



SISÄLLYSLUETTELO

LUKIJOLLE 16

LUKU 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 kudostyytit	26
1.4 Elin, elinjärjestelmät ja nestetilat	26
Kehon nestetilat ja niiden väliset yhteydet ..	26

LUKU 2 KEHON KEMIAA29

2.1 Atomit, ionit ja kemialliset sidokset	30
Atomit	30
Kemialliset sidokset, molekyylit ja ioniset yhdisteet	30
Kovalenttiset sidokset	30
Vetysidos	32
Hapot, emäkset ja pH-asteikko	32
Liuoksen 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

LUKU 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
Erilaisia 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

LUKU 4 ENTSYMIEN TOIMINNAN PERUSTEET53

4.1 Enzymit katalyyteinä	54
Enzymitoiminta	54
4.2 Enzymiaktiivisuuden säätely	55
Lämpötilan ja pH:n vaikutukset entsyymiaktiivisuuteen	55
Kofaktorit ja koentsyymit	55
Substraatin pitoisuus ja käänteiset reaktiot ..	55
Aineenvaihduntareitit	56

LUKU 5 ENERGIA-AINEENVAIHDUNTA57

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	61
Glukoneogeneesi ja Corin sykli eli maitohappokierto	62
5.3 Aerobinen energiantuotto	63
Sitruunahappokierto	63
Elektroninsiirtoketju ja oksidatiivinen fosforylaatio	63
Elektronikuljetuksen kytkentä ATP-tuotantoon	64
Hapen rooli aerobisessa energiantuotossa ..	65
ATP:n tuotto	65

5.4 Rasvat ja proteiinit energia- aineenvaihdunnassa	66
Rasvojen synteesi ja käyttö energia- aineenvaihdunnassa	66
Rasvakudos ATP-molekyyleiksi	66
Aminohapot aineenvaihdunnassa	67
Transaminaatio	67
Oksidatiivinen deaminaatio	67

LUKU 6 SOLUN JA SOLUNULKOISEN YMPÄRISTÖN YHTYEDET 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
Toisiolehdet ja signaalivälitys	83
Erilaiset signaalivälitykseen liittyvät solukalvoreseptorit	84

LUKU 7 HERMOSOLUJEN FYSIOLOGIAA87

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
Aksolin paraneminen	90
Neurotrofiinit	90
Astrosyyttien toiminta	91
Veri-aivoeste	91
7.2 Aktiopotentiali aksonissa	92
Ionikanavat aksoneissa	92
Aktiopotentiali eli toimintajännite	93
Ärsyksen voimakkuus ja aktiopotentiali ...	94
Refraktariaika ja aktiopotentialien määrä ..	94
Neuronin ominaisuudet ja hermoimpulssin johtuminen	94
Myeliinituppi ja aksolin 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

LUKU 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 basaaligangliot	107
Aivojen lateralisaatio	107
Puheen ymmärtäminen ja tuottaminen	108
Limbisen järjestelmän	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
Keski-aivot	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

LUKU 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

LUKU 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	133
Aistiradat ja aistiaivokuori	134
10.3 Maku ja haju	136
Maku	136
Haju	136
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 taittuminen silmän rakenteissa	145
Mukautuminen ja kuvanmuodostus	145

10.7 Verkkokalvo	146
Valon vaikutus sauvasoluihin	146
Verkkokalvon hermosolujen hyperpolarisoituminen ja yhteistoiminta	147
Tappisolu 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

LUKU 11 UMPIERITYKSEN FYSIOLOGIAA 153

11.1 Umpieritysrauhaset ja hormonit	154
Hormoniluokat	155
Pro- ja prehormonit	155
Hermoston ja hormonaalisen säätelyn yhteisiä ominaisuuksia	156
Hormonien yhteisvaikutukset	156
Synergistiset vaikutukset	156
Antagonistiset vaikutukset	156
Hormonipitoisuus ja kudosvaste	156
Hormonireseptorien määrä ja kudosvaste	157
Suuri hormonipitoisuus ja kudosvaste	157
11.2 Hormonien toimintamekanismit	158
Rasvaliukoisten hormonien reseptorit	158
Steroidihormonien toimintamekanismi	158
Kilpirauhashormonin toimintamekanismit	159
Vesiliukoiset hormonit ja toisilähtämekanismit	160
Adenylaattisyklaasi – syklinen AMP-toisilähtämijärjestelmä	160
Fosfolipaasi-C ja Ca ²⁺ -toisilähtämijärjestelmä	160
Tyrosiinikinaasi-toisilähtämijärjestelmä	161
11.3 Aivolisäkkeen hormonitoiminta	161
Aivolisäkkeen hormonit	162
Hypotalamus-aivolisäkeakseli	163
Etulohkon hormonierityksen säätely	163
Aivolisäkkeen etulohkon säätely	164
Korkeampien aivotointojen vaikutus aivolisäkkeen eritykseen	164

11.4 Lisämunuaisen hormonitoiminta	166
Lisämunuaisen kuoren hormonitoiminta	166
Lisämunuaisen ytimen hormonit	167
Stressi ja lisämunuainen	168
11.5 Kilpirauhanen ja lisäkilpirauhaset	169
Kilpirauhashormonien tuotto ja toiminta	169
Kilpirauhasen sairaudet	169
Lisäkilpirauhaset	170
11.6 Haima ja muut hormoneja erittävät rauhaset sekä elimet	170
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 toiminnoista	175

LUKU 12 LIHASTOIMINNAN FYSIOLOGIAA 177

12.1 Luustolihasen toiminnan perusteita	178
Luustolihasen rakenne	179
Motoriset yksiköt	180
12.2 Luustolihasen supistuminen	183
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 tekijöitä	186
Lihaskäytävien summautuminen ja tetaaninen lihassupistus	187
Lihastyötavat ja voimantuotto	187
Elastiset komponentit	188
Lihaspituuden vaikutus voimantuottoon	188
12.4 Luustolihasen energiankäyttö	190
Luustolihasen aineenvaihdunta	190
Maksimaalinen hapenottokyky	190
Happivaje ja happivelka	191
Lihassolutyypit: hitaat ja nopeat lihassolut	191

Lihäsväsymys	193
Lihasten mukautuminen harjoitteluun	193
Lihäsvaurioiden korjautuminen	194

12.5 Luustolihasjen hermostollinen

säätely	195
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
Luustolihasjen säätely ylemmillä motoneuroneilla	199
Pikkuaivot	199
Tyvitysmakkeet	199

12.6 Sydänlihas ja sileät lihakset

Sydänlihas	200
Sileä lihas	201
Sileiden lihasten autonominen hermotus	203
Viritys-supistuskystentä sileissä lihaksissa	203

LUKU 13 VEREN FYSIOLOGIAA

13.1 Veren koostumus

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 Hematopoieesi

Erytropoieesin säätely	213
------------------------------	-----

13.3 Veriryhmät

ABO-järjestelmä	214
Rhesus- eli Rh-tekijä	216

13.4 Veren hyytyminen

Verihiutaleet ja verisuonten endoteeli	217
Fibriinin muodostuminen	218
Hyytymien liukeneminen	218
Antikoagulantit	218

LUKU 14 SYDÄMEN JA VERENKIERRON FYSIOLOGIAA

14.1 Verenkierrotoelimistön tehtävät

ja rakenne	222
Verenkierrotoelimistön rakenne	224

14.2 Sydämen rakenne ja

verenkierrotojärjestelmät	226
Keuhkoverenkierroto ja systeeminen verenkierroto	226
Eteis-kammioeläpäät ja valtimoläpäät	227
Sydänäänet	228
Sydämen sivuäänet	228

14.3 Sydämen toimintasykli

Toimintasykli ja paineen muutokset	230
--	-----

14.4 Sydämen sähköinen toiminta ja

elektrokardiogrammi (ekg)	231
Sydämen sähköinen toiminta	231
Sinussolmukkeeseen lepopotentiaalilin 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

Valtimot	239
Hiussuonet 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-kammioeläkatkos (AV-blokki)	246

14.7 Immunestojärjestelmä

LUKU 15 SYDÄMEN MINUUTTITILAVUUS, VERENKIERTO JA VERENPAINET ..

15.1 Sydämen minuuttitilavuus

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
Verenkierroto ulkoinen säätely	264
Sympaattinen hermosto ja verenkierroto	264
Parasympaattinen hermosto ja verenkierroto	265
Verenkierroto parakriininen säätely	265
Verenkierroto itsesäätely	265
Myogeeninen verenkierroto säätely	265
Metabolinen verenkierroto säätely	266

15.4 Sydämen ja luustolihasjen

verenkierroto	267
Sydänlihaksen verenkierroto ja hapentarve	267
Sepelvaltimon verenkierroto säätely	267
Luustolihasjen verenkierroto säätely	268
Fyysisen aktiivisuuden vaikutus verenkierrotoon	268

15.5 Aivojen ja ihon verenkierroto

269	
Aivoverenkierroto	269
Metabolinen säätely	269
Myogeeninen säätely	270
Ihon verenkierroto	270

15.6 Verenpaine

271	
Baroreseptorirefleksi	272
Kemoreseptorirefleksi	273
Eteisen venytysrefleksit	273
Verenpaineen mittaus	273
Pulssipaine ja keskimääräinen valtimopaine	274

15.7 Verenpainetauti, sokki ja sydämen

vajaatoiminta	275
Kohonnut verenpaine	275
Essentiaalinen verenpainetauti	275
Korkean verenpaineen terveysvaikutukset	276
Sokki	277
Hypovoleeminen sokki	277
Septinen sokki	278
Anafylaktinen, hermostoperäinen ja kardiogeeninen sokki	278
Sydämen vajaatoiminta	278

LUKU 16 IMMUUNIPUOLUSTUS- JÄRJESTELMÄ

16.1 Puolustusmekanismi

280	
Synnyttämisen immunititeetti	280
Synnyttämisen immunitietin aktivointi	280
Fagosytoosi eli solusyönti	282
Kuume	282
Interferonit	284
Hankinnainen (spesifinen) immunititeetti	284
Antigeeni	284
Hapteenit	284
Imusolut (lymfosyytit) ja imusolmukkeet	284
Kateenkorva	284
Sekundaariset imukudokset	285
Tulehdus eli inflammatio	286

16.2 B-lymfosyyttien toiminta

287	
Vasta-aineet eli immunoglobuliinit (Ig)	287
Vasta-aineen rakenne	288
Komplementtijärjestelmä	289

16.3 T-lymfosyyttien toiminnat

289	
Tappaja-, auttaja- ja säätelijä-T-lymfosyytit	289
APC-solut ja immuunipuolustus	290
MHC I ja II ja immuunipuolustus	291
T-lymfosyyttien hävittäminen	291

16.4 Aktiivinen ja passiivinen immunitetti.	292
Luonnolliset tappajasolut	292
16.5 Allergiat esimerkkinä	
immuunijärjestelmän häiriöstä	293
Allergia	293
Välitön allerginen reaktio	294
Viivästynyt allerginen reaktio	294

LUKU 17 HENGITYKSEN FYSILOGIAA. 299

17.1 Hengityselimet	300
Hengityselinten rakenne	301
Rintaontelo	302
17.2 Hengitysteiden paineiden fysiikkaa ja	
kemialla	303
Hengitysteiden ja pleuraontelon paineet	303
Keuhkojen fysikaaliset ominaisuudet	304
17.3 Hengityksen mekaniikka.	306
Sisään- ja uloshengityksen mekaniikka	306
Keuhkojen hengitykseen liittyvät tilavuudet	306
Keuhkojen tilavuudet ja kapasiteetit	306
17.4 Kaasujenvaihto keuhkoissa	309
Hapen osapaine (pO ₂) alveoleissa	309
Liuenneen hapen määrä veressä	309
Liuenneen hapen pitoisuus plasmassa	
ja hapen myrkyllisyys	311
Happimyrkytys	311
Keuhkoverenkierto	311
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

LUKU 18 MUNUAISTEN FYSILOGIAA. 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

LUKU 19 RUOANSULATUKSEN FYSILOGIAA. 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
Nukalisäkkeet 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
Myrkyjen 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

LUKU 20 HAPPO-EMÄSTASAPAINON SÄÄTELYN FYSILOGIAA 375

20.1 Veren pH	376
20.2 Haptoemästäsapainoon liittyvät	
periaatteet	376
20.3 Puskurit ja haptoemästäsapaino	377
20.4 Hengitys ja haptoemästäsapaino	378

20.5 Munuaiset ja happoemästasapaino	379
Bikarbonaatin (HCO ₃ ⁻) takaisinotto ja H ⁺ :n erittyminen	379
Virtsan pH:n puskurointi	380

LUKU 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
Greliniin, kolekystokiniiniin ja polypeptidi 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
Katekoliaamiinien 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-dihydroksiviamiini, D ₃	399
Kalsium- ja fosfaattitasapainon negatiivinen palautesäätely	400

LUKU 22 LISÄÄNTYMISEN FYSIOLOGIAA 401

22.1 Suvullinen lisääntyminen	402
Sukupuolen määräytyminen: Autosomaaliset kromosomit ja sukupuolikromosomit	402
Kivesten ja munasarjojen muodostuminen	404
Sukupuolirakenteiden ja ulkoisten sukuelinten kehittyminen	405
22.2 Lisääntymisen hormonaalinen säätely	406
Hypotalamuksen, aivolisäkkeen ja sukurauhasten yhteistoiminta	406
Murrosiän käynnistyminen	406
Kehon fysiologinen seksuaalivaste	407
22.3 Miesten lisääntymisjärjestelmä	408
Gonadotropiinien erityksen säätely	408
Aivot ja testosteroni	408
Testosteroni ja ikä	408
Kivesten umpieritystoiminta	408
Spermatogeneesi eli siittiösolujen tuotanto	410
Sertolin solut eli tukisolut	410
Spermatogeneesin hormonaalinen säätely	411
Miehen lisääntymiselimet	411
Erektio, emissio ja siemensyöksy	412
Miesten hedelmällisyys	413

22.4 Naisten lisääntymisjärjestelmä	414
Munasolut ja niiden kehittyminen	414
Ovulaatio	416
Aivolisäkkeen ja munasarjojen yhteys	417
22.5 Kuukautiskierto	418
Kuukautiskierron vaiheet: Sykliset muutokset munasarjoissa	418
Follikkelivaihe	419
Ovulaatio	419
Luteaalivaihe	420
Kohdun limakalvon muutokset kuukautiskierron aikana	420
Stressi, kehon rasvavarasto ja muut kuukautiskiertoon vaikuttavat tekijät	421
Vaihdevuodet ja menopaussi	421
22.6 Hedelmöitys, raskaus ja synnytys	422
Hedelmöitys	422
Vakoutumisjakautuminen ja alkiorakkulan muodostuminen	424
Blastokystan implantaatio ja istukan muodostuminen	424
Koriongonadotropiini (hCG)	424
Istukan kehittyminen ja rakenne	424
Istukan ja lapsiveden muodostuminen	425
Aineiden vaihto istukan ja sikiön välillä	427
Istukan umpieritystoiminta	427
Istukan hormonien toiminnot	427
Istukan steroidihormonit	427
Synnytys	428
Maidontuottaminen ja -eritys	428

LÄHTEET JA SYVENTÄVÄ LUKEMISTO 431