

# Sisällys

Lukijalle	5	Keuhkotilavuusmittausten tulkintaperiaatteet	45
<b>I Hengityselimistön tutkimukset</b>		<b>3 Hengitysmekaniikan tutkiminen</b>	<b>48</b>
<b>1 Hengityselimistön fysiologiaa ja patofysiologiaa</b>	<b>14</b>	<i>Pekka Malmberg, Päivi Piirilä</i>	
<i>Anssi Sovijärvi, Yrjö Salorinne, Pekka Malmberg</i>		Kehopletysmografia	48
Hengityksen fysiologiaa	14	Oskillometria	50
Hengityksen patofysiologiaa	21	<b>4 Kaasujenvaihdunnan tutkiminen levossa</b>	<b>53</b>
<b>2 Ventilaatiokyvyn ja keuhkotilavuuksien mittaukset</b>	<b>32</b>	<i>Päivi Piirilä, Yrjö Salorinne, Pekka Malmberg</i>	
<i>Anssi Sovijärvi, Pekka Malmberg, Päivi Piirilä</i>		Keuhkojen diffuusiokapasiteetti	53
Ventilaatiokyvyn mittausten käyttöaiheet	32	Oksimetria	59
Virtaus-tilavuusspirometria	33	Happo-emästasapaino	60
Spirometriatutkimuksen toteutus	34	Nitrografia	61
Maksimaalisen ventilaatiokapasiteetin mittaaminen	34	<b>5 Keuhkojen isotooppitutkimukset</b>	<b>64</b>
Uloshengityksen huippuvirtauksen mittaaminen ja seuranta PEF-mittarilla	35	<i>Jukka Schildt, Lauri Karhumäki, Anssi Sovijärvi</i>	
Ventilaatiokyvyn mittausten tulkintaperiaatteet	37	Keuhkoperfuusion ja -ventilaation gammakuvaus	64
Bronkodilataatiokoe	40	<b>6 Hengityksen säätelyn tutkiminen</b>	<b>68</b>
Keuhkotilavuuksien määrittäminen	42	<i>Päivi Piirilä, Pekka Malmberg</i>	
Keuhkotilavuuksien mittaaminen dynaamisella spirometrilla	42	Hengityksen säätely	68
Keuhkotilavuuksien mittaaminen indikaattorimenetelmällä	43	Tutkimusten kliiniset käyttöaiheet	68
Keuhkotilavuuksien mittaaminen kehopletysmografialla	44	Hengityksen säätelyn mittaaminen ja CO <sub>2</sub> -stimulaatio	69
		Lentomatkestäminen ja matkustajan lentokelpoisuuden arvioiminen	70
		Hyperventilointitaipeuden arviointi	70

<b>7 Spiroergometria</b> _____	<b>73</b>	<b>12 EKG:n pitkäaikaisrekisteröinti</b> _	<b>127</b>
<i>Anssi Sovijärvi, Päivi Piirilä, Tomi Laitinen</i>		<i>Petri Haapalahti</i>	
Menetelmä ja toteutus _____	73	EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin suoritus _	127
Tulosten tulkintaa _____	74	Analyysi _____	128
Kliiniset tulosprofiilit _____	82	Tulkinta _____	128
Menetelmän rajoitukset ja virhelähteet _	85	EKG:n pitkäaikaisrekisteröinnin käyttöaiheet ja rajoitukset _____	130
<b>8 Keuhkoputkien epäspesifiset altistuskokeet</b> _____	<b>86</b>	<b>13 Kliininen rasituskoe</b> _____	<b>131</b>
<i>Pekka Malmberg, Anssi Sovijärvi</i>		<i>Anssi Sovijärvi, Raimo Kettunen, Kai Savonen</i>	
Keuhkoputkien supistumisherkkyyks _____	86	Kliinisen rasituskokeen periaatteet _____	131
Suorat menetelmät _____	87	Rasituskokeen aiheet ja vasta-aiheet _	131
Epäsuorat menetelmät _____	90	Kliinisen rasituskokeen toteutus _____	133
<b>9 Hengitysteiden inflammaation määrittäminen hengitysilmasta</b> _____	<b>94</b>	Kliinisen rasituskokeen suoritus _____	137
<i>Lauri Lehtimäki, Pekka Malmberg</i>		Kliinisen rasituskokeen tulkinta _____	143
Uloshengitysilman typpioksidimittaus _	94	Kliininen rasituskoe hoitovasteen ja ennusteen arvioinnissa _____	151
Muut uloshengitysilman tulehdusmittaukset _____	97	Kliininen rasituskoe työ- ja toimintakyvyn arvioinnissa _____	151
<b>10 Keuhkojen toimintakokeiden valinta ja viitearvojen käyttö</b> _	<b>99</b>	Lausunto rasituskokeesta _____	152
<i>Pekka Malmberg, Annette Kainu, Anssi Sovijärvi</i>		Turvallisuus, luotettavuus ja laadunvalvonta _____	152
Diagnosointi _____	99	<b>14 Farmakologinen rasituskoe</b> _	<b>154</b>
Seuranta _____	101	<i>Antti Loimaala</i>	
Viitearvojen käyttö _____	101	Johdanto _____	154
Keuhkotoiminnan alenemisen arviointi _	105	Rasitusmuodot _____	154
Mittausten toistettavuus ja muutoksen merkitsevyysrajat _____	106	<b>15 Sydämen ultraäänitutkimus</b> _	<b>158</b>

## II Verenkiertoelimistön tutkimukset

<b>11 Verenkierron fysiologiaa ja patofysiologiaa</b> _____	<b>112</b>	Ultraäänikuvaus _____	158
<i>Jaakko Hartiala, Antti Saraste</i>		Ultraäänikuvantamisen perusteet _____	158
Verenkierron kokonaisuus _____	112	Potilaan valmistaminen tutkimukseen ja kuvausikkunat _____	160
Sydän _____	113	Sydämen koko ja kammioiden toiminta	165
Perifeerinen verenkierto _____	118	Sydämen sisäiset paineolosuhteet _____	167
Patofysiologiaa _____	120	Uudet kaikukuvaustekniikat _____	167
		Kaikukuvaus ruokatorven kautta _____	169
		Sydämen ultraäänitutkimus sydänsairauksissa _____	170
		Mitraaliläppäahtauma _____	173

<b>16 Sydämen isotooppitutkimukset</b> _____	177
<i>Sami Kajander, Juhani Knuuti</i>	
Sydänlihaksen perfuusion gammakuvaus _____	177
Sydämen muut gammakuvaukset _____	181
Sydämen PET-tutkimukset _____	183
Hybridikuvantaminen _____	185
<b>17 Sydämen tietokonetomografia</b> _____	187
<i>Sami Kajander, Juhani Knuuti</i>	
Johdanto _____	187
Keiden sepelvaltimot tulisi tutkia TT-angiografialla? _____	190
TT-angiografia ja muut kajoamattomat kuvantamismenetelmät _____	190
<b>18 Sydämen magneettikuvaus</b> _____	192
<i>Jussi Pärkkä, Juhani Knuuti, Jaakko Hartiala</i>	
Tekniikkaa _____	192
Sydän-MRI:n kliiniset käyttöaiheet _____	193
<b>19 Verenpaineen mittaus</b> _____	196
<i>Maria Saarenhovi, Väinö Turjanmaa</i>	
Mittausmenetelmät _____	197
Verenpaineen epäsuora mittaus _____	197
Mittauksen tarkkuus _____	198
Käyttöaiheet _____	199
Verenpaineen ambulatoirinen pitkäaikaisrekisteröinti _____	199
<b>20 Raajojen valtimoverenkierron tutkimukset</b> _____	202
<i>Sorjo Mätzke, Pirkka Vikatmaa</i>	
Valtimoverenkierron tutkimusmenetelmien käyttöaiheet _____	203
Potilaan esivalmistelu painemittauksiin _____	204
Virtausnopeuden havainnoimiseen perustuvat menetelmät _____	204
Kaikukuvaus ja sen sovellukset verisuonia tutkittaessa _____	204
Kaksoiskaiku- eli dupleksikuvaus _____	205
Ääreisverenpaineen mittaaminen _____	207
Ääreisverenpaine kävelykokeessa ja vasodilataation aikana _____	210
Kävelykoe _____	211

Vakioitu kävelykoe _____	211
Pulssitilavuuspletysmografia _____	212
Ääreisverenkierron säätelyn tutkiminen _____	212
Mikrosirkulaation tutkiminen _____	213

---

### III Ruoansulatuselimistön toiminnan tutkimukset

---

<b>21 Ruokatorven manometria</b> _____	216
<i>Markku Walamies, Anna-Kaisa Valve-Dietz</i>	
Tutkimuksen tekeminen _____	216
Löydökset _____	218
Eräitä keskeisiä tulosprofileja _____	221
Tulevaisuudennäkymiä _____	222
<b>22 Ruokatorven pH:n ja impedanssin pitkäaikaisrekisteröinti</b> _____	224
<i>Anna-Kaisa Valve-Dietz, Markku Walamies</i>	
Ruokatorven refluksitaudin patofysiologia _____	224
Gastroesofageaalisen refluksen tutkiminen _____	225
Tutkimuksen toteutus _____	225
Ruokatorven impedanssin mittaaminen _____	226
Tuloksen tulkinta _____	226
Lasten tutkimukset _____	231
<b>23 Anorektaalimanometria</b> _____	232
<i>Heikki Tuominen, Anna-Kaisa Valve-Dietz</i>	
Anorektumin anatomia ja fysiologia _____	232
Patofysiologia ja tutkimusaiheet _____	232
Tutkimuksen toteutus _____	233
Tulkinta _____	235

---

### IV Munuaisten ja virtsateiden tutkimukset

---

<b>24 Munuaisten ja virtsateiden isotooppitutkimukset</b> _____	238
<i>Pentti Rautio, Maija Mäki</i>	
Tutkimusvalikoima _____	238
Munuaistoiminnan gammakuvaus _____	238

Virtsan refluksin gammakuvaus	242
Munuaiskuorikerroksen gammakuvaus	243
Glomerulusten suodatusnopeus	244
Tubulusekstraktio	244

## V Tuki ja liikuntaelimestön toiminnan tutkimukset

<b>25 Luuston mineraalitiheyden mittaaminen</b>	<b>246</b>
<i>Pentti Rautio</i>	
Yleistä	246
Luun mineraalitiheyden mittaamisen menetelmä	246
Käyttöaiheet	248
Tulosten arviointi	249
Hoitovasteen arviointi	250
Sädeannos	251
Luun mineraalipitoisuuden mittaus osana potilaan yksilöllistä hoitoa	251
<b>26 Lihassaitopaineen mittaus</b>	<b>252</b>
<i>Arja Uusitalo</i>	
Yleistä	252
Mittaus	254
Komplikaatiot	255
Diagnostiset kriteerit	255

## VI Aivojen ja hermoston tutkimukset

<b>27 Autonomisen hermoston tutkimukset</b>	<b>260</b>
<i>Tomi Laitinen, Matti Mäntysaari, Juha Hartikainen</i>	
Autonomisen hermoston rakenne ja toiminta	260
Autonomisen hermoston toiminnanhäiriöt	260
Autonomisen hermoston tutkimukset	261
Pystyasennon sietokoe	266

Muut autonomisen hermoston tutkimukset	268
--	-----

## 28 Aivojen hermovälittäjäaineiden isotooppitutkimukset

<i>Valtteri Kaasinen, Marko Seppänen</i>	
Johdanto	270
Indikaatiot	271
Dopamiinitransporttereiden SPET-kuvaus	272
Postsynaptiset dopamiinikuvaus	273
Säderasitus	274

## 29 Aivojen verenkierron ja aineenvaihdunnan isotooppitutkimukset

<i>Antti Loimaala, Hanna Mussalo</i>	
Aivojen verenkierron gammakuvaus	276
Aivojen aineenvaihdunnan isotooppitutkimukset	279

## 30 Aivojen amyloidikuvaus

<i>Jukka Kemppainen, Juha Rinne</i>	
Yleistä	283
PET-menetelmän rooli	283
PET-merkkiaineet	284

## VII Kasvainten isotooppitutkimukset

### 31 Yleistä kasvainten isotooppitutkimuksista

<i>Jukka Kemppainen, Terhi Tuokkola</i>	
Radioisotoopit isotooppilääketieteessä	290
Radioisotoopit kuvantamisessa	290
Gammakamera	291
Positroniemissiotomografia	292
Fuusiokuvantaminen	292
Kuvaus	293
PET/TT:n ja PET/MRI:n käyttökohteet	295
Säteilyturvallisuus	295
Isotooppikuvien tulkinta	297

<b>32 Aivojen kasvaimet</b> _____	<b>298</b>	Kliiniset käyttöaiheet _____	<b>321</b>
<i>Terhi Tuokkola, Tuula Janatuinen</i>		Yhteenvedo _____	<b>323</b>
Perustietoa aivosyövästä _____	<b>298</b>	<b>37 Rintasyöpä</b> _____	<b>324</b>
Tutkimusmenetelmät _____	<b>298</b>	<i>Kalevi Kairemo, Heikki Minn</i>	
PET-tutkimuksen aiheet _____	<b>298</b>	Yleistä rintasyövästä _____	<b>324</b>
PET-merkkiaineet _____	<b>299</b>	Vartijasolmuketutkimus _____	<b>324</b>
Tulkintaperiaatteet _____	<b>301</b>	Diagnostiset isotooppikuvaukset _____	<b>326</b>
Rajoitteet _____	<b>301</b>	Yhteenvedo _____	<b>329</b>
Yhteenvedo _____	<b>302</b>	<b>38 Ruokatorvisyöpä</b> _____	<b>330</b>
<b>33 Neuroendokriiniset kasvaimet</b> _____	<b>303</b>	<i>Kirsi L. Timonen</i>	
<i>Jukka Kemppainen, Marko Seppänen, Pirjo Nuutila</i>		<b>39 Keuhkosyöpä</b> _____	<b>332</b>
Johdanto _____	<b>303</b>	<i>Hanna Mussalo, Sami Kajander</i>	
NET-kasvainten isotooppikuvantaminen _____	<b>304</b>	Epidemiologia, riskitekijät, oireet ja seulonta _____	<b>332</b>
PET-merkkiaineet _____	<b>304</b>	Diagnostiikka ja levinneisyyden selvittely _____	<b>332</b>
PET-kuvantamisen toteutus käytännössä _____	<b>305</b>	Välikarsinan imusolmukemetastasoinnin selvittely _____	<b>333</b>
Isotooppihoidot _____	<b>306</b>	PET/TT:n käyttö sädehoidossa ja kemoterapian jälkeen _____	<b>333</b>
Yhteenvedo _____	<b>307</b>	PET/TT:n rajoituksia _____	<b>334</b>
<b>34 Lymfooma</b> _____	<b>308</b>	Toimenpidekelvopoisuuden arviointi _____	<b>334</b>
<i>Kalle Sipilä, Jukka Schildt</i>		Muita indikaatioita _____	<b>334</b>
Lymfoomat sairautena _____	<b>308</b>	<b>40 Ihomelanooma</b> _____	<b>335</b>
Lymfoomien diagnostiikka _____	<b>308</b>	<i>Satu Pukkila, Ilkka Koskivuo</i>	
<b>35 Pään ja kaulan alueen syöpäkasvaimet</b> _____	<b>311</b>	Vartijasolmuke käsitteenä _____	<b>335</b>
<i>Heikki Minn</i>		Vartijasolmukebiopsian merkitys melanoomassa _____	<b>335</b>
Yleistä _____	<b>311</b>	Melanooman vartijasolmukebiopsia käytännössä _____	<b>336</b>
FDG-kuvaukset _____	<b>311</b>	Melanooman PET-TT-tutkimus _____	<b>337</b>
Levinneisyysluokitus _____	<b>312</b>	<b>41 Paksu- ja peräsuolen syöpä</b> _____	<b>340</b>
Tuntemattoman primaarikasvaimen etsiminen _____	<b>313</b>	<i>Tuula Janatuinen, Raija Ristamäki</i>	
Sädehoidon suunnittelu _____	<b>313</b>	Johdanto _____	<b>340</b>
Hoitovasteen arviointi ja seuranta _____	<b>313</b>	Primaaridiagnostiikka _____	<b>340</b>
Vartijaimusolmuketutkimus _____	<b>313</b>	Taudin hoito ja seuranta _____	<b>341</b>
Lopuksi _____	<b>315</b>	Etäpesäkkeisen paksu- ja peräsuolisyövän hoito _____	<b>341</b>
<b>36 Eturauhassyöpä</b> _____	<b>316</b>	Yhteenvedo PET-TT-kuvantamisen hyödyistä ja rajoitteista paksu- ja peräsuolisyövässä _____	<b>342</b>
<i>Kalevi Kairemo</i>			
Yleistä eturauhassyövästä ja sen kuvantamisdiagnostiikasta _____	<b>316</b>		
PET-merkkiaineet _____	<b>316</b>		

<b>42 Gynekologiset syövät</b> _____	<b>343</b>
<i>Johanna Hynninen, Johanna Virtanen, Marko Seppänen</i>	
Johdanto _____	343
Leviämistavat _____	343
PET-TT:n Indikaatiot _____	344
PET-MRI:n rooli _____	345
Histologian vaikutus	
PET-kuvantamiseen _____	347
PET-tutkimuksen tulkinna haasteet _____	347
<b>43 Kilpirauhasen ja lisäkilpirauhasten tutkimukset</b> _____	<b>350</b>
<i>Virpi Tunninen, Marko Seppänen</i>	
Lisäkilpirauhasen gammakuvaus _____	350
Lisäkilpirauhasen SPET-TT _____	350
Lisäkilpirauhasen PET-TT/MRI-kuvaus _____	352
Kilpirauhasen gammakuvaus _____	352

---

## VIII Tulehduksen kuvantaminen

---

<b>44 Tulehdusten isotooppikuvantaminen</b> _____	<b>356</b>
<i>Esa Kauppila, Martti Larikka, Pentti Rautio</i>	
Yleistä tulehdusten kuvantamisesta _____	356
Tulehduskuvantamisen radiolääkkeet _____	356
Epäselvä kuumeilu _____	357
Selkärangan osteomyeliitti ja spondylodiskiitti _____	357
Perifeerinen luustoinfektio _____	358
Nivelalueiden infektiot ja inflammaatiot _____	359
Nivelproteesi-infektiot _____	360
Infektioendokardiitti ja tahdistininfektiot _____	360
Verisuoniproteesi-infektiot _____	361
Autoimmuuni inflammaatio: polymyalgia rheumatica, vaskuliitit ja autoimmunologinen pankreatiitti (AIP) _____	363
Ateroskleroottiset tulehdusmuutokset _____	364

---

## IX Radioisotooppihoidot

---

<b>45 Isotooppihoidot</b> _____	<b>366</b>
<i>Kalevi Kairemo</i>	
Benignit sairaudet _____	366
Pahanlaatuiset sairaudet (tuumorihakuiset eli onkotrooppiset hoidot) _____	368
Pahanlaatuiset sairaudet (osteotrooppiset eli luustohoidot) _____	372
Pahanlaatuiset sairaudet (selektiiviset hoidot) _____	374
Isotooppihoitojen käytöstä yleisesti _____	375
<b>Hakemisto</b> _____	<b>377</b>