



SISÄLLYSLUETTELO

LUKIJOILLE 16

1 ► FYSIOLOGIAN PERUSTEET 21

1.1 johdatus fysiologiaan 22

1.2 homeostaasi ja palautesäättely 24

Negatiivinen palautesäättely 24

Positiivinen ja ennakoiva palautesäättely 25

1.3 solut ja kudostyypit 26

1.4 elin, elinjärjestelmät ja nestetilat 26

Kehon nestetilat ja niiden väliset yhteydet 26

2 ► KEHON KEMIAA 29

2.1 atomit, ionit ja kemialliset sidokset 30

Atomi 30

Kemialliset sidokset, molekyylit ja ioniset

yhdisteet 30

Kovalenttiset sidokset 30

Vetysidos 32

Hapot, emäkset ja pH-asteikko 32

Liuksen happamuus eli pH 32

2.2 hiilihydraatit ja rasvat 34

Hiilihydraatit 34

Rasvat 35

2.3 proteiinit 37

Proteiinien rakenne 37

2.4 nukleiinihapot 38

Deoksiribonukleiinihappo eli DNA 38

Ribonukleiinihappo eli RNA 38

3 ► SOLUN RAKENNE JA GENEETTINEN SÄÄTELY 41

3.1 solukalvon rakenne 42

Solukalvon rakenne 42

Mikrovillukset 42

3.2 solulima ja soluelimet 44

Solulima ja solun tukiranka 44

Lysosomit 44

Peroksisomit 44

Mitokondrio 44

Ribosomit 45

Solulimakalvosto 45

Golgin laite 45

3.3 tuma 46

Transkriptio 46

Kromatiini 46

RNA-synteesi 46

Erlaisia RNA:n tyyppejä 46

3.4 proteiinisynteesi 47

Proteiinin muodostuminen 47

Solulimakalvoston ja Golgin laitteen

yhteistoiminta 47

3.5 dna-synteesi ja solujen jakautuminen . . . 49

DNA:n replikaatio 49

Solusykli 49

Mitoosi 50

Meioosi 50

Solukuolema, hypertrofia ja hyperplasia 50

4 ► ENTSYMIEN TOIMINNAN PERUSTEET 5

4.1 entsyymit katalyytteinä 54

Entsyymitoiminta 54

4.2 entsyymiaktiivisuuden säätely 55

Lämpötilan ja pH:n vaikutukset

entsyymiaktiivisuuteen 55

Kofaktorit ja koentsyymit 55

Substraatin pitoisuus ja käänteiset reaktiot 55

Aineenvaihduntareitit 56

5 ► ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA 57

5.1 energia-aineenvaihduntaan liittyviä käsitteitä 58

Energiaa vaativat ja luovuttavat reaktiot 58

Adenosiinitrifosfaatti (ATP) 58

Hapettuminen ja pelkistyminen

ATP:n tuotossa 59

5.2 glykolyysi ja anaerobinen energiantuotto 60

Glykolyysi 61

Glykogeneesi ja glykogenolyysi 62

Glukoneogeneesi ja Corin sykli

eli maitohappokierto 63

5.3 aerobinen energiantuotto 64

Sitruunahappokierto 64

Elektroninsiirtoketju ja oksidatiivinen

fosforylaatio 64

Elektronikuljetuksen kytkentä

ATP-tuotantoon 65

Hapen rooli aerobisessa energiantuotossa	66
ATP:n tuotto	66

5.4 rasvat ja proteiinit energia- aineenvaihdunnassa.	67
Rasvojen synteesi ja käyttö energia-aineenvaihdunnassa	67
Rasvakudos ATP-molekyyleiksi	67
Aminohapot aineenvaihdunnassa	68
Transaminaatio	68
Oksidatiivinen deaminaatio	68

6 ► SOLUN JA SOLUNULKOISEN YMPÄRISTÖN YHTEYDET 69

6.1 solunulkoisen ja -sisäisen ympäristön yhteys	70
Solukalvon läpäisy	70
Solukalvon läpäisytavat	70

6.2 diffuusio ja osmoosi	71
Diffuusio solukalvon läpi	72
Osmoosi	72
Osmoottinen paine	74
Konsentraatio eli pitoisuus	74
Osmolaliteetti, osmolariteetti, toonisuus	74

6.3 kantajavälitteinen kuljetus	76
Avustettu eli helpotettu diffuusio	76
Aktiivinen kuljetus	77
NaK-ATPaasi	77
Ca ²⁺ -ATPaasi	77
Sekundaarinen aktiivinen kuljetus	77
Epiteelin läpi kulkeutuminen	78
Endosytoosi	79
Eksosytoosi	79

6.4 solukalvon lepojännite	79
Lepojännitteen perusteet	80
Nernstin kaava ja ionien tasapainopotentiaali	81
Solukalvon lepojännite	81

6.5 solujenvälinen viestintä	82
Toisioletetit ja signaalivälitys	83
Erilaiset signaalivälitykseen liittyvät solukalvovreseptorit	84

7 ► HERMOSOLUJEN FYSIOLOGIAA 87

7.1 hermosolut ja tukisolut	88
Neuronit eli hermosolut	88
Neuronien ja hermojen luokittelu	89
Tuki- eli gliasolut	90
Schwannin solut ja myeliinituppi	90
Myeliinituppi	90
Aksonin paraneminen	90
Neurotrofiinit	90
Astrozyttien toiminta	91
Veri-aivoeste	91

7.2 aktiopotentiaali aksonissa	92
Ionikanavat aksonissa	92
Aktiopotentiaali eli toimintajännite	93
Ärsykkeen voimakkuus ja aktiopotentiaali	94
Refraktaariaika ja aktiopotentiaalien määrä	94
Neuronin ominaisuudet ja hermoimpulssin johtuminen	94
Myeliinituppi ja aksonin johtumisnopeus	95

7.3 synapsi	96
Sähköiset synapsit	96
Kemialliset synapsit	97
Välittäjäaineen vapautuminen	97
Välittäjäaineen vaikutus	97

7.4 tiedon integroituminen synapseissa	98
Synaptinen inhibitio	98
Synaptinen plastisuus	98

7.5 välittäjäaineita ja niiden vaikutuksia	99
Asetyylikoliini	99
Aminohapot	99
Biogeeniset amiinit	99
Typpioksidi	100
Hiilimonoksidi	100
Neuropeptidit	100

8 ► KESKUS- JA ÄÄREISHERMOSTO 101

8.1 aivojen rakenteet	102
--	------------

8.2 isot aivot	102
Aivokuori	104
Aivojen kuvantaminen	104
Elektroenkefalogrammi eli aivosähkökäyrä	104
Uni ja aivot	105
Tyvitumakkeet eli basaalgangliot	107
Aivojen lateralisaatio	107

Puheen ymmärtäminen ja tuottaminen	108
Limbinen järjestelmä	108
Muisti ja aivot	109
Muistiin liittyvät hermokudoksen muutokset	110

8.3 väliaivot	111
Talamus ja epitalamus	111
Hypotalamus ja aivolisäke	111
Autonomisen hermostojärjestelmän säätely	111
Aivolisäkkeen säätely	111
Vuorokausirytmien säätely	111

8.4 keski- ja taka-aivot	112
Keskiaivot	112
Taka-aivot	113
Vireystilan säätely (RAS)	113

8.5 selkäytimen hermoradat.	114
Nousevat radat	114
Laskevat hermoradat	114

8.6 aivohermot ja selkäydinhermot	117
Aivohermot I–XII	117
Selkäydinhermot	118
Refleksikaari	119

9 ► AUTONOMISEN HERMOSTON FYSIOLOGIAA **121**

9.1 autonomisten rakenteiden ja elinten hermotus.	122
Autonomiset hermosolut	122
Efektorien säätely	122

9.2 autonomisen hermoston rakenne	123
Sympaattisen hermoston rakenne	124
Parasympaattisen hermoston rakenne	124

9.3 autonomisen hermoston tehtävät	125
Kolinerginen ja adrenerginen viestintä	125
Adrenergiset vaikutukset	126
Kolinergiset vaikutukset	126
Muut autonomisen hermoston välittäjäaineet	127
Autonomisen hermoston yhteisvaikutus	127
Vastakkaiset vaikutukset	127
Täydentävät ja yhteistoiminnalliset vaikutukset	127
Ilman yhteisvaikutusta olevat elimet	127
Autonomisen hermoston säätely ylemmillä aivoalueilla	128

10 ► AISTIEN FYSIOLOGIAA **129**

10.1 aistireseptorien yleiset ominaisuudet	130
Aistireseptoriluokat	130
Aistireseptorien mukautuminen ärsykkeeseen	131
Reseptoripotentiaali	131

10.2 ihon aistit	132
Reseptiiviset kentät ja aistitarkkuus	135
Aistiradat ja aistiaivokuori	135

10.3 maku ja haju.	137
Maku	137
Haju	138

10.4 korvat ja kuulo	139
Ulkokorva ja välikorva	139
Sisäkorvan simpukka	140
Cortin elin ja kuuloaistitieto	141
Kuuloaistirata	141

10.5 sisäkorvan tasapainoelin	142
Tasapainoelimen karvasolut	143
Soikea ja pyöreä rakkula	143
Kaarikäytävät	143
Tasapainoelimen hermoradat	143
Nystagmus ja huimaus	143

10.6 silmät ja näkö	144
Valon tahtuminen silmän rakenteissa	145
Mukautuminen ja kuvanmuodostus	145

10.7 verkkokalvo	146
Valon vaikutus sauvasoluihin	146
Verkkokalvon hermosolujen hyperpolarisoituminen ja yhteistoiminta	147
Tappisolun ja värinäkö	148
Näöntarkkuus ja herkkyys	148
Näköaistitiedon päätyminen aivokuoren näköalueelle	149
Silmien liikkeet	149

10.8 näkö tiedon käsittely hermostossa	150
Gangliosolun vastaanottokentät	151
Polvitumake ja gangliosolujen tieto	151
Aivokuori ja näkeminen	151

11 ► UMPIERITYKSEN FYSIOLOGIAA 153

11.1 umpieritysrauhaset ja hormonit154

Hormoniluokat	155
Pro- ja prehormonit	155
Hermoston ja hormonaalisen säätelyn yhteisiä ominaisuuksia	156
Hormonien yhteisvaikutukset	156
Synergistiset vaikutukset	156
Antagonistiset vaikutukset	156
Hormonipitoisuus ja kudostaste	156
Hormonireseptorien määrä ja kudostaste	157
Suuri hormonipitoisuus ja kudostaste	157

11.2 hormonien toimintamekanismit158

Rasvaliukoisten hormonien reseptorit	158
Steroidihormonien toimintamekanismi	158
Kilpirauhashormonin toimintamekanismit	159
Vesiliukoiset hormonit ja toisilähettimekanismi	160
Adenylaattisyklaasi – syklinen AMP- toisilähetinjärjestelmä	160
Fosfolipaasi–C ja Ca ²⁺ -toisilähetinjärjestelmä	160
Tyrosiinikinaasi-toisilähetinjärjestelmä	161

11.3 aivolisäkkeen hormonitoiminta161

Aivolisäkkeen hormonit	162
Hypotalamus-aivolisäkeakseli	163
Etulohkon hormonierityksen säätely	163
Aivolisäkkeen etulohkon säätely	164
Korkeampien aivotointojen vaikutus aivolisäkkeen eritykseen	164

11.4 lisämunuaisen hormonitoiminta166

Lisämunuaisen kuoren hormonitoiminta	166
Lisämunuaisen ytimen hormonit	167
Stressi ja lisämunuainen	168

11.5 kilpirauhanen ja lisäkilpirauhaset169

Kilpirauhashormonien tuotto ja toiminta	169
Kilpirauhasen sairaudet	169
Lisäkilpirauhaset	170

11.6 haima ja muut hormoneja erittävät rauhaset sekä elimet170

Käpyrauhanen	171
Ruoansulatuskanava ja hormonit	173
Sukurauhaset (gonadit) ja istukka	173

11.7 autokriininen ja parakriininen säätely . .174

Esimerkkejä autokriinisestä säätelystä	174
Prostaglandiinit autokriinisinä säätelijöinä	174
Esimerkkejä eikosanoidien toiminoista	175

12 ► LIHASTOIMINNAN FYSIOLOGIAA 177

12.1 luustolihasen toiminnan perusteita . . .178

Luustolihasen rakenne	179
Motoriset yksiköt	180

12.2 luustolihasen supistuminen183

Lihassupistuksen liukumisteoria	184
Aktiini-myosiinipoikkisillat	184
Supistumisen säätely ja Ca ²⁺ :n rooli lihassupistuksessa	184
Ärsytys-supistuskytöntä	185
Lihassolun rentoutuminen	185

12.3 luustolihasen supistukseen vaikuttavia tekijöitä186

Lihasnäykästen summautuminen ja tetaaninen lihassupistus	187
Lihastyötavat ja voimantuotto	187
Elastiset komponentit	188
Lihaspituuden vaikutus voimantuottoon	188

12.4 luustolihasen energiankäyttö190

Luustolihasen aineenvaihdunta	190
Maksimaalinen hapenottokyky	190
Happivaje ja happivelka	191
Lihassolutyyppit: hitaat ja nopeat lihassolut	191
Lihaväsymys	193
Lihasten mukautuminen harjoitteluun	193
Lihavaurioiden korjautuminen	194

12.5 luustolihasen hermostollinen säätely195

Lihaskäämi eli lihasspindel ja Golgin jänne-elin	196
Alfa- ja gamma-motoneuronit	196
Alfa- ja gammamotoneuronien yhteistoiminta	196
Luustolihasrefleksit	198
Monosynaptinen venytysrefleksi	198
Crossed extensor -refleksi	198
Luustolihasen säätely ylemmillä motoneuroneilla	199
Pikkuaivot	199
Tyvitumakkeet	199

12.6 sydänlihas ja sileät lihakset	200
Sydänlihas	200
Sileä lihas	201
Sileiden lihasten autonominen hermotus	203
Viritys-supistuskystentä sileissä lihaksissa	203

13 ► VEREN FYSIOLOGIAA **205**

13.1 veren koostumus	206
Plasma	207
Plasman proteiinit	207
Plasman tilavuus	207
Verisolut ja -hiutaleet	208
Erytrosyytit eli punasolut	208
Leukosyytit eli valkosolut	209
Trombosyytit eli verihiutaleet	210

13.2 hematopoiesi	211
Erytropoiesin säätely	213

13.3 veriryhmät	214
ABO-järjestelmä	214
Rhesus- eli Rh-tekijä	216

13.4 veren hyytyminen	217
Verihiutaleet ja verisuonten endoteeli	217
Fibriinin muodostuminen	218
Hyytymien liukeneminen	218
Antikoagulantit	218

14 ► SYDÄMEN JA VERENKIERRON FYSIOLOGIAA **221**

14.1 verenkiertoelimistön tehtävät ja rakenne	222
Verenkiertoelimistön rakenne	224

14.2 sydämen rakenne ja verenkiertojärjestelmät	226
Keuhkoverenkierto ja systeeminen verenkierto	226
Eteis-kammio- ja valtimoläpät	227
Sydänäännet	228
Sydämen sivuäännet	228

14.3 sydämen toimintasykli	228
Toimintasykli ja paineen muutokset	230

14.4 sydämen sähköinen toiminta ja elektrokardiogrammi (ekg)	231
Sydämen sähköinen toiminta	231
Sinussolmukkeen lepopotentiaalain muutos	231

Sydänlihassolujen lepojännitteen muutos	233
Depolarisaation johtuminen sydämessä	234
Impulssin johtuminen	234
Elektrokardiogrammi (EKG)	235
EKG:n suhde toimintakiertoon, sydänääniin ja keskimääräiseen verenpaineeseen	236

14.5 verisuonet	237
Valtimot	239
Hiuksuonet eli kapillaarit	239
Kapillaarityypit	240
Laskimot	240

14.6 ateroskleroosi ja sydämen rytmihäiriöt	242
Ateroskleroosi	242
Kolesteroli ja lipoproteiinit	242
Tulehdus ja ateroskleroosi	244
Sydänlihaksen iskemia	244
EKG ja rytmihäiriöt	245
Eteisvärinä ja -lepatus	245
Eteis-kammiokatkos (AV-blokki)	246

14.7 imunestejärjestelmä	248
---	------------

15 ► SYDÄMEN MINUUTTILAVUUS, VERENKIERTO JA VERENPAIN **251**

15.1 sydämen minuutttilavuus.	252
Sykenopeuden säätely	252
Iskutilavuuden säätely	252
Frank–Starling-mekanismi	254
Supistumisvoiman sisäinen säätely	254
Sydämen supistusvoiman ulkoinen säätely	255
Laskimopaluun vaikutus iskutilavuuteen	255

15.2 veritilavuus.	256
Nestevaihto kapillaarien läpi	256
Turvotuksen syyt	257
Veritilavuuden säätely	259
Antidiureettinen hormoni (ADH) ja veritilavuus	259
Aldosteroni ja veritilavuus	260
RAA eli reniini-angiotensiini-aldosteronijärjestelmä	260
Eteispeptidi eli atrionatriureettinen peptidi	261

15.3 verisuonten virtausvastus	262
Fysiikan lainalaisuudet ja verivirta	262
Systeeminen verisuonten virtausvastus	264
Verenkierron ulkoinen säätely	264
Sympaattinen hermosto ja verenkierto	264

Parasympaattinen hermosto ja verenkierto	265	Imusolut (lymfosyytit) ja imusolmukkeet	284
Verenkierron parakriininen säätely	265	Kateenkorva	284
Verenkierron itsesäätely	265	Sekundaariset imukudokset	285
Myogeeninen verenkierron säätely	265	Tulehdus eli inflammaatio	286
Metabolinen verenkierron säätely	266	16.2 b-lymfosyyttien toiminta	287
15.4 sydämen ja luustolihas-		Vasta-aineet eli immunoglobuliinit (Ig)	287
verenkierto	267	Vasta-aineen rakenne	288
Sydänlihaksen verenkierto ja hapentarve	267	Komplementtijärjestelmä	289
Sepelvaltimon verenkierron säätely	267	16.3 t-lymfosyyttien toiminnat	289
Luustolihasverenkierron säätely	268	Tappaja-, auttaja- ja säätelijä-T-lymfosyytit	289
Fyysisen aktiivisuuden vaikutus verenkiertoon	268	APC-solut ja immuunipuolustus	290
15.5 aivojen ja ihon verenkierto	269	MHC I ja II ja immuunipuolustus	291
Aivoverenkierto	269	T-lymfosyyttien hävittäminen	291
Metabolinen säätely	269	16.4 aktiivinen ja passiivinen immunitetti .	292
Myogeeninen säätely	270	Luonnolliset tappajasolut	292
Ihon verenkierto	270	16.5 allergiat esimerkkinä immuunijärjestelmän häiriöstä	293
15.6 verenpaine	271	Allergia	293
Baroreseptorirefleksi	272	Välitön allerginen reaktio	294
Kemoreseptorirefleksi	273	Viivästynyt allerginen reaktio	294
Eteisen venytysrefleksit	273	17 ► HENGITYKSEN FYSIOLOGIAA 299	
Verenpaineen mittaus	273	17.1 hengityselimet	300
Pulssipaine ja keskimääräinen valtimopaine	274	Hengityselinten rakenne	301
15.7 verenpainetauti, sokki ja sydämen vajaatoiminta	275	Rintaontelo	302
Kohonnut verenpaine	275	17.2 hengitysteiden paineiden fyysiikkaa ja kemiaa	303
Essentiaalinen verenpainetauti	275	Hengitysteiden ja pleuraontelon paineet	303
Korkean verenpaineen terveysvaikutukset	276	Keuhkojen fysikaaliset ominaisuudet	304
Sokki	277	17.3 hengityksen mekaniikka	306
Hypovoleeminen sokki	277	Sisään- ja uloshengityksen mekaniikka	306
Septinen sokki	278	Keuhkojen hengitykseen liittyvät tilavuudet	306
Anafylaktinen, hermostoperäinen ja kardiogeeninen sokki	278	Keuhkojen tilavuudet ja kapasiteetit	306
Sydämen vajaatoiminta	278	17.4 kaasujenvaihto keuhkoissa	309
16 ► IMMUUNIPUOLUSTUSJÄRJESTELMÄ 279		Hapen osapaine (pO ₂) alveoleissa	309
16.1 puolustusmekanismit	280	Liuenneen hapen määrä veressä	309
Synnynnäinen immunitetti	280	Liuenneen hapen pitoisuus plasmassa ja hapen myrkyllisyys	311
Synnynnäisen immunitetin aktivointi	280	Happimyrkytys	311
Fagosytoosi eli solusyönti	282	Keuhkoverenkierto	311
Kuume	282		
Interferonit	284		
Hankinnainen (spesifinen) immunitetti	284		
Antigeeni	284		
Hapteenit	284		

17.5 hengityksen säätely 312

Aivorungon hengityskeskukset	312
Hengityksen kemiallinen säätely	313
Veren pCO ₂ :n ja pH:n vaikutukset hengitykseen	313
Sentraaliset kemoreseptorit	314
Perifeeriset kemoreseptorit	314
Veren pO ₂ :n vaikutus hengitykseen	314

17.6 hemoglobiini ja hapenkuljetus. 315

Hemoglobiini	315
Hemoglobiinin dissosiaatiokäyrä	316
Lämpötilan ja pH:n vaikutus hapenkuljetukseen	318
2,3-DPG:n vaikutus hapenkuljetukseen	318
Sikiön hemoglobiini	318
Lihaksen myoglobiini	318

17.7 hiilidioksidin kuljetus veressä 320

17.8 korkeat olosuhteet ja hengitys. 322

Hengityksen sopeutuminen korkeisiin olosuhteisiin	322
Hengitysmuutokset korkealla	322
Hemoglobiinin affiniteetin muutos korkealla	322
Punasolujen ja hemoglobiinin lisääntynyt tuotto	323

18 ► MUNUAISTEN FYSIOLOGIAA 325

18.1 munuaisten rakenne ja toiminta 326

Virtsaneritysjärjestelmän rakenne	326
Virtsaamisen säätely	326
Nefroni ja sen pienet verisuonet	328
Munuaisten verisuonet	328
Nefronin kiemuratiehyet ja Henlen linko	328

18.2 hiussuonikeräsen suodatustapahtuma 330

Glomerulukset ja suodatus	330
Suodatusnopeuden säätely	330
Sympaattisen hermoston vaikutus suodatukseen	331
Munuaisten verenkierron itsesäätely	331

18.3 suolan ja veden takaisinotto munuaisissa 332

Proksimaalinen tubulus ja takaisinotto	332
Aktiivinen ja passiivinen kuljetus tubuluksissa	333
Proksimaalisen tubuluksen merkitys reabsorptiossa	333

Vastavirtajärjestelmä	333
Henlen lingon nousevan osan aktiivinen rooli	333
Henlen lingon laskevan osan passiivinen rooli	334
Vastavirtaperiaate	334
Vasa recta -kapillaarien rooli virtsan väkevöittämisessä	335
Urean vaikutukset	335
Hormonien vaikutus distaaliseen kiemuratiehyeen ja kokoojaputkeen	335

18.4 munuaispuhdistuma 338

Munuaispuhdistumaan vaikuttavat mekanismit	338
Glukoosin takaisinotto	338

18.5 elektrolyyttitasapainon säätely munuaisissa 340

Aldosteroni ja Na ⁺ -/K ⁺ -tasapaino	340
Natriumin takaisinotto	340
Kaliumin erityys	341
Aldosteronin erityksen säätely	341
Jukstaglomerulaarisolut	342
Reniinierityksen säätely	342
Eteispeptidi eli atrionatriureettinen peptidi (ANP)	344
Joidenkin ionien vaikutus toistensa pitoisuuksiin (Na ⁺ , K ⁺ ja H ⁺)	344

19 ► RUOANSULATUKSEN FYSIOLOGIAA 345

19.1 ruoansulatuskanava 346

Ruoansulatuskanavan kerrokset	348
Ruoansulatuskanavan säätely	348

19.2 ruoan päätyminen mahaan 349

Maha	349
Pepsiini ja suolahapon (HCl) erityys	350
Ruoansulatus ja imeytyminen mahassa	351

19.3 ohutsuoli 352

Nukkalisäkkeet ja mikrovillukset	352
Ohutsuolen epiteelin entsyymit	352
Suolikanavan liikkeet	352

19.4 paksusuoli 354

Suoliston mikrobit	354
Veden ja elektrolyyttien imeytyminen suolistossa	354
Ulostaminen	355

19.5 maksan, sappirakon ja haiman rooli ruoansulatuksessa.	356
Maksan rakenne	356
Maksan porttilaskimojärjestelmä	356
Maksalohkot	356
Enterohepaattinen kierto	358
Maksan toiminta	358
Sapen tuotanto ja erityys.	358
Myrkkyjen poisto.	358
Glukoosin, triglyseridien ja ketohappojen tuotto	359
Plasman proteiinien tuotto.	359
Sappirakko	360
Haima.	360
Haimaneste.	361
19.6 ruoansulatuskanavan hermostollinen ja hormonaalinen säätely	362
Maharauhasten toiminnan säätely	362
Mahan toimintaan vaikuttava kefaalinen vaihe	362
Mahan toimintaan vaikuttava gastrinen vaihe.	362
Mahan toimintaan vaikuttava intestinaalivaihe	364
Suoliston toiminnan säätely enterisellä hermostolla.	364
Suolikanavan parakriiniset säätelijät	365
Ruoansulatuskanavan refleksit	365
Haimanesteen ja sapen erityksen säätely.	365
Haimanesteen erittyminen.	365
Sapen erittyminen	366
19.7 hiilihydraattien, rasvojen ja proteiinien pilkkominen ja imeytyminen	366
Hiilihydraattien pilkkominen ja imeytyminen.	366
Proteiinien pilkkominen ja imeytyminen	368
Rasvojen pilkkominen ja imeytyminen.	369
Rasvojen pilkkominen.	369
Lipidien imeytyminen	369
Rasvojen kuljetus veressä.	370
19.8 elimistö ja ravintoaineet	372
Vitamiinit ja kivennäisaineet	372
Vesiliukoiset vitamiinit	372
Rasvaliukoiset vitamiinit	373
Kivennäisaineet	373
Vapaat radikaalit ja antioksidantit.	373

20 ► HAPPO-EMÄSTASAPAINON SÄÄTELYN FYSIOLOGIAA 375

20.1 veren ph	376
20.2 happoemästäsapainoon liittyvät periaatteet.	376
20.3 puskurit ja happoemästäsapaino.	377
20.4 hengitys ja happoemästäsapaino . . .	378
20.5 munuaiset ja happoemästäsapaino . .	379
Bikarbonaatin (HCO ₃ ⁻) takaisinotto ja H ⁺ :n erittyminen.	379
Virtsan pH:n puskurointi.	380

21 ► AINEENVAIHDUNNAN SÄÄTELYN FYSIOLOGIAA 381

21.1 ravitsemukselliset tarpeet	382
Aineenvaihdunnan nopeus ja energiantarve.	383
21.2 energia-aineenvaihdunnan säätely . . .	385
Rasvakudos ja energiatasapaino	385
Adipokiinit ja energiatasapaino.	386
Aliravitsemus ja rasvakudos.	386
Ylipaino	386
Kylläisyyden ja nälän säätely.	387
Hypotalamuksen ruokahaluun liittyvät välittäjäaineet.	387
Greliinin, kolekystokiniinin ja polypeptidin YY:n vaikutus ruokahaluun.	388
Leptiini ja insuliini	388
Päivittäinen energiankulutus.	389
Aineenvaihdunnan hormonaalinen säätely	390
21.3 insuliini ja glukagoni energia-aineenvaihdunnan säätelijöinä	390
Insuliinin ja glukagonin erityksen säätely	390
Glukoosin ja aminohappojen vaikutukset	391
Autonominen hermosto ja haima	391
Suolistohormonit ja insuliini.	391
Insuliini ja glukagoni imeytymisen aikana.	391
Insuliini ja glukagoni paaston aikana	392

21.4 kortisoli, tyroksiini, kasvuhormoni ja adrenaliini aineenvaihdunnan säätelijöinä	393
Lisämunuaisen hormonit.	393
Katekoliamiinien vaikutus aineenvaihduntaan	393
Kortisolin vaikutus aineenvaihduntaan.	393
Tyroksiinin vaikutus energia-aineenvaihduntaan	393
Kasvuhormoni	394
Kasvuhormonin erityksen säätely.	395
Insuliinin kaltaiset kasvutekijät	395
Kasvuhormonin vaikutukset aineenvaihduntaan	396
Kasvuhormonin vaikutukset elimistöön.	396
21.5 kalsium- ja fosfaattitasapainon säätely	397
Luun muodostuminen ja hajoaminen	398
Parathormonin ja kalsitoniinin vaikutus luukudokseen.	398
Estrogeeni ja testosteroni.	399
Muiden hormonien vaikutus Ca ²⁺ -tasapainoon.	399
1,25-dihydroksivitaamiini, D ₃	399
Kalsium- ja fosfaattitasapainon negatiivinen palautesäätely.	400

22 ► LÄMMÖNSÄÄTELYN FYSIOLOGIAA 401

22.1 tasalämpöisyyden hyödyt ja haitat . . .	402
22.2 ydinlämpötilan vaihtelu.	403
22.3 lämmöntuoton ja -hukan tasapaino . .	404
22.4. lämmön siirtymisen mekanismit. . . .	404
Säteily eli emissio	404
Johtuminen ja kuljettuminen	405
Haihtuminen	405
22.5 kehon lämpötilan säätely.	406
Lämmöntuoton säätely lihastoiminnalla. . . .	406
Lämmöntuoton säätely ja ruskea rasvakudos	407
Lämmöntuoton säätely verisuonia säätelemällä	407
Lämmöntuoton säätely hikoilua säätelemällä	407
Käyttäytyminen ja lämmönsäätely.	408

22.6 termoneutraali vyöhyke ja lämmönsäätely	408
22.7 adaptoituminen kuumaan	409
22.8 adaptoituminen kylmään.	409
Kylmänsietokyky ja kehon koko	409
Kylmän vaikutus verisuoniin ja ihokarvojen toimintaan	409
Paradoksaalinen kylmäaistimus	410
Kylmäaltistus ja elimistöjärjestelmät	410
22.9 hypotalamus ja lämmönsäätely	412
Ihon kylmä- ja lämminreseptorit.	412
Lämpötilatietojen integrointi	412
Perifeeristen reseptorien vaikutus hypotalamukseen	413

23 ► LISÄÄNTYMISEN FYSIOLOGIAA 415

23.1 suvullinen lisääntyminen	416
Sukupuolen määräytyminen: Autosomaaliset kromosomit ja sukupuolikromosomit	416
Kivesten ja munasarjojen muodostuminen	418
Sukupuolirakenteiden ja ulkoisten sukuelinten kehittyminen.	419
23.2 lisääntymisen hormonaalinen säätely 420	
Hypotalamuksen, aivolisäkkeen ja sukurauhasten yhteistoiminta	420
Murrosiän käynnistyminen.	420
Kehon fysiologinen seksuaalivaste	421
23.3 miesten lisääntymisjärjestelmä. . . .	422
Gonadotropiinin erityksen säätely	422
Aivot ja testosteroni.	422
Testosteroni ja ikä.	422
Kivesten umpieritystoiminta	422
Spermatogeneesi eli siittiösolujen tuotanto	424
Sertolin solut eli tukisolut	424
Spermatogeneesin hormonaalinen säätely	425
Miehen lisääntymiselimet.	425
Erektio, emissio ja siemensyöksy	426
Miesten hedelmällisyys.	427

23.4 naisten lisääntymisjärjestelmä 428

Munasolut ja niiden kehittyminen	428
Ovulaatio	430
Aivolisäkkeen ja munasarjojen yhteys	431

23.5 kuukautiskierto 432

Kuukautiskierron vaiheet:	
Sykliset muutokset munasarjoissa	432
Follikkelivaihe	433
Ovulaatio	433
Luteaalivaihe	434
Kohdun limakalvon muutokset	
kuukautiskierron aikana	434
Stressi, kehon rasvavarasto ja muut	
kuukautiskiertoon vaikuttavat tekijät	435
Vaihdevuodet ja menopaussi	435

23.6 hedelmöitys, raskaus ja synnytys. 436

Hedelmöitys	436
Vakoutumisjakautuminen ja	
alkiorakkulan muodostuminen	438
Blastokystan implantaatio ja istukan	
muodostuminen	438
Koriongonadotropiini (hCG)	438
Istukan kehittyminen ja rakenne	438
Istukan ja lapsiveden muodostuminen	439
Aineiden vaihto istukan ja sikiön välillä	441
Istukan umpieritystoiminta	441
Istukan hormonien toiminnat	441
Istukan steroidihormonit	441
Synnytys	442
Maidontuottaminen ja -eritys	442

LÄHTEET JA SYVENTÄVÄ LUKEMISTO 445

ASIASANAHAKEMISTO 447