Kėvelaitis)	91
5.2. Vaizdo apdorojimas tinklainėje	92
5.2.1. Fotoreceptoriuose yra regėjimo pigmento	92
5.2.2. Fotonų ir regėjimo pigmento sąveikos metu kinta receptorinio membranos laidumas Na ⁺ jonams	94
5.2.3. Mazginės ląstelės koduoja fotoreceptorių apšvietimą įjungties ir išjungties atsakais	96
5.2.4. Receptijos laukas: konvergencija iš fotoreceptorių į mazgines ląsteles	97
5.2.5. Mazginių ląstelių savybės padeda nustatyti apšvietimo kontrastą	98
5.2.6. Dvi svarbiausios mazginių ląstelių klasės koduoja skirtingus vaizdo požymius	99
5.2.7. Apibendrinimas (R. Miliauskas, E. Kėvelaitis)	99
5.3. Regos keliai	100
5.3.1. Regos keliai iš tinklainės eina į smegenų žievę ir požiūvines struktūras	100
5.3.2. Žievėje susidaro retinotopinė projekcija	101
5.3.3. Perimetrija nustatomas akiplotis ir jo pokyčiai	101
5.4. Vaizdo apdorojimas centrinėje nervų sistemoje	102
5.4.1. M ir P ląstelės siunčia informaciją atskirais keliais	102
5.4.2. Žievės V1 neuronams sujaudinti reikia tam tikro šviesos dirgiklio	102
5.4.3. Smegenų žievei būdinga kolonėlių struktūra	103
5.4.4. P ląstelių sistema žievėje nagrinėja vaizdo formą ir spalvą, M ląstelių sistema – erdvę ir judesį	104
5.4.5. Apibendrinimas (5.3–5.4 skyrių) (R. Miliauskas, E. Kėvelaitis)	106
5.5. Regos sistemos veikimas	107
5.5.1. Adaptacija – prisitaikymas prie tam tikro apšvietimo, kintant regėjimo pigmento kiekiui ir tinklainės neuronų ryšiams	107
5.5.2. Regėjimo aštrumas: kolbelių tankis ir receptijos laukų centrų mažėjimas	108
5.5.3. Erdvinis matymas	109
5.5.4. Spalvinis regėjimas: spalvos suvokiamos smegenyse, šviesai skirtingai sudirginus tris tinklainės kolbelių rūšis	109
5.5.5. Apibendrinimas (R. Miliauskas, E. Kėvelaitis)	112

5.6. Akių judesiai	113
5.6.1. Akių judesiai išlaiko judančio objekto vaizdą tinklainės centrinėje duobutėje	113
5.7. Regos sistemos pažinimo funkcijos	114
5.7.1. Objekto vieta ir jo tapatybė nustatoma skirtingose žievės vietose	114
5.7.2. Apibendrinimas (5.6–5.7 skyrių) (R. Miliuskas, E. Kėvelaitis)	115
6. Klausos sistema (H. Kümmel, R. Miliuskas)	116
6.1. Akustikos pagrindai	116
6.1.1. Garso savybės	116
6.1.2. Garso slėgio lygis – decibelų skalė	117
6.2. Klausos psichofizika	119
6.2.1. Garsio lygis – fonų skalė	119
6.2.2. Garsis – sonų skalė	120
6.3. Klausos tyrimo metodų pagrindai	120
6.4. Garso laidumo sistema	122
6.4.1. Išorinės ausies funkcija	122
6.4.2. Vidurinės ausies funkcija	122
6.5. Vidinė ausis	124
6.5.1. Funkcinė vidinės ausies struktūra	124
6.5.2. Elektrinių potencialų skirtumai sraigėje	127
6.5.3. Signalo transdukcija	127
6.5.4. Garso dažnio ir stiprio kodavimas	130
6.6. Centrinis klausos informacijos apdorojimas	132
6.6.1. Centriniai klausos keliai	132
6.6.2. Tonotopinė klausos centrų organizacija	132
6.6.3. Garso krypties nustatymas	134
6.6.4. Aukštesnieji klausos centrai	135
6.7. Apibendrinimas (R. Miliuskas, E. Kėvelaitis)	136
7. Pusiausvyros sistema (R. Miliuskas)	138
7.1. Pusiausvyros organe yra penkios juntamųjų ląstelių grupės	138
7.1.1. Plėvinį labirintą pripildo endolimfa	138
7.1.2. Plaukuotosios ląstelės verčia mechaninį dirgiklį receptoriaus potencialu	138
7.1.3. Pailgojo ir apvaliojo maišelių receptoriai junta galvos padėtį ir tiesinį pagreitį	140
7.1.4. Pusratiniai latakai junta kampinį pagreitį	141
7.2. Centrinės pusiausvyros organo projekcijos	144
7.3. Prieanginiai refleksai	144
7.3.1. Prieanginiai akių refleksai padeda stabilizuoti vaizdą tinklainėje	144
7.3.2. Prieanginiai nugaros smegenų refleksai padeda išlaikyti kūno padėtį	146
7.4. Pusiausvyros funkcijos sutrikimai	146
7.5. Apibendrinimas (R. Miliuskas, E. Kėvelaitis)	147
8. Skonio ir uoslės sistemos (M. Illert, R. Miliuskas)	148
8.1. Skonis	148
8.1.1. Skonio sistemos sandara	148
8.1.2. Skonio kokybės: saldumas, sūrumas, rūgštumas ir kartumas	149
8.1.3. Molekuliniai visų skonio kokybių transdukcijos mechanizmai yra skirtingi	150
8.1.4. Skonio kodavimas ir centriniai keliai	151

8.2. Uoslė	153
8.2.1. Uoslės receptoriai	153
8.2.2. Visų uoslės signalų transdukcija yra panaši	154
8.2.3. Uoslės signalų keliai	154
8.3. Apibendrinimas (R. Miliuskas, E. Kėvelaitis)	156
9. Griaučių raumenys (A. Skurvydas)	158
9.1. Griaučių raumens struktūra	158
9.1.1. Raumuo ir raumeninė skaidula	158
9.1.2. Raumenų gijos (miofibrilės) ir sarkomerai	159
9.1.3. Raumenų siūleliai (miofilamentai)	160
9.1.4. Raumeninės ląstelės griaučiai (citokeletas)	161
9.2. Griaučių raumens susitraukimo ir atsipalaidavimo mechanizmai	162
9.2.1. Skersinių miozino tiltelių cikliškas darbas	162
9.2.2. Griaučių raumens susitraukimo ir atsipalaidavimo etapai	163
9.2.3. Griaučių raumens susitraukimo energetika	164
9.3. Raumens mechanika	165
9.3.1. Raumenų susitraukimo tipai	165
9.3.2. Priklausomybė „raumens jėga – ilgis“	165
9.3.3. Priklausomybė „raumens susitraukimo greitis – jėga“	166
9.3.4. Priklausomybė „raumens susitraukimo jėga – laikas“	167
9.4. Griaučių raumeninių skaidulų tipai	168
9.5. Griaučių raumenų prisitaikymas (adaptacija)	168
9.5.1. Raumenų įsidirbimas	168
9.5.2. Raumenų potenciacija	169
9.5.3. Raumenų nuovargis	169
9.5.4. Raumens imobilizavimas ir judėjimo aktyvumo sumažėjimas (hipokinezija)	171
9.5.5. Raumens augimas, vystymasis ir senėjimas	171
9.6. Apibendrinimas (A. Skurvydas, E. Kėvelaitis)	172
10. Lygieji raumenys (E. Kėvelaitis)	173
10.1. Lygiųjų raumenų struktūra	173
10.1.1. Lygiųjų raumenų tipai	174
10.2. Lygiųjų raumenų susitraukimo ir atsipalaidavimo mechanizmai	174
10.2.1. Lygiųjų raumenų slystamųjų siūlelių (filamentų) mechanizmas	174
10.2.2. Ca ²⁺ koncentracija sarkoplazmoje ir miofilamentų jautrumas Ca ²⁺ jonams reguliuoja susitraukimą ir atsipalaidavimą	175
10.2.3. Elektromechaninis ir farmakomechaninis lygiųjų raumenų ryšys	177
10.2.4. Savaiminis miogeninis lygiųjų raumenų aktyvumas	179
10.2.5. Membranos hiperpoliarizacija ir ciklinių nukleotidų koncentracijos didėjimas sukelia lygiųjų raumenų atsipalaidavimą	179
10.2.6. Lygiųjų raumenų plastiškumas	180
10.3. Apibendrinimas	180
11. Motorinė sistema (H. Hultborn)	182
11.1. Nervų sistema valdo griaučių raumenis per motorinius vienetus	183
11.1.1. Funkciniai motorinių vienetų tipai	183
11.1.2. Raumens jėga proporcinga motorinių vienetų skaičiui ir impulsų dažniui	185
11.1.3. Apibendrinimas (R. Miliuskas, E. Kėvelaitis)	186

11.2. Nugaros smegenų segmentiniai mechanizmai	187
11.2.1. Eksteroreceptiniai refleksai	187
11.2.2. Proprioreceptiniai refleksai	189
11.2.3. Stereotipinių judesių centrinės programos	194
11.2.4. CNS įėjimo ir išėjimo signalų kontrolė	194
11.2.5. Apibendrinimas (<i>R. Miliauskas, E. Kėvelaitis</i>)	196
11.3. Išcentrinis nugaros smegenų motorinių sistemų valdymas	198
11.3.1. Piramidinis laidas	199
11.3.2. Nusileidžiamieji motoriniai smegenų kamieno laidai	203
11.3.3. Apibendrinimas (<i>R. Miliauskas, E. Kėvelaitis</i>)	205
11.4. Smegenėlės	206
11.4.1. Smegenėlių funkcijos nustatomos, remiantis jų pažeidimo požymiais	206
11.4.2. Smegenėlių žievės mikrofiziologija	207
11.4.3. Funkcinė smegenėlių ryšių struktūra	209
11.4.4. Apibendrinimas (<i>R. Miliauskas, E. Kėvelaitis</i>)	210
11.5. Smegenų pusrutulių pamato branduoliai	212
11.5.1. Pusrutulių pamato branduolių funkcijos nustatomos, remiantis klinikiniais jų pažeidimo požymiais	213
11.5.2. Pusrutulių pamato branduolių neurotransmiteriai	214
11.5.3. Apibendrinimas (<i>R. Miliauskas, E. Kėvelaitis</i>)	214
11.6. Kūno padėties valdymas	215
11.7. Smegenų pusrutulių žievė valdo valingus judesius	216
11.8. Klinikinė patologinių reiškinų terminologija	218
11.9. Apibendrinimas (11.6–11.8 skyrių) (<i>R. Miliauskas, E. Kėvelaitis</i>)	219
12. Nervinė autonominių funkcijų reguliacija (<i>R. Abraitis, R. Miliauskas</i>)	221
12.1. Somatinė ir autonominė nervų sistema	221
12.2. Simpatinės ir parasimpatinės nervų sistemų ypatybės	222
12.3. Autonominės nervų sistemos neurotransmiteriai	226
12.3.1. Nervinius impulsus autonominiuose mazguose perduoda acetilcholinai	228
12.3.2. Signalus organams perduoda acetilcholinai arba noradrenalinai	228
12.4. Visceraliniai refleksai	232
12.5. Centrinė autonominių funkcijų reguliacija	234
12.6. Apibendrinimas (<i>R. Miliauskas</i>)	238
13. Integracinė nervinė veikla (<i>R. Miliauskas</i>)	240
13.1. Funkcinė smegenų žievės organizacija	240
13.1.1. Visos žievės organizacija yra panaši	240
13.1.2. Žievės neuronai ir neurotransmiteriai	241
13.2. Asociacinės žievės funkcijos	242
13.2.1. Trys asociacinės žievės sritys	242
13.2.2. Priekinės asociacinės žievės funkcijos	243
13.2.3. Užpakalinės asociacinės žievės funkcijos	243
13.3. Kalba	244
13.3.1. Vyraujantis (dominuojantis) pusrutulis ir kalba	244
13.3.2. Nevyraujantis (nedominuojantis) pusrutulis turi savitas funkcijas	246
13.4. Mokymasis ir atmintis	248
13.4.1. Neasociacinis ir asociacinis mokymasis	248

13.4.2. Lašteliniai žemesniųjų gyvūnų mokymosi ir atminties mechanizmai	250
13.4.3. Žmogaus ir kitų žinduolių mokymasis ir atmintis	252
13.4.4. Amnezija – atminties sutrikimas	254
13.5. Moduliacinės smegenų sistemos	255
13.6. Apibendrinimas (13.1–13.5 skyrių)	257
13.7. Integracinė pogumburio veikla	258
13.7.1. Pogumburis palaiko homeostazę	258
13.7.2. Pogumburis sieja autonomines ir endokrinines funkcijas su elgesiu	259
13.8. Motyvacija ir elgesys	259
13.8.1. Motyvacija – tiesioginė elgesio priežastis	259
13.8.2. Smegenyse yra atpildo sistema	260
13.9. Emocijos ir limbinė sistema	261
13.9.1. Emocijos – jausmai ir juos atspindintis elgesys	261
13.9.2. Limbinė sistema – anatomicinis emocijų pagrindas	262
13.10. Elektrinis smegenų aktyvumas	265
13.10.1. Elektroencefalograma – smegenų žievės neuronų sinapsinių potencialų atspindis	265
13.10.2. Alfa ritmo vedlys yra gumbure	267
13.11. Miegas	268
13.11.1. Daugelis homeostazinių funkcijų periodiškai kinta	268
13.11.2. Miego stadijos	269
13.11.3. Miego sutrikimai	270
13.11.4. Miego priežastys ir mechanizmai	271
13.12. Apibendrinimas (13.7–13.11 skyrių)	272
14. Endokrininė sistema (<i>P. Cibas</i>)	274
14.1. Bendrasis hormonų apibūdinimas	274
14.1.1. Hormonų sintezė ir išsiskyrimas	274
14.1.2. Hormonų veikimo mechanizmai	276
14.2. Funkcinė pogumburio ir posmegeninės liaukos sistema	276
14.2.1. Priekinės posmegeninės liaukos dalies hormonai	278
14.2.2. Tarpinės posmegeninės liaukos dalies hormonai	281
14.2.3. Užpakalinės posmegeninės liaukos dalies hormonai	281
14.2.4. Apibendrinimas (14.1–14.2 skyrių) (<i>P. Cibas, E. Kėvelaitis</i>)	282
14.3. Antinksčių hormonai	283
14.3.1. Antinksčių žievės hormonai	283
14.3.2. Antinksčių šerdies hormonai	285
14.3.3. Apibendrinimas (<i>P. Cibas, E. Kėvelaitis</i>)	286
14.4. Endokrininė kasos funkcija	286
14.4.1. Insulinas veikia medžiagų apykaitą ir yra vienintelis hormonas, mažinantis gliukozės koncentraciją kraujyje	286
14.4.2. Gliukagonas yra insulino antagonistas	289
14.4.3. Kiti kasos hormonai	290
14.4.4. Apibendrinimas (<i>P. Cibas, E. Kėvelaitis</i>)	290
14.5. Skydliaukės hormonai	291
14.5.1. Tirodinai skatina augimą ir medžiagų apykaitą	291
14.5.2. Kalcitoninas reguliuoja kalcio ir fosforo apykaitą	293
14.6. Prieskydinių, užkrūčio ir kankorėžinės liaukų hormonai	293

14.6.1. Paratiroidinas didina kalcio koncentraciją kraujyje	293
14.6.2. Užkrūčio liaukos hormonai skatina ląstelinį imunitetą ir organizmo augimą	293
14.6.3. Kankorėžinės liaukos hormonas melatoninas reguliuoja bioritmus	294
14.7. Širdies ir inkstų hormonai	294
14.7.1. Atriopeptinas skatina natrio ir vandens išskyrimą inkstuose	294
14.7.2. Inkstai išskiria reniną, kuris aktyvina renino-angiotenzino sistemą	295
14.7.3. Inkstų hormonas eritropoetinas skatina raudonųjų kraujo kūnelių gamybą kaulų čiulpuose	295
14.7.4. Kalcitriolis reguliuoja kalcio ir fosforo apykaitą	296
14.7.5. Apibendrinimas (14.5–14.7 skyrių) (<i>P. Cibas, E. Kėvelaitis</i>)	296
14.8. Lytinių liaukų hormonai	297
14.8.1. Vyrishkieji lytiniai hormonai	297
14.8.2. Moterishkieji lytiniai hormonai	300
14.8.3. Neuroendokrininė moters lytinio ciklo reguliacija	302
14.8.4. Lytinio vystymosi fiziologija	304
14.8.5. Lytinių reakcijų fiziologija	305
14.8.6. Apibendrinimas (<i>P. Cibas, E. Kėvelaitis</i>)	307
14.9. Difuzinė neuroendokrininė sistema	308
14.9.1. Audinių hormonas histaminas	308
14.9.2. Audinių hormonas serotoninas	308
14.9.3. Audinių hormonai kininai	309
14.9.4. Audinių hormonai prostaglandinai	310
14.9.5. Opiatiniai neurohormonai	310
14.9.6. Apibendrinimas (<i>P. Cibas, E. Kėvelaitis</i>)	311
15. Kraujas (<i>G. Gronow, E. Kėvelaitis</i>)	313
15.1. Raudonųjų kraujo ląstelių (eritrocitų) savybės	313
15.1.1. Eritrocitai – dujų pernešikliai tarp plaučių ir audinių	314
15.1.2. Aktyvioji jonų pernaša reguliuoja eritrocitų tūrį	315
15.1.3. Eritrocitų skaičiaus didėjimas (eritrocitozė) ir jo mažėjimas (anemija)	316
15.1.4. Eritrocitų nusėdimo greitis (ENG) – nespecifinis rodiklis uždegimui nustatyti	318
15.1.5. Kraujo grupės – tai eritrocitų membranos savybės ir plazmoje esantys antikūnai prieš svetimas kraujo grupes	318
15.1.6. Apibendrinimas (<i>E. Kėvelaitis</i>)	320
15.2. Kraujo plazmos savybės	321
15.2.1. Plazmos baltymai atlieka svarbias kraujo funkcijas	322
15.2.2. Kraujavimo sustojimas – pirminė hemostazė	323
15.2.3. Kraujo krešėjimas (koaguliacija) – antrinė hemostazė	325
15.2.4. Hemostazės sutrikimai ir kraujo krešėjimo mėginiai	327
15.2.5. Kraujo krešėjimo ir fibrinolizės pusiausvyra	328
15.2.6. Kraujo krešėjimo slopinimas	328
15.2.7. Apibendrinimas (<i>E. Kėvelaitis</i>)	330
15.3. Imuninis atsakas	331
15.3.1. Įgimtas (nespecifinis) imuninis atsakas	332
15.3.2. Leukocitai – imuninio atsako nešėjai	335
15.3.3. Monocitai ir granulocitai – įgimto (nespecifinio) ląstelinio imuninio atsako nešėjai	335

15.3.4. Limfocitai – įgyto (specifinio) imuninio atsako nešėjai	337
15.3.5. B limfocitai lemia specifinį humoralinį imuninį atsaką	338
15.3.6. T limfocitai vykdo specifinį ląstelinį imuninį atsaką	339
15.3.7. Apibendrinimas (<i>E. Kėvelaitis</i>)	339
16. Širdis ir kraujo apytaka (<i>E. Kėvelaitis</i>)	341
16.1. Širdies ir kraujagyslių sistemos funkcinė organizacija	341
16.2. Elektrinis širdies aktyvumas	343
16.2.1. Savaiminis (spontaninis) jaudinimo atsiradimas širdyje – automatizmas	343
16.2.2. Joninis širdies automatizmo mechanizmas	343
16.2.3. Širdies ritmo vedlių hierarchija – automatizmo gradientas	344
16.2.4. Elektrinio jaudinimo išplitimas širdyje	345
16.2.5. Elektrinių širdies reiškinių užrašymas – elektrokardiografija	348
16.2.6. Apibendrinimas	353
16.3. Mechaninė širdies veikla	353
16.3.1. Elektrinis jaudinimas sukelia miokardo susitraukimą – elektromechaninis ryšys miokarde	353
16.3.2. Mechaninės širdies veiklos ciklas ir jo ypatumai	355
16.3.3. Širdies darbas ir energijos poreikis	360
16.3.4. Apibendrinimas	361
16.4. Širdies veiklos reguliacija	362
16.4.1. Intrakardiniai reguliacijos mechanizmai yra pačioje širdyje	362
16.4.2. Ekstrakardinę širdies veiklos reguliaciją vykdo autonominė (vegetacinė) nervų sistema ir humoraliniai veiksniai	363
16.4.3. Apibendrinimas	367
16.5. Bendrieji hemodinamikos principai	367
16.5.1. Pratekančio kraujo tūris daugiausia priklauso nuo kraujagyslių spindžio	369
16.5.2. Sluoksninis ir sūkurinis kraujo tekėjimas	369
16.5.3. Kraujagyslės sienelės įtempimas, tūsumas ir standumas	370
16.6. Didelio spaudimo sistema	371
16.6.1. Arterinis pulsas ir jo plitimo greitis	372
16.6.2. Arterinis kraujospūdis ir jo matavimas	373
16.6.3. Neskvarbieji (neinvaziniai) arterinės kraujotakos tyrimo metodai	377
16.6.4. Apibendrinimas	377
16.7. Mikrocirkuliacija	378
16.7.1. Mikrocirkuliacinės dalies hemodinamikos ypatumai	378
16.7.2. Apykaita kapiliaruose	379
16.7.3. Apibendrinimas	382
16.8. Mažo spaudimo sistema	383
16.8.1. Sunkio jėgos įtaka kraujospūdžiui	383
16.8.2. Kraujo tekėjimą venomis reguliuojantys mechanizmai	384
16.8.3. Apibendrinimas	386
16.9. Vietinė (lokaloji) kraujotakos reguliacija	386
16.9.1. Miogeninė autoreguliacija	387
16.9.2. Metabolinė autoreguliacija	387
16.9.3. Endotelio išskiriamos medžiagos reguliuoja kraujagyslių tonusą	387
16.9.4. Apibendrinimas	390

16.10. Sisteminė kraujo apytakos reguliacija	390
16.10.1. Nervinė kraujo apytakos reguliacija	390
16.10.2. Humoralinė kraujo apytakos reguliacija	394
16.10.3. Apibendrinimas	395
16.11. Organų kraujotakos ypatumai	396
16.11.1. Vainikinė kraujotaka kinta širdies ciklo metu ir priklauso nuo deguonies poreikio miokarde	396
16.11.2. Smegenų kraujotaka ir hematoencefalinis barjeras	398
17. Kvėpavimas (A. Stasiulis)	401
17.1. Išorinis kvėpavimas ir jo mechanika	401
17.1.1. Įkvėpimo mechanizmas	402
17.1.2. Iškvėpimo mechanizmas	404
17.1.3. Kvėpavimo judesių reikšmė kraujo apytakai	404
17.1.4. Kvėpavimo rūšys	404
17.1.5. Plaučių tūriai ir talpos	404
17.1.6. Kvėpavimo takai. Anatominis ir funkcinis negyvieji tarpai	407
17.1.7. Plaučių ir alveolių ventiliacija	408
17.1.8. Dujų tūrio matavimo sąlygos	409
17.1.9. Dirbtinis kvėpavimas	409
17.1.10. Kvėpavimo mechanika: slėgio ir tūrio priklausomybė	409
17.1.11. Alveolių paviršiaus įtempimas ir surfaktantas	410
17.1.12. Su tamprumu nesusijęs kvėpavimo priešinimasis	411
17.1.13. Dinaminė slėgio ir tūrio priklausomybė	411
17.1.14. Kvėpavimo darbas	412
17.1.15. Kvėpavimo funkcijos sutrikimai ir jų diagnozavimas	412
17.1.16. Apibendrinimas	414
17.2. Dujų apykaita plaučiuose	414
17.2.1. Alveolių dujų mišinio sudėtis	414
17.2.2. Dujų difuzija alveolėse	415
17.2.3. Plaučių kraujotaka	416
17.2.4. Apibendrinimas (A. Stasiulis, E. Kėvelaitis)	418
17.3. Kvėpavimo dujų pernaša	419
17.3.1. Deguonies pernaša kraujyje	419
17.3.2. Anglies monoksido poveikis deguonies pernašai	421
17.3.3. Anglies dioksido pernaša kraujyje	421
17.3.4. Apibendrinimas (A. Stasiulis, E. Kėvelaitis)	423
17.4. Dujų apykaita audiniuose	423
17.4.1. Dujų difuzija audiniuose	423
17.4.2. Deguonies apykaita ląstelėse	423
17.4.3. Deguonies atsargos organizme	424
17.4.4. Apibendrinimas (A. Stasiulis, E. Kėvelaitis)	424
17.5. Kvėpavimo reguliacija	425
17.5.1. Kvėpavimo ritmo sukūrimas	425
17.5.2. Cheminių (humoralinių) veiksnių įtaka kvėpavimui	428
17.5.3. Nervinių (refleksinių) veiksnių įtaka kvėpavimui	429
17.5.4. Apibendrinimas (A. Stasiulis, E. Kėvelaitis)	431

18. Epitelinė pernaša (M. Mályusz)	432
18.1. Funkcinė epitelio struktūra	432
18.1.1. Epitelio sluoksniai sudaryti iš glaudžiai susijusių polinių ląstelių	432
18.1.2. Epitelinė pernaša: kanalai, pernešikliai, siurbliai	434
18.2. Epitelio funkcijos	435
18.2.1. Pagrindinė epitelio funkcija – sudaryti skiriamąjį paviršių	435
18.2.2. Epitelis garantuoja vandens ir ištirpusių medžiagų pernašą	436
18.2.3. Daugelis epitelyje esančių pernešiklių yra pasiskirstę remiantis bendraisiais dėsniumais	439
18.3. Apibendrinimas (E. Kėvelaitis)	440
19. Inkstų fiziologija (M. Mályusz)	442
19.1. Inkstai palaiko organizmo vidaus terpės pastovumą	442
19.2. Funkcinė inkstų struktūra	442
19.2.1. Anatominė inkstų sandara garantuoja sudėtingas funkcijas	442
19.2.2. Nefrono struktūra	443
19.3. Inkstų kraujotaka ir klirensas	444
19.3.1. Inkstų kraujotakos ypatumai	444
19.3.2. Inkstų kraujotakos reguliacija palaiko pastovų filtrato dydį	445
19.3.3. Inkstų kraujotaka matuojama remiantis Fiko principu	447
19.3.4. Klirenso sąvoka	447
19.4. Glomerulinė filtracija	447
19.4.1. Glomerulinio filtro ypatumai	448
19.4.2. Inksto kamuolėlio (glomerulo) efektyvus filtracinis spaudimas	449
19.4.3. Glomerulinės filtracijos greičio matavimas	450
19.4.4. Apibendrinimas (19.1–19.4 skyrių) (E. Kėvelaitis)	451
19.5. Inkstų vamzdeliuose reabsorbuojasi iki 99,5% filtrato	451
19.5.1. Na ⁺ reabsorbicija inkstų vamzdeliuose	452
19.5.2. Bikarbonato pernaša inkstų vamzdeliuose	455
19.5.3. Gliukozės ir aminorūgščių pernaša inkstų vamzdeliuose	455
19.5.4. Kalcio, magnio, fosfato ir sulfato pernaša inkstų vamzdeliuose	456
19.5.5. Kalio pernaša inkstų vamzdeliuose	457
19.5.6. Šlapalo pernaša	457
19.5.7. Šlapimo ir oksalo rūgščių pernaša inkstų vamzdeliuose	458
19.5.8. Organinių katijonų ir anijonų sekrecija inkstų vamzdeliuose	458
19.6. Pernašos procesai inkstų vamzdeliuose yra svarbūs rūgščių ir šarmų (bazių) pusiausvyrai	459
19.6.1. Protonų išskyrimas inkstuose	459
19.6.2. Amonio jonų išskyrimas inkstuose	460
19.7. Šlapimo koncentravimo mechanizmas	460
19.7.1. Priešinių srovių sistemos	461
19.7.2. Osmosinis keitiklis	461
19.8. Endokrininės inkstų funkcijos	463
19.9. Apibendrinimas (19.5–19.8 skyrių) (E. Kėvelaitis)	463
20. Vandens ir elektrolitų apykaitos reguliacija (M. Mályusz)	465
20.1. Vandens apykaita	465
20.1.1. Vandens pasiskirstymas	465

20.1.2. Vandens pasiskirstymo nustatymas	466
20.1.3. Vandens pasiskirstymo sutrikimas – edema	466
20.1.4. Vandens pasisavinimas ir pasišalinimas yra tarpusavyje susiję	467
20.2. Organizmo skysčių tūrio ir osmosinio slėgio reguliavimas	468
20.2.1. Osmosinio slėgio reguliavimas ir osmosinis troškulus	468
20.2.2. Skysčių tūrio reguliavimas ir jo reikšmė	468
20.3. Elektrolitų pusiausvyra	470
20.3.1. Na ⁺ pusiausvyros reguliacija	470
20.3.2. K ⁺ pusiausvyros reguliacija	470
20.3.3. Kalcio ir fosfatų apykaitos reguliacija	471
20.3.4. Magnio pusiausvyros reguliacija	472
20.4. Vandens ir druskų pusiausvyros sutrikimai	472
20.4.1. Ląstelių tūrio pastovumą lemia osmosinė ląstelių aplinkos koncentracija	472
20.4.2. Izotoniniai hidratacijos sutrikimai	472
20.4.3. Hipotoniniai hidratacijos sutrikimai	473
20.4.4. Hipertoniniai hidratacijos sutrikimai	474
20.5. Apibendrinimas (<i>E. Kėvelaitis</i>)	474
21. Rūgščių ir šarmų (bazių) pusiausvyros reguliacija (<i>M. Malyusz</i>)	476
21.1. Organizmui svarbi yra pH reikšmė, o ne rūgščių ar šarmų (bazių) atsargos	476
21.2. Fiziologinės buferinės sistemos	478
21.2.1. Fiziologinę svarbą turi tik buferinės sistemos, kurių pK' yra 6–8	478
21.2.2. Fosfatų buferis	478
21.2.3. Baltymų buferis	478
21.2.4. Bikarbonatų buferis	478
21.2.5. Esant kvėpavimo sutrikimams, pH išlaiko daugiausia nebikarbonatų buferiai	479
21.3. Organizmo rūgščių ir šarmų (bazių) pusiausvyra	480
21.4. Pirminiai rūgščių ir šarmų (bazių) pusiausvyros sutrikimai	481
21.4.1. Pirminiai respiraciniai pokyčiai	481
21.4.2. Pirminiai nerrespiraciniai sutrikimai	483
21.5. Aktyvioji rūgščių ir šarmų (bazių) pusiausvyros sutrikimų kompensacija	483
21.5.1. Pasyvus cheminis buferių poveikis negarantuoja pusiausvyros	483
21.5.2. Kompensacija metabolinės acidozės ir alkalozės metu	483
21.5.3. Kompensacija respiracinės acidozės ir alkalozės metu	484
21.6. Apibendrinimas (<i>E. Kėvelaitis</i>)	484
22. Virškinimo sistema (<i>P. Cibas, E. Kėvelaitis</i>)	486
22.1. Virškinimo sistemos funkcijos	486
22.2. Virškinimas burnoje	487
22.2.1. Kramtymas ir čiulpimas	487
22.2.2. Seilės ir jų reikšmė	487
22.2.3. Seilių išsiskyrimo reguliavimas	489
22.2.4. Rijimas	489
22.3. Virškinimas skrandyje	490
22.3.1. Sekretinė skrandžio funkcija	490
22.3.2. Druskos rūgšties (HCl) išsiskyrimas ir jo reguliavimas	491
22.3.3. Skrandžio fermentų išsiskyrimas ir jo reguliavimas	493

22.3.4. Mucino išsiskyrimas ir jo reguliavimas	494
22.3.5. Skrandžio sulčių išsiskyrimo fazės	494
22.3.6. Skrandžio sulčių išsiskyrimo ir mitybos ryšys	496
22.3.7. Judinamosios (motorinės) skrandžio funkcijos	496
22.3.8. Skrandžio judėjimo (motorikos) reguliavimas	498
22.3.9. Refleksinė apsauginė reakcija – vėmimas	499
22.3.10. Apibendrinimas (22.1–22.3 skyrių)	499
22.4. Virškinimas dvylikapirštėje žarnoje	500
22.4.1. Kasos reikšmė virškinimui	501
22.4.2. Kasos sulčių išsiskyrimo reguliavimas	502
22.4.3. Kepenų ir tulžies reikšmė virškinimui	502
22.4.4. Bilirubino apykaita – tiesioginis ir netiesioginis bilirubinas	504
22.4.5. Tulžies rūgščių enterohepatinė cirkuliacija	505
22.4.6. Tulžies išsiskyrimo reguliavimas	506
22.4.7. Apibendrinimas	507
22.5. Virškinimas plonojoje žarnoje	508
22.5.1. Sekretinė plonosios žarnos funkcija	508
22.5.2. Ertminis ir membraninis (pasieninis) virškinimas plonojoje žarnoje	508
22.5.3. Plonosios žarnos judinamoji (motorinė) funkcija ir jos reguliavimas	509
22.6. Virškinimas storioje žarnoje	511
22.6.1. Sekretinė ir rezorbcinė storiosios žarnos funkcijos	511
22.6.2. Storosios žarnos motorika ir jos reguliavimas	512
22.6.3. Tuštinimosi refleksas – defekacija	512
22.6.4. Apibendrinimas (22.5–22.6 skyrių)	513
22.7. Maisto medžiagų rezorbcija virškinimo sistemoje	514
22.7.1. Angliavandenių rezorbcija	514
22.7.2. Baltymų rezorbcija	515
22.7.3. Lipidų rezorbcija	518
22.7.4. Vandens ir mineralinių medžiagų rezorbcija	520
22.7.5. Vitaminų rezorbcija	524
22.7.6. Apibendrinimas	526
23. Energijos metabolizmas ir mityba (<i>R. Lažauskas</i>)	528
23.1. Energijos pusiausvyra	529
23.2. Energijos sąnaudų sudedamosios dalys	530
23.2.1. Ramybės energijos sąnaudos	530
23.2.1.1. Energijos sąnaudas lemiantys veiksniai	533
23.2.1.2. Energijos sąnaudų vertinimas	534
23.2.2. Termogeninis maisto efektas	538
23.2.2.1. Termogeninio maisto efekto vertinimas	538
23.2.3. Fiziniam aktyvumui naudojama energija	538
23.2.3.1. Fizinio aktyvumo energijos sąnaudų vertinimas	540
23.3. Paros energijos poreikis ir jo vertinimas	541
23.4. Apibendrinimas (23.1–23.3 skyrių)	541
23.5. Svarbios mitybos sudedamosios dalys	542
23.5.1. Baltymai	543
23.5.2. Riebalai	544

23.5.3. Angliavandeniai	545
23.5.4. Skaidulinės maisto medžiagos	546
23.5.5. Vanduo	547
23.5.6. Vitaminai	548
23.5.7. Mineralinės medžiagos	550
23.6. Sveikos mitybos principai	551
23.7. Mitybos režimas	552
23.8. Sveikos mitybos piramidė	552
23.9. Apibendrinimas (23.5–23.8 skyrių)	554
24. Termoreguliacija (R. Abraitis)	556
24.1. Žmogaus kūno temperatūra	556
24.2. Šilumos gamyba ir jos išskyrimas	557
24.3. Kūno temperatūros reguliacija	558
24.3.1. Nervinė kūno temperatūros reguliacija	558
24.3.2. Humoralinė kūno temperatūros reguliacija	559
24.4. Apibendrinimas	560
25. Sporto fiziologija (A. Stasiulis, A. Skurvydas)	561
25.1. Bendrieji organizmo greitojo prisitaikymo prie fizinių krūvių dėsniumai	561
25.1.1. Priešstartinė būseną	561
25.1.2. Įsidirbimas	562
25.1.3. Pramankšta	563
25.1.4. Pastovioji būklė	564
25.1.5. Nuovargis	565
25.1.6. Atsigavimas	567
25.1.7. Apibendrinimas	569
25.2. Ilgalaiškės adaptacijos prie fizinių krūvių ir sportinės treniruotės fiziologiniai pagrindai	570
25.2.1. Ilgalaiškės (lėtosios) adaptacijos prie fizinių krūvių bendrieji dėsniumai	570
25.2.2. Jėgos ir greičio ugdymo fiziologiniai pagrindai	572
25.2.3. Ištvėmės ugdymo fiziologija	573
25.2.4. Apibendrinimas	576
25.3. Judėjimo įgūdžių formavimosi fiziologiniai pagrindai	576
25.3.1. Judesių mokymosi tipai	577
25.3.2. Judesių mokymosi teorijos ir etapai	577
25.3.3. Apibendrinimas	578
25.4. Sportinis darbingumas tam tikromis išorinės aplinkos sąlygomis	579
25.4.1. Sportinis darbingumas žemo atmosferos slėgio sąlygomis	579
25.4.2. Sportinis darbingumas karštojo klimato sąlygomis	580
25.4.3. Apibendrinimas	581
26. Tarptautiniai matavimo vienetai (H. Wiese)	582
26.1. SI sistemos vienetai	582
26.2. Koncentracija, frakcija, aktyvumas, pH reikšmė	582
26.3. Osmolališkumas, osmosinis ir onkotinis slėgiai	584
Rodyklė	585
Literatūra	610

Abėcėlinis autorių sąrašas

Prof. Romualdas Abraitis Fiziologijos katedra Kauno medicinos universitetas	Doc. Robertas Lažauskas Fiziologijos katedra Kauno medicinos universitetas fiz.robortas@med.kmu.lt
Prof. Petras Cibas Fiziologijos katedra Kauno medicinos universitetas	Prof. Miklós Mályusz Fiziologijos institutas Kylio universitetas, Vokietija m.malyusz@physiologie.uni-kiel.de
Doc. Gernot Gronow Fiziologijos institutas Kylio universitetas, Vokietija g.gronow@physiologie.uni-kiel.de	Doc. Rimvydas Miliauskas Fiziologijos katedra Kauno medicinos universitetas milius@med.kmu.lt
Prof. Aronas Gutmanas (1936–1999) Neurofiziologijos laboratorija Kauno medicinos universitetas	Prof. Albertas Skurvydas Taikomosios fiziologijos ir sveikatos ugdymo katedra Lietuvos kūno kultūros akademija a.skurvydas@lkka.lt
Prof. Michael Illert Fiziologijos institutas Kylio universitetas, Vokietija m.illert@physiologie.uni-kiel.de	Prof. Arvydas Stasiulis Taikomosios fiziologijos ir sveikatos ugdymo katedra Lietuvos kūno kultūros akademija a.stasiulis@lkka.lt
Prof. Hans Hultborn Medicininės fiziologijos katedra Kopenhagos universitetas, Danija h.hultborn@mfi.ku.dk	Dr. Harald Wiese Fiziologijos institutas Kylio universitetas, Vokietija h.wiese@physiologie.uni-kiel.de
Prof. Egidijus Kėvelaitis Fiziologijos katedra Kauno medicinos universitetas ekeve@kmu.lt	Doc. Heinrich Kümmel Fiziologijos institutas Kylio universitetas, Vokietija h.kuettel@physiologie.uni-kiel.de