

# Sisällys

Kiitokset .....	V
Esipuhe .....	VI
Johdanto .....	VII

## Osa I Aivot ja liikuntafysiologia 1

Marita Sandström

1.1. Hermosto liikkumisen ja toimimisen ohjaajana.....	3
1.1.1. Hermokudoksen ominaisuudet.....	4
1.1.2. Hermoston rakenne ja toiminta .....	7
1.1.3. Liikeradat.....	17
1.2. Keho, mieli ja tahto .....	21
1.2.1. Kehollinen tietoisuus.....	21
1.2.2. Mieli ja keho .....	23
1.2.3. Havaitseminen, tahtominen ja liikkuminen.....	24
1.3. Liikkeiden ja liikkumisen säätely.....	27
1.3.1. Aistit ja liikkuminen .....	27
1.3.2. Tasapainoelin eli vestibulaarielin .....	28
1.3.3. Näköjärjestelmä .....	30
1.3.4. Kuuloaisti .....	31
1.3.5. Asento- ja liikeaisti.....	34
1.3.6. Ihon aistit .....	38
1.3.6.1. Termoreseptorit ja lämpötilojen muutokset.....	39
1.3.6.2. Ihon kosketus- ja painereseptorit .....	39
1.3.7. Ajan ja tilan hahmottaminen .....	42
1.3.7.1. Ajan hahmottaminen .....	42
1.3.7.2. Tila-käsitteet.....	44
Tilassa toimiminen.....	45
1.3.8. Liikkeiden suunnittelu- ja toteutus-alueet aivoissa.....	46
Isoaivokuoren motoriset alueet .....	47
1.3.9. Liikkeiden koordinaatio .....	48
Koordinaation perussäännöt.....	49
Raajojen välinen koordinaatio .....	49
1.3.10. Asento ja tasapaino .....	51
1.3.10.1. Seisoma-asennon hallinta.....	54
Poikkijuovaisen lihaksen passiivinen venytysvastus eli tonus .....	55
Neuraalisesti säädetty eli aktiivinen venytysvastus.....	56
Posturaalinen tonus .....	57
1.3.10.2. Aistit ja kehon huojuunta .....	59
1.3.10.3. Motoriset keinot eli strategiat seisomatasapainon korjaamisessa .....	60
Istumatasapainon säätely.....	61
1.3.10.4. Asennon säätelykyvyn kehitys	62
1.4. Liikunnallisten eli motoristen taitojen oppiminen.....	65
1.4.1. Taitojen oppimisen vaiheet .....	65
1.4.1.1. Taito ja oppiminen.....	65
Harjoittelutavat ja harjoitusympäristö...	68
Reaktioaika ja vireystilan vaikutus suorituskykyyn .....	69
1.4.2. Liikuntamotivaatio .....	71

<b>1.5. Fyysinen aktiivisuus ja homeostaasi</b> .....	<b>73</b>
1.5.1. Liikunta-annos ja liikunnan kuormittavuus.....	74
1.5.2. Autonominen hermosto ja fyysinen aktiivisuus.....	77
1.5.3. Hengityselimistön sopeutuminen fyysiseen rasitukseen.....	77
1.5.4. Verenkiertoelimistön sopeutuminen fyysiseen rasitukseen.....	78
1.5.5. Lämmönsäätely ja nestetasapaino fyysisen rasituksen yhteydessä.....	79
1.5.6. Rasituksen vaikutus jänteeseen ja rustoon.....	81
1.5.7. Luukudoksen reaktio kuormitukseen ..	81
1.5.8. Sisäerityksen mukautuminen kuormitukseen .....	86
<b>1.6. Poikkijuovaisen lihaskudoksen fysiologia</b> .....	<b>93</b>
1.6.1. Poikkijuovaisen lihaksen makroskooppinen rakenne ja arkkitehtuuri...	95
1.6.2. Poikkijuovainen lihassolu mikroskoopissa.....	97
1.6.3. Poikkijuovaisen lihassolun tukiranka	99
1.6.4. Poikkijuovaisen lihaksen lihassolutyypin luokitus.....	101
1.6.5. Teoria poikkisiltamekanismista .....	104
1.6.6. Motoriset yksiköt ja niiden ominaisuudet .....	106
1.6.7. Aerobinen ja anaerobinen lihastyö ....	108
<b>1.7. Lihasväsymyksestä lihasvoimaan</b> .....	<b>117</b>
1.7.1. Fyysisen aktiivisuuden aiheuttama väsymys.....	117
1.7.2. Poikkijuovaisen lihaksen käyttämättömyysmuutokset.....	120
1.7.3. Lihasvoiman lisääntymisen mekanismit.....	122
<b>1.8. Rasituksesta palautuminen</b> .....	<b>127</b>
1.8.1. Happivelka ja maitohappo.....	127
1.8.2. Lihaksen fosfaatti- ja myoglobiinihappivarastojen täytyminen .....	128
1.8.3. Lihasten glykogeenivarastojen uusiutuminen .....	129
<b>1.9. Liikunta ja kipu</b> .....	<b>131</b>
1.9.1. Kudosvaurio ja sen paraneminen.....	131
1.9.2. Kivun fysiologia .....	133
1.9.3. Viivästynyt lihaskipu ja lihaskouristuskipu.....	136
1.9.4. Triggeripistekipu.....	138
<b>1.10. Liikunta ja aivotointa</b> .....	<b>141</b>
1.10.1. Liikunta ja psyykinen hyvinvointi ....	142
1.10.2. Liikunnan vaikutus kognitiivisiin toimintoihin .....	143
1.10.3. Liikunnan neurobiologiset vaikutukset	145
<b>1.11. Elimistön rentoutuminen</b> .....	<b>149</b>
1.11.1. Fysiologinen rentoutumisreaktio.....	151
1.11.2. Rentoutuminen urheilussa .....	152

## Osa II Sovellettu biomekaniikka

155

Jorma Ahonen

### Luku 2. Biomekaniikan perusteita ..... 157

2.1. Mekaniikan perusteet ja sovellukset ihmisen liikkeeseen .....	157	2.12. Kehon massakeskipisteen liike kolmella tasolla kävelyn ja juoksun aikana .....	165
2.2. Painovoima ja luotsuora.....	157	2.13. Tasapainoalue .....	166
2.3. Mekaniikan peruslait .....	157	2.14. Tasapaino ja sen hallinta.....	166
2.4. Liikemäärän säilymisen laki.....	159	2.15. Jalan asento tasapainon perustana.....	168
2.5. Inertia eli hitausvoima .....	159	2.16. Aistitasapaino .....	169
2.6. Tukivoima.....	159	2.17. Kehon huojunta .....	169
2.7. Rotaatiomekaniikka .....	159	2.18. Kehon huojuntaa korjaavat strategiat ....	169
2.8. Keskipakoisvoima.....	160	2.19. Alustan vaikutus tasapainoon ja kehon hallintaan .....	171
2.9. Vipuvarsimekaniikka .....	161	2.20. Koko vartalon kyky kiertyä pystyakselin ympäri .....	171
2.10. Liiketasot ja liikeakselit tarkastelun perustana .....	161	Kirjallisuus .....	173
2.11. Keskivartalon ja koko kehon massakeskipiste .....	164		

### Luku 3. Ryhti – asennosta liikkeeseen..... 175

3.1. Ihmisen ryhti – mitä se voi kertoa .....	175	3.12.1. Hyvänlaatuinen nivelten yliliikkuvuusyndrooma (BJHMS tai HMS).....	188
3.2. Miksi ryhtiin pitää kiinnittää huomiota? .....	175	3.12.2. Beightonin kriteerit (Beighton criteria).....	189
3.3. Ryhdin merkitys ihmisen liikkumiselle – onko olemassa optimia?.....	176	3.12.3. Beightonin arvio (Beighton Score) .....	189
3.4. Miten ryhtiä voi harjoittaa? .....	177	3.12.4. Yliliikkuvuuden hoito.....	190
3.5. Ryhti vai ”placement”?.....	177	3.13. Tasapainon löytäminen ja vertikaliteetti .....	190
3.6. Nykyaikainen näkemys ryhdistä .....	178	3.14. Pehmytkudosten osuus tasapainon hallinnassa .....	191
3.7. Mikä vaikuttaa ryhtiin? .....	178	3.15. Aistien tehtävä tasapainon hallinnassa .	191
3.7.1. Peritty rakenne.....	178	3.16. Painovoiman ja vastavoiman vaikutus kehon eri osiin.....	191
3.7.2. Kasvun aikainen ravinto.....	179	3.17. Lantion neutraali asento.....	192
3.7.3. Nuoruuden aikainen liikunta- harrastus.....	179	3.18. Rintakehän keskiasento .....	192
3.7.4. Taparyhti ja sen vaikutus kehon kannatukseen .....	179	3.19. Pään keskiasento.....	193
3.7.5. Työ ja liikuntaharrastus aikuisena .....	182	3.20. ”Pull Up” ja ”Placement” .....	193
3.7.6. Stressin vaikutus ryhtiin .....	182	3.21. Tasapaino ja sen harjoittaminen .....	194
3.7.7. Rentoutumisen merkitys harjoittelussa.....	183	3.22. Tasapainoharjoittelun progressio .....	194
3.7.8. Lihasten oikea aktivoitumis- järjestys .....	184	3.23. Painonsiirto .....	195
3.7.9. Ikääntyminen .....	184	3.24. Yleisimmät kehon asennot / Seisominen .....	196
3.8. Ryhdin perusteet .....	185	3.25. Kyykistyminen ja kyykkyasento .....	196
3.9. Ihmisen kehon massan jakautuminen....	185	3.26. Istumisen perusteet .....	196
3.10. Miten kehon painon ja muodon muutokset vaikuttavat ryhtiin .....	186	3.26.1. Istumisen haasteet / Liikkuminen istuessa .....	199
3.11. Somatotypia – tapa tarkastella erilaisuutta .....	187	3.27. Makuuasento / Makaaminen.....	203
3.12. Yliliikkuvuus ryhtihaasteena.....	188	3.28. Ryhdin häiriöt .....	203
		3.29. Ryhtiin liittyviä sairauksia .....	203

<b>3.30. Toiminnalliset ryhtihäiriöt</b> .....	<b>204</b>	Laiskurin ryhti (Sway Back).....	209
3.30.1. Sagittaalitasoon asento- ja liikehäiriöt .....	204	3.30.2. Frontaalitasoon asento- ja liikehäiriöt .....	209
Lannerangan ylisuuri notko eli hyper- lordoosi.....	204	3.30.3. Horisontaalitasoon asento- ja liikehäiriöt .....	211
Rintarangan ylisuuri köyry eli hyper- kyfoosi .....	206	<b>3.31. Sensomotorisen hallinnan häiriöt</b>	
Sotilasryhti (Military Posture).....	207	<b>O’Sullivanin mukaan</b> .....	<b>211</b>
		<b>Kirjallisuus</b> .....	<b>213</b>

## Luku 4. Selän terveys..... 219

<b>4.1. Core stability – nykyinen käsitys</b> vaikeasta aiheesta .....	<b>219</b>	<b>4.14. Lantionpohjan lihakset</b> .....	<b>231</b>
<b>4.2. Asennon ja liikkeen hallinta</b> .....	<b>221</b>	<b>4.15. M.rectus abdominis eli suora vatsalihas</b>	<b>232</b>
<b>4.3. Harjoittelun kokonaisuus</b> .....	<b>222</b>	<b>4.16. M.oblique externus eli ulompi vino</b> vatsalihas.....	<b>233</b>
<b>4.4. Lihasten kannatteleva vaikutus selässä</b>	<b>223</b>	<b>4.17. M.oblique internus eli sisempi vino</b> vatsalihas.....	<b>234</b>
<b>4.5. Neutraalivyöhyke (neutral zone)</b> .....	<b>223</b>	<b>4.18. Selän ojentajalihakset ja niiden</b> harjoittaminen.....	<b>235</b>
<b>4.6. Lantion asentojen vaihtelut selän</b> hallinnan perustana.....	<b>225</b>	<b>4.19. Intra-abdominaalinen paine</b> .....	<b>237</b>
<b>4.7. Syvien lihasten löytäminen – ydintuen</b> tunnistaminen .....	<b>225</b>	<b>4.20. Millaisia vatsalihasliikkeitä kannattaa</b> harjoittaa .....	<b>237</b>
<b>4.8. M.transversus abdominis eli</b> poikittainen vatsalihas .....	<b>226</b>	<b>4.21. Hengityksen käyttö osana selän tukea ja</b> ryhdin hallintaa .....	<b>237</b>
<b>4.9. M.diaphragma eli pallealihas</b> .....	<b>227</b>	<b>4.22. Asennosta liikkeeseen</b> .....	<b>239</b>
<b>4.10. M.psoas major eli suuri lannelihas</b> .....	<b>230</b>	<b>4.23. Alaraajan merkitys rangan</b> stabiloinnissa.....	<b>240</b>
<b>4.11. M.psoas minor eli pieni lannelihas</b> .....	<b>231</b>	<b>4.24. Liikkuvuuden merkitys selän terveydelle</b>	<b>241</b>
<b>4.12. M.multifidus eli monijakoinen selkälihas</b>	<b>231</b>	<b>Kirjallisuus</b> .....	<b>242</b>
<b>4.13. Quadratus lumborum eli nelikulmainen</b> lannelihas .....	<b>231</b>		

## Luku 5. Nostamisen perusteet..... 245

<b>5.1. Tasapainoalue nostossa</b> .....	<b>245</b>	<b>5.9. Vatsaontelon sisäinen</b> (intra-abdominaalinen) paine .....	<b>249</b>
<b>5.2. Massakeskipiste (=painopiste) ja</b> luotisuora.....	<b>245</b>	<b>5.10. Flat back eli noja eteen suoralla selällä</b>	<b>249</b>
<b>5.3. Kahden kappaleen yhteinen</b> massakeskipiste .....	<b>245</b>	<b>5.11. Nostamisen virheet</b> .....	<b>249</b>
<b>5.4. Nostosuunta</b> .....	<b>246</b>	<b>5.12. Nostaminen pyöreällä selällä</b> .....	<b>250</b>
<b>5.5. Alaraajojen linjaus nostossa</b> .....	<b>246</b>	<b>5.13. Nostaminen taaksepäin taivutetulla</b> selällä.....	<b>251</b>
<b>5.6. Vipuvarsimekaniikka nostoissa</b> .....	<b>247</b>	<b>5.14. Mikä saa aikaan huonon</b> nostotekniikan? .....	<b>252</b>
<b>5.7. Lihastyön yhteys nostossa ja vartalon</b> ”lukitus” .....	<b>248</b>	<b>5.15. Nostot kiertäen</b> .....	<b>253</b>
<b>5.8. Lumbo-dorsaalisen faskian merkitys</b> nostossa.....	<b>249</b>	<b>Kirjallisuus</b> .....	<b>255</b>

## Luku 6. Hartiarenkaan toiminta ja harjoittaminen..... 257

<b>6.1. Hartiarenkaan luiden anatomia</b> .....	<b>257</b>	<b>6.4. Lapaluun liikkeet ja liikerytmit</b> .....	<b>258</b>
<b>6.2. Hartiarenkaan ja lapaluun neutraali</b> asento .....	<b>257</b>	<b>6.5. Olkanivelen toiminta</b> .....	<b>261</b>
<b>6.3. Lapatukilihakset</b> .....	<b>257</b>	<b>6.6. Lapatuki</b> .....	<b>262</b>
		6.6.1. Lapatuki eteen (abduktio).....	262

6.6.2.	Lapatuki taakse (adduktio).....	262	6.7.2.	Lapaluun kohonnut asento.....	263
6.6.3.	Lapatuki ylös (elevatio).....	262	6.7.3.	Lapaluun laskeutunut asento.....	264
6.6.4.	Lapatuki alas (depressio).....	263	6.7.4.	Lapaluun lähennys virheasentona (adduktio).....	264
6.6.5.	Lapatuki ulospäin sivulle (abduktio).....	263	6.7.5.	Lapaluun siipeäminen virheasentona.....	264
6.6.6.	Lapatuki kohti rintarankaa (adduktio).....	263	6.7.6.	Lapaluiden epäsymmetria.....	265
<b>6.7.</b>	<b>Hartiarenkkaan ja lapaluun poikkeavat asennot.....</b>	<b>263</b>	<b>6.8.</b>	<b>Ehdotuksia lapaluiden asentohäiriöiden ja toiminnan parantamiseksi .....</b>	<b>267</b>
6.7.1.	Lapaluun eteenpäin kiertynyt asento .....	263	<b>6.9.</b>	<b>Yhteenveto .....</b>	<b>267</b>
			<b>Kirjallisuus .....</b>	<b>268</b>	

## Luku 7. Heittoliikkeen perusteet ..... 269

7.1.	Heittoliike olkapään yläkautta eli ns. yliolanheitto.....	269	7.4.	Kuulantyöntö.....	273
7.2.	Tenniksen syöttöliike.....	271	7.5.	Moukarinheitto .....	273
7.3.	Heittoliikkeen ja syötön kuormitus olkanivelelle .....	271	7.6.	Kiekonheitto .....	273
			7.7.	Yhteenveto heittoliikkeistä.....	274
			<b>Kirjallisuus .....</b>	<b>275</b>	

## Luku 8. Alaraajan merkitys ryhdille ja kehon toiminnalle ..... 277

8.1.	Miten alaraaja vaikuttaa lantioon ja selkään? .....	277	8.6.	Alaraajojen luinen eripituisuus .....	283
8.2.	Lonkan kaulan poikkeamat frontaalitasolla .....	280	8.7.	Lonkka-lantiotoiminnan harjoittaminen	283
8.3.	Lonkan kaulan poikkeamat horisontaalitasolla .....	280	8.8.	Jalan tuenta .....	285
8.4.	Polven ja sen poikkeamien vaikutus .....	282	8.8.1.	Asentoa korjaava tuenta .....	285
8.5.	Horisontaalitasoon säären kiertopoikkeamat.....	282	8.8.2.	Kantaluun kiilatuenta.....	285
			8.8.3.	Jalan etuosan kiilatuenta .....	286
			8.9.	Yhteenveto alaraajojen vaikutuksesta....	286
			<b>Kirjallisuus .....</b>	<b>287</b>	

## Luku 9. Kävelyn neuraalinen säätely, sovellettu biomekaniikka ja havainnointi..... 289

9.1.	Johdanto kävelyn .....	289	9.14.	Kävelyn aloitus ja vauhdin ylläpito.....	296
9.2.	Kävelyn neuraalinen säätely.....	289	9.15.	Kävelyn vaiheet biomekaanisen tarkastelun perustana.....	297
9.3.	Kävelyn perusedellytykset .....	289	9.15.1.	Alkukontaktivaihe .....	297
9.4.	Kävelytasapaino.....	290	9.15.2.	Kuormitusvastevaihe .....	299
9.5.	Kävely ja keskusgeneraattorit .....	290	9.15.3.	Keskitukivaihe .....	301
9.6.	Kävelyn keskusgeneraattorien toiminnan muuntelu .....	291	9.15.4.	Päätöstukivaihe.....	303
9.7.	Lihassukkulatoiminta kävelyn eri vaiheissa .....	291	9.15.5.	Esiheilahdusvaihe.....	305
9.8.	Golgin jänne-elimen toiminta kävelyssä	292	9.15.6.	Alkuheilahdusvaihe .....	306
9.9.	Aivot kävelyn säätelyssä .....	293	9.15.7.	Keskiheilahdusvaihe .....	307
9.10.	Kävelijän mittasuhteet .....	294	9.15.8.	Loppuheilahdusvaihe.....	307
9.11.	Energian kulutus kävelyssä.....	295	9.16.	Kävelyn elementit .....	308
9.12.	Askelen mittasuhteet .....	295	9.17.	Kineettinen ketju eli liikeketju.....	308
9.13.	Jalan suunta eli askelkulma suhteessa etenemissuuntaan .....	296	9.18.	Jalan ja nilkan jousto .....	309
			9.19.	Kävelyn kolme keinua (keinustrategiat)	310
			9.20.	Ylemmän nilkkaniveleen toiminta .....	312

9.21. Pronaatio ja supinaatio.....	315	9.29. Yhteenveto painon jakautumisesta jalassa yhden kuormitusvaiheen aikana	322
9.22. Alemman nilkkanivelen (subtalarinivelen = STJ) toiminta.....	315	9.30. Käsien merkitys kävelyssä ja mid-line-crossing.....	322
9.23. Subtalarinivelen pronaatio-supinaation liikeakseli .....	316	9.31. Kävelyn havainnointi .....	322
9.24. Ponnistusliike ja supinaatio .....	316	9.32. Sagittaalitaso – havainnointi sivulta .....	323
9.25. Jalan keskiosan nivelet (keskitarsaalinivelet) ja niiden toiminta	317	9.33. Frontaalitaso – havainnointi edestä tai takaa .....	323
9.26. I-säteen ja V-säteen toiminta .....	319	9.34. Horisontaalitaso – havainnointi ylhäältä tai peilin kautta alhaalta .....	323
9.27. Wind lass-mekanismi kannan kohotessa ylös alustalta .....	321	9.35. Porraskävely ja ylämäkeen kävely .....	324
9.28. Kannan kohotus aktivoi intrinsic- lihasten toimintaa.....	321	9.36. Porraskävely alaspäin .....	324
		Kirjallisuus .....	328

## Luku 10. Juoksun biomekaniikan sovelluksia..... 331

10.1. Johdanto juoksun maailmaan .....	331	10.8. Juoksetekniikan harjoittaminen .....	336
10.2. Juoksuaskelen perustekijät .....	332	10.9. Juoksun askeltamisen ohjeistus pähkinänkuoressa.....	336
10.3. Askelpituus.....	332	10.10. Juoksun tarkkailulista .....	336
10.4. Jalan kontakti alustalle .....	333	10.11. Juoksun virheitä.....	338
10.5. Juoksun vaiheet.....	333	Kirjallisuus .....	339
10.6. Juoksun kiihdytys .....	335		
10.7. Juoksun havainnointi .....	335		

## Luku 11. Lihastasapaino ..... 341

11.1. Hyvä lihastasapaino – mitä se on ja mitä voi selvittää kliinisellä tutkimuksella? ....	341	11.7. Hermokudoksen merkitys lihastasapainolle .....	342
11.2. Miten ryhti ilmentää lihastasapainoa?... ..	341	11.8. Lihasten kyky tasapainottaa kehon toimintoja ulkoisen voiman suhteen.....	342
11.3. Agonisti – antagonisti-suhde kuntoon ....	341	11.9. Lihastasapainokartoitus .....	342
11.4. Vasen – oikea-symmetria .....	341	11.10. Yhteenveto .....	343
11.5. Pinnallisten ja syvien lihasten tasapainoinen suhde .....	342	11.11. Lihastasapaino- ja liikehallintakartoitus	343
11.6. Passiivisten ja aktiivisten tukirakenteiden keskinäinen suhde .....	342	Kirjallisuus .....	348

## Luku 12. Kudosten mukautuminen ja myofaskiaaliset ketjut ..... 349

12.1. Wolffin laki.....	349	12.6. ”Tensile communication” .....	351
12.2. Davisin laki .....	349	12.7. Faskian kerrokset .....	351
12.3. Erityyppisten faskia-kudosten venyttäminen ja muovautuminen .....	349	12.8. Myofaskiaali-linjat Thomas Myersin mukaan .....	351
12.4. Toiminnalliset lihaskalvoketjut eli myofaskiaaliset meridiaanit.....	350	12.9. Inter-faskiaaliset yhteydet .....	352
12.5. Faskia-verkko.....	350	Kirjallisuus .....	353