

UNIVERSITY OF HELSINKI

REPORT SERIES IN PHYSICS
HU-P-D247 (2017)

Opinto-opas sairaalafysikoksi aikoville

Sauli Savolainen, Jaana Hiltunen, Mika Kortetniemi, Eero Salli, Outi Sipilä,
Mikko Tenhunen, Marjut Timonen, Anne-Mari Vitikainen

UNIVERSITY OF HELSINKI
DEPARTMENT OF PHYSICS
P.O. Box 64,
FI-00014 UNIVERSITY OF HELSINKI, FINLAND

UNIVERSITY OF HELSINKI REPORT SERIES IN PHYSICS

HU-P-D247 (2017)

Opinto-opas sairaalafysikoksi aikoville

Sauli Savolainen, Jaana Hiltunen, Mika Kortnesniemi, Eero Salli, Outi Sipilä,
Mikko Tenhunen, Marjut Timonen, Anne-Mari Vitikainen

Fysiikan laitos
PL 64
00014 Helsingin yliopisto

UNIVERSITY OF HELSINKI, DEPARTMENT OF PHYSICS
P.O.Box 64, FI-00014 UNIVERSITY OF HELSINKI, FINLAND

Helsinki 31.3.2017

ISBN 978-951-51-2764-8
ISSN 0356-0961

Helsinki 2017

Liite SF-oppaaseen, korjattu osuus:

Säteilyturvallisuusasiantuntija (STA) ja säteilyturvallisuusvastaava (STV) ¹

Säteilyturvakeskuksen akkreditoinnin saanut koulutusorganisaatio, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, antaa todistuksen pätevydestä. Sairaalfysiikan pätevyys pitää sisällään sekä STA:n että lääketieteellisen fysiikan (LFA) asiantuntijuuden. Nämä puolestaan oikeuttavat toimimaan säteilyturvallisuusvastaavana (STV) terveydenhuollon alalla. Opintoja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon tutkintojen edellyttämät kurssit ja niiden opintopistemäärät (20 op). Edellytettävä käytännön harjoittelu toteutuu sairaalfysiikkoharjoittelun myötä (2 vuotta). Tarvittavat kurssit ovat materiaalfysiikan maisteriohjelmassa lääketieteellisen fysiikan ja biofysiikan linjalla. Opintoja suunniteltaessa on syytä konsultoida alan professoria.

¹ Näiltä osin laki astuu voimaan vuonna 2018.

Sauli Savolainen, Jaana Hiltunen, Mika Kortnesniemi, Eero Salli, Outi Sipilä, Mikko Tenhunen, Marjut Timonen, Anne-Mari Vitikainen: Opinto-opas sairaalafyysikoksi aikoville. University of Helsinki, Department of Physics, Helsinki 2017, 27 p. University of Helsinki, Report Series in Physics HU-P-A HU-P-D247, ISBN 978-951-51-2764-8, ISSN 0356-0961.

Classification (INSPEC): A8700

Keywords (INSPEC): medical physics, student guide

TIIVISTELMÄ

Sairaalafyysikon pätevyyden saaminen edellyttää tässä oppaassa kuvatun koulutuskokonaisuuden läpikäymistä. Oppaassa kuvataan Helsingin yliopiston kandi-, maisteri- ja –tohtoriohjelmiä niiltä osin kuin ne tukevat sairaalafyysikon ammattitutkintoa. Oppaan liitteissä on voimassaolevat sairaalafyysikon pätevyysvaatimukset sekä käytännön ohjeet pätevyyden hakemiseksi ja saamiseksi. Sairaalafyysikoilta edellytetään FL- tai FT-tutkintoa, neljän vuoden käytännön harjoittelua, säteilyasiantuntijan pätevyyttä ja hyväksytysti suoritettua sairaalafyysikkokuulustelua. Pätevyyden saavuttanut henkilö voi hakea nimikesuojattua sairaalafyysikon ammattinimikettä Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirastolta Valviralta. Sairaalafyysikoiden toimenkuva eri sairaaloissa vaihtelee paikallisten olosuhteiden mukaan. Perinteisesti sairaalafyysikot ovat työskennelleet sädehoidon ja sädehoitolaitteiden parissa. Diagnostiikassa keskeisin alue on signaalinkäsittely eri muodoissaan, erityisesti kuvankäsittely ja siihen liittyvä teknologia. Yleisesti ottaen kurssit, jotka käsittelevät säteilyn ja aineen välisiä vuorovaikutuksia ja signaalinkäsittelyä (elektronisesti, laskennallisesti tai ohjelmallisesti), ovat hyödyksi sairaalafyysikon ammattiin tähtääville. Tietotekniikan hyvä hallinta on niin ikään hyödyksi. Jatko-opinnot on syytä suunnitella niin, että ne täyttävät liitteissä olevat pätevyysvaatimusten kriteerit. Yliopiston sairaalafyysikko-opettajat antavat tarvittaessa neuvoja jatko-opintokokonaisuuden laatimisessa.

SUMMARY

Guide to course and training for qualification as a medical physicist

The guide reviews the courses that will be recommended for the students who are planning to become medical physicists. The guide focuses on the courses considered essential for qualification as scientists in medical physics and the requirements to be legalized medical physicists.

The courses recommended include basic and advanced medical physics, signal processing and radiation dosimetry. The list of recommended courses can be found later in this guide in Finnish. The courses can be examined also in English, although most of the courses are lectured in Finnish. The current information about each term's courses can be found on the Department's web-site. Related studies in other universities may also be accepted as a part of the training program. Students should also participate the research projects carried out at the Department. Typically the projects are multi-center research projects, the main participating institutes being Hospital District of Helsinki and Uusimaa (HUS) and Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety (STUK).

SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO	3
SAIRAALAFYYSIKON TEOREETTINEN KOULUTUS	4
KÄYTÄNNÖN HARJOITTELU	5
SÄTEILYTURVALLISUUSASiantuntija (STA) JA SÄTEILYTURVALLISUUSVASTAAVA (STV)	6
SAIRAALAFYYSIKKOKUULUSTELU	6
LISENSIAATIN TAI TOHTORIN TUTKINTO	7
KURSSIKIRJALLISUUS	7
LÄÄKETIETEELLISEN FYSIIKAN OPETUS	8
KÄYTÄNNÖN HARJOITTELUSTA VASTAAVAT	8

LIITTEET:

1. Sairaalfysiikoiden koulutuksen rakenne Helsingin yliopistossa	9
2. Yliopistojen sairaalfysiikoiden erikoistumista koordinoiva Neuvottelukunta ja sen tehtävät	11
3. Helsingin yliopiston antama teoreettinen kurssimuotoinen jatkokoulutus lääketieteellisessä fysiikassa.	12
4. Erikoisalakohtaiset perehdyttämisen osaamisalueet	13
5. Helsingin yliopiston ja HUS:n Sairaalfysiikkokoulutuksen koulutuskalenteri	17

JOHDANTO

Tämä opinto-opas on tarkoitettu opiskelijoille, joilla on aikomus erikoistua sairaalafysiikoiksi¹ ja jotka opiskelevat Helsingin yliopiston kandi- ja maisteriohjelmissa.

Edellytyksenä sairaalafysiikon pätevyyden saavuttamisella on filosofian tohtorin tai -liseniaatin tutkinnon suorittaminen MATRENA -tohtorikoulutusohjelmassa. Tämä puolestaan edellyttää maisterintutkinnon suorittamista materiaalitutkimuksen maisteriohjemassa lääketieteellisen fysiikan ja biofysiikan linjalla (<https://www.helsinki.fi/fi/opiskelu/uudet-koulutusohjelmat-2017>). Kandidatutkinto tulee olla suoritettuna fysikaalisten tieteiden ohjelmassa. Yksityiskohtaiset opinto-ohjeet on saatavilla alan professorilta ja sairaalafysiikon pätevyyden omaavilta opettajilta.

Oppaassa annetaan yleiskuvaus opintojen kokonaisuudesta painottuen jatko-opintojen suorittamiseen ja pätevyyteen liittyvään käytännön harjoitteluun. Henkilön, jonka tähtäimessä on sairaalafysiikon ammattitutkinto on syytä jo kandivaiheessa käydä opintoja koskevat keskustelut alan professorin kanssa. Kandidatutkinto tulee olla suoritettuna fysikaalisten tieteiden ohjelmassa.

Materiaalitutkimuksen maisteriohjelman opiskelijavalinnassa otetaan huomioon hakijat, joilla on alempi korkeakoulututkinto fysiikan tai kemian alalta tai muu soveltuva tutkinto. Hakijalla tulee olla suoritettuna vähintään 60 opintopistettä fysiikan tai kemian alemman korkeakoulututkinnon tasoa vastaavia keskeisiä tieteenaopintoja. Eri opintosuuntiin hakeutuvilta edellytetään kyseisestä opintosuuntaa tukevia perusopintoja. Lääketieteellisen fysiikan opintosuuntaan tähtäävillä on hyvä olla vaaditut opintopisteet lääketieteellisen fysiikan ja biofysiikan opintosuunnalta. Ohjelmointitaidot ovat eduksi myös tällä linjalla.

Maisteriohjelmaan valinta perustuu soveltuvien opintojen määrään, laatuun ja arvosanatasoon, sekä motivaatiokirjeeseen ja sen sisältämään opintosuunnitelmaan. Opintojen soveltuvuuden arvioinnissa käytetään hakijan hakulomakkeelle tekemää analyysia aiemmista opinnoistaan maisteriohjelman keskeisillä osa-alueilla, eli fysiikassa ja kemiassa. Opintosuunnitelman realistisuutta arvioidaan suhteessa muista valintakriteereistä muodostettuun kokonaiskuvaan.

Tohtorikoulutusohjelmaan haetaan normaalin menettelyn mukaisesti, jossa selvitetään jatkotutkinnon opinnot, tutkimussuunnitelma ja edellytykset suoriutua taloudellisesti jatko-opinnoista.

Suomessa on yli 120 sairaalafysiikkaa, joista valtaosa toimii sairaaloissa. Moni sairaalafysiikoksi erikoistunut tekee uraansa myös tutkimuslaitoksissa tai lääketieteellisen tekniikan alan yrityksissä.

¹International Organisation of Medical Physicists, IOMP, (<http://www.iomp.org>), kirjaamat määritelmät:

Sairaalafysiikko (medical physicist) on fysiikkaa pääaineena opiskellut akateemisen koulutuksen saanut ammattihenkilö, joka on suorittanut lakisääteiset lääketieteelliseen fysiikkaan liittyvät erikoistumisopinnot ja -harjoittelun, jonka pohjalta hän voi toimia alan opettajana ja yhteistyössä lääketieteen ammattilaisten kanssa lääketieteellisissä laitoksissa (sairaalat, yliopistosairaalat, tutkimuslaitokset ja laboratoriot) soveltaen ja kehittäen lääketieteellistä tekniikkaa tieteellisten fysikaalisten periaatteiden, menetelmien ja tekniikoiden hyödyntämiseksi ja tutkimiseksi sairauksien ennaltaehkäisyssä, diagnosoinnissa ja hoitamisessa.

Lääketieteellinen fysiikka on sairaalafysiikon harjoittama soveltavan fysiikan osa-alue, jonka rutiineissa ja tutkimuksessa hyödynnetään pääasiassa fysikaalisten tieteiden tarjoamia periaatteita, menetelmiä ja tekniikoita sairauksien ennaltaehkäisyssä, diagnosoinnissa ja hoitamisessa, yleisenä tavoitteena ihmisten terveyden ja hyvinvoinnin edistäminen.

Sairaalfyysikko toimii diagnostisessa tai sädehoitoyksikössä lääketieteellisen fysiikan asiantuntijana mm. säteilyn käyttöön liittyvissä asioissa.

Perinteisesti sairaalfyysikot ovat työskennelleet sädehoidon ja sädehoitolaitteiden parissa. Sädehoitoyksiköissä fyysikot vastaavat hoitolaitteiden laadunvalvonnasta ja tekevät potilaiden annossuunnitelmat. Diagnostiikassa sairaalfyysikkojen keskeisin alue on signaalinkäsittely eri muodoissaan, mm. kuvankäsittely ja siihen liittyvä teknologia. Lisäksi sairaalfyysikon työtehtäviin diagnostisissa yksiköissä kuuluvat kuvantamislaitteiden laadunvalvonta, turvallisuusasiat sekä sairaalahenkilökuntaa ja akateemista oppilaskuntaa palveleva koulutus- ja opetustoiminta. Uusien kuvantamislaitteiden hankintaprosessit vaativat fysiikan ja laiteteknologian asiantuntemusta. Sairaalfyysikko osallistuu myös uusien diagnostisten menetelmien tutkimiseen ja kehitystyöhön yhteistyössä muun henkilökunnan kanssa.

Lääketieteellisen fysiikan tutkimus tapahtuu kiinteässä yhteistyössä eri yliopistojen ja korkeakoulujen, HUS:n ja muiden sairaaloiden sekä STUK:n kanssa. Lääketieteellisen fysiikan tutkimus edellyttää tyypillisesti hyvin laaja-alaista ja monitieteellistä yhteistyötä, usein vielä moniammatillisissa tutkimusyhteisöissä.

Sairaalfyysikon teorettinen koulutus

Sairaalfyysikko on terveydenhuollon ammattihenkilö, jonka toiminnasta säädetään vuonna 1994 annetussa laissa (559/1994) ja asetuksessa (564/1994). Humanistisista ja luonnontieteellisistä tutkinnoista annetun asetuksen muutoksessa (834/2000) on määritelty lisenssiaan tutkintoon sisältyvä sairaalfyysikon erikoistumiskoulutus. Opetusministeriö on kirjelmällään 24.9.2002 Nro 16/500/2002 antanut päätöksen Helsingin yliopistossa annettavasta filosofian lisenssiaan tutkintoon sisältyvästä sairaalfyysikon erikoistumiskoulutuksesta. Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekuntaneuvoston 16.9.2004 hyväksymät tutkintovaatimukset on esitetty liitteessä 1.

Päätöksessään (24.9.2002) opetusministeriö korostaa valtakunnallisen yhteistyön tärkeyttä erikoistumiskoulutuksessa. Kolutusta koordinoi valtakunnallinen sairaalfyysikoiden koulutusta koordinoiva neuvottelukunta (liite 2).

Sairaalfyysikon koulutuksen tavoitteena on antaa teorettiset ja käytännön valmiudet toimia itsenäisesti ja vastuullisesti mm. seuraavissa terveydenhuollon tehtävissä: tutkimus- ja hoitomenetelmien kehittäminen, laadunvarmistus, laitteiden ja ohjelmistojen hankintaprosessit ja vastaanotto, lääketieteellisen fysiikan koulutus, säteilyturvallisuus, uusien menetelmien ja tekniikan soveltaminen, tutkimusprojektit.

Kullekin sairaalfyysikon tutkintoon tähtäävälle opiskelijalle laaditaan henkilökohtainen opintosuunnitelma. Sairaalfyysikon pätevyyden saamiseksi tutkintoon on sisällytettävä omaehtoisia anatomian ja fysiologian opintoja siinä laajuudessa, että voi selviytyä pätevyysvaatimuksissa esitetystä tentistä kliinisen fysiologian ja anatomian kysymyksen osalta. Jatkotutkinnon 40 op opinnot voidaan valita mm. liitteessä 3 mainituista luentokursseista. Jatkotutkintoon voi sisällyttää myös muissa yliopistoissa tai korkeakouluissa luennoitavia alaa tukevia kursseja. Osan kursseista voi myös suorittaa tenttimällä erikseen sovittavan alan oppikirjan.

Teoreettisen ja käytännön koulutuksen tulee kattaa lääketieteellisen fysiikan pääalat:

- I) kliininen fysiologia ja kliininen neurofysiologia,
- II) isotooppilääketiede,
- III) kliininen radiologia ja
- IV) sädehoito ja onkologia

Helsingin yliopiston maisteri- ja tohtoriohjelmissa luennoitavat kurssit kattavat varsin hyvin nämä alat. Jatko-opiskelijoille on tarjolla kursseja, jotka suoraan tukevat sairaalafysiikon ammattiin tähtääviä opintoja. Erikoiskurssit vaihtuvat vuosittain, jolloin alan jatko-opiskelija voi saada tarvittavat opintoviikot suoritetuksi 3-4 vuoden kuluessa. Sairaalafysiikoiden koulutusohjelma on luonteva osa muuta tutkijankoulutusta liittyen lääketieteelliseen fysiikkaan.

Käytännön harjoittelu

Sairaalafysiikon neljän vuoden käytännön harjoittelukaudesta suurimman osan on tarkoitus tapahtua opetussairaalassa erikoistuvan fyysikon toimessa. Perehtyminen toteutuu oppikirjojen, käyttöohjeiden ja muun kirjallisen aineiston avulla, mutta varsinkin käytännön toimintaan itse osallistumalla. Harjoitteluvaiheen tarkoituksena on perehdyttää koulutettava käyttämään itsenäisesti sairaanhoidossa sovellettavia fysikaalisia menetelmiä lääketieteellisen fysiikan neljällä tärkeimmällä osa-alueella. Tarkoitus on, että erikoistuva fyysikko osaa itse käyttää palvelemaansa työpaikan laitteistoja niin hyvin, että hän voi toimia muiden käyttäjien opastajana. Koulutettavan osaamisen tavoitetaso on²:

- On perillä niistä tärkeimmistä tutkimus- ja hoitomenetelmistä, joissa sovelletaan fysiikkaa.
- Pystyy suorittamaan keskeiset laadunvalvontatoimet itse ja pystyy valvomaan niiden suorittamista.
- Ymmärtää säteilyturvallisuuskysymykset syvällisesti ja osaa suorittaa annosmittauksia.
- Tuntee säteilyn käyttöön liittyvän organisaatioselvityksen oman sairaalansa osalta.
- Pystyy osallistumaan uusien laitteiden hankintamenettelyyn.
- Pystyy osallistumaan yksikössä uusien laitteiden vastaanottomenettelyihin.
- Pystyy ottamaan käyttöön uusia tutkimus- ja hoitomenetelmiä ja raportoimaan niistä.
- Hallitsee palvelemaansa yksikön keskeisten laitteiden ja ohjelmistojen käytön.
- Hallitsee jonkin ohjelmointikielen perusteet.
- Pystyy vastaamaan alansa koulutuksesta.
- Tuntee alansa lainsäädännön.
- On perillä sairaalan hallintoon liittyvistä keskeisistä säännöstöistä.

Sairaalafysiikon tulee pystyä itsenäisesti suoriutumaan ko. klinikan fyysikon rutiinitehtävistä, osallistua hallinnollisiin tehtäviin ja pystyä toimimaan alansa asiantuntijana esim. tutkimushankkeissa, tuote- ja menetelmäkehityksessä ja opetuksessa. Pääalojen I-IV käytännön harjoittelun tavoitteet on esitetty liitteessä 4.

²Tavoitteet on hyväksytty Oulun yliopiston asettamassa sairaalafysiikoiden pätevuyslautakunnan kokouksessa 10.10.2003. Nykyinen sairaalafysiikoiden koordinoiva neuvottelukanta vastaa pääsääntöisesti aikaisemman pätevuyslautakunnan tehtävistä.

HUS:n antama käytännön harjoittelu jakautuu kolmeen pääalueeseen:

- 1) alussa tapahtuva perehdytysjakso, jossa käydään läpi sairaalatyöskentelyn yleiset periaatteet ja sairaalafysiikan tehtäväkuvat,
- 2) hallinnon koulutukseen, sisältäen mm. HUS:n organisaatioon, hankintaprosesseihin ja julkaisukäytäntöihin liittyviä asioita,
- 3) varsinainen harjoittelu neljän pääalan mukaisesti: kliininen fysiologia ja kliininen neurofysiologia (KLF ja KNF), isotooppilääketiede, kliininen radiologia (röntgenkuvausmenetelmät, magneettikuvaus, ultraääni), kuvankäsittely sekä sädehoito ja onkologia.

Harjoitteluun ja teoreettiseen koulutukseen liittyvät Helsingin yliopiston ja HUS:n koulutusvaatimukset on kuvattu [liitteessä 5](#).

Säteilyturvallisuusasiantuntija (STA) ja säteilyturvallisuusvastaava (STV)³

Säteilyturvakeskuksen akkreditoinnin saanut koulutusorganisaatio, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, antaa todistuksen pätevydestä. Sairaalafysiikan pätevyys pitää sisällään sekä STA:n että lääketieteellisen fysiikan (LFA) asiantuntijuuden. Nämä puolestaan oikeuttavat toimimaan säteilyturvallisuusvastaavana (STV) terveydenhuollon alalla. Opintoja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon tutkintojen edellyttämät kurssit ja niiden opintopistemäärät (20 op). Edellytettävä käytännön harjoittelu toteutuu sairaalafysiikkoharjoittelun myötä (2 vuotta). Tarvittavat kurssit ovat materiaalfysiikan maisteriohjelmassa lääketieteellisen fysiikan ja biofysiikan linjalla.

Sairaalafysiikkokuulustelu

Sairaalafysiikkokuulustelu testaa kirjallisesti koulutettavan kyvyt soveltaa teoreettista tietoa käytännön työympäristössä. Tutkimus- ja hoitomenetelmät tulee siis tuntea, mutta kysymyksiin vastataan lääketieteellisen fysiikan näkökulmasta. Kuulustelupäivämäärät ja – paikat ovat samat kuin erikoislääkäritenteissä. Nämä tiedot on päivitettyinä netissä.

Kuulusteluun voi osallistua, kun kolme vuotta käytännön harjoittelua on suoritettu. Koulutettavan tulee vähintään kuukautta ennen kuulustelun päivämäärää hakea neuvottelukunnalta kuulustelu-oikeutta, josta käy ilmi

- siihen asti suoritettu käytännön harjoittelu (liitteenä nimikirja ja kouluttajan lausunto harjoittelun sisällöstä)
- Säteilyturvallisuusasiantuntijan muodollinen pätevyys

Neuvottelukunta vastaa tenttikysymyksistä, toimittaa ne tenttiin, ja arvostelee tenttivastaukset. Tentin läpäiseminen edellyttää vähintään 55 %:n kokonaispistemäärää maksimipisteistä sekä vähintään yhtä pistettä (kuudesta mahdollisesta) jokaisen fysiikan tenttikysymyksen vastauksesta. Anatomia ja fysiologian kysymyksestä on saatava vähintään 3/6 pistettä.

³ Näiltä osin laki astuu voimaan helmikuussa 2018.

Lisensiaatin (tai tohtorin) tutkinto

Jatko-opinnot hyväksyy fysiikan laitoksen professori kuultuaan käytännön opetuksesta vastaavaa ylifyysikköä. Tällä varmistetaan, että opinnot liittyvät lääketieteelliseen fysiikkaan. Valtakunnallinen neuvottelukunta voi tarvittaessa antaa lausunnon tarvittavasta jatkokoulutuksesta koskien lääketieteellistä fysiikkaa.

Suosittelava kurssikirjallisuus, perusteita käytännön työhön

- **Fysiologia ja anatomia**

Ihmisen fysiologia ja anatomia (19. painos), Nienstedt, Hänninen, Arstila, Björkqvist, Sanoma pro, 2014.

- **Kliininen neurofysiologia ja fysiologia**

Electric Fields of the Brain, The Neurophysics of EEG. Nunez PL, Srinivasan R, Oxford University Press, 2005

Medical Instrumentation Application and design. Webster JG (ed.), Wiley and Sons, 3. Edition, 1998

- **Isotooppilääketiede & Kliininen radiologia**

Physics in Nuclear Medicine (4th edition). Cherry SR, Sorenson JA, Phelps ME. Elsevier-Saunders, 2012.

The Essential Physics of Medical Imaging (3rd Edition), Jerrold T. Bushberg, J. Anthony Seibert, Edwin M. Leidholdt Jr., John M. Boone, 2012 by Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA

- **Sädehoito ja onkologia**

The Physics of Radiation Therapy, Faiz M. Khan, Third Edition, 2003 by Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA

- **Yleisteoksia, joita voi käyttää oheislukemistona ja alan suomenkieliseen termistöön perehtymiseen.**

Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede, Sovijärvi A, Ahonen A, Hartiala J, Länsimies E, Savolainen S, Turjanmaa V, Vanninen E (toimit.), Kustannus Oy Duodecim, 2003

Kliininen neurofysiologia, Partanen J, Björn F, Hasan J, Jäntti V, Tolonen U, Salmi T, (toimit.), 1. painos, Kustannus Oy Duodecim, 2006

Radiologia, Soimakallio S, Kivisaari L, Manninen H, Svedeström E, Tervonen O (toimit.) WSOY, 2005

Kliininen sädehoito Joensuu H, Ojala A, Kouri M, Teppo L, Tenhunen M (toimit.). Kustannus Oy Duodecim, 2002.

Kliininen säteilybiologia. Lahtinen T, Holsti LR (toimit.), Kustannus Oy Duodecim, 1996

Lääketieteellisen fysiikan opetus

Yliopistolla lääketieteellisen fysiikan opetusta antavat mm.:

FT Anne-Mari Vitikainen, HUS-Kuvantaminen, UÄ

Dos Antti Kosunen, STUK, Dosimetria

Dos Jaana Hiltunen, HUS-Kuvantaminen, Kliininen fysiologia ja neurofysiologia

FT Marjut Timonen, HUS-Kuvantaminen, Magneettikuvantaminen

Dos Mika Korttesniemi, HUS-Kuvantaminen, Radiologia

Dos Mikko Tenhunen, Syöpätautien klinikka, Sädehoidon fysiikka

Dos Outi Sipilä, HUS-Kuvantaminen, Isotooppiagnostiikka

Prof. Sauli Savolainen, HUS-Kuvantaminen (koordinoiva ylifyysikko), Lääketieteellisen fysiikan perusteet, Isotooppiagnostiikka, opintojen ohjaus

Käytännön harjoittelusta vastaavat

HUS yksiköissä käytännön harjoittelusta vastaavat:

Ylifyysikko Dos Mikko Tenhunen, Syöpätautien klinikka

Ylifyysikko, prof. Sauli Savolainen, HUS-Kuvantaminen

(sähköposti: etunimi.sukunimi@hus.fi)

SAIRAALAFYYSIKON KOULUTUKSEN RAKENNE HELSINGIN YLIOPISTOSSA

1. Licensiaatin tai tohtorin tutkintoon sisältyvä erikoistumiskoulutus

Pohjakoulutuksena on ylempi korkeakoulututkinto materiaalfysiikan maisteriohjelmassa, lääketieteellisen fysiikan ja biofysiikan linjalla.

Erikoistumiskoulutus:

1. Alaan liittyvä teoreettinen jatkokoulutus 40 op

Teoreettinen opetus annetaan pääsääntöisesti matemaattis-luonnontieteellisen tiedekunnan dosenttiopetuksena tiedekunnan opinto-oppaassa ja sairaalafysiikan opinto-ohjeissa annettujen ohjeiden mukaisesti. Sairaalafysiikan opinto-ohjeiden sisällön yhdenmukaisuudesta vastaa valtakunnallinen koulutusta koordinoiva neuvottelukunta.

2. Käytännön sairaalafysiikkokoulutus (4 vuoden harjoittelu)

Käytännön harjoittelu tapahtuu pääsääntöisesti yliopistollisessa sairaalassa diagnostiikka- ja terapiayksiköiden ylifysiikkojen ohjauksessa. Harjoittelussa noudatetaan valtakunnallisen koulutusta koordinoivan neuvottelukunnan hyväksymiä määräyksiä.

3. Säteilyturvallisuusasiantuntijan (STA) pätevyys

Säteilyturvakeskuksen akkreditoinnin saanut koulutusorganisaatio, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta, antaa todistuksen pätevyydestä. Mikäli STA on osa sairaalafysiikan tutkintoa, erillistä todistusta STA:n osalta ei tarvita. Sairaalafysiikan pätevyys pitää sisällään sekä STA:n että lääketieteellisen fysiikan (LFA) asiantuntijuuden. Nämä puolestaan oikeuttavat toimimaan säteilyturvallisuusvastaavana (STV) terveydenhuollon alalla.

4. Sairaalafysiikkokuulustelu

Sairaalafysiikkokuulustelun järjestämisestä vastaa sairaalafysiikoiden valtakunnallinen koulutusta koordinoiva neuvottelukunta.

5. Tohtorin tai licensiaatin tutkinto lääketieteellisen fysiikan alalta

Jatko-opinnot hyväksyy fysiikan laitoksen professori kuultuaan käytännön opetuksesta vastaavaa ylifysiikkaa. Tällä varmistetaan, että opinnot liittyvät lääketieteelliseen fysiikkaan.

Valtakunnallinen neuvottelukunta toteaa erikoistumiskoulutuksen suoritetuksi, jonka jälkeen matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta myöntää todistuksen sairaalafysiikan pätevyydestä. Todistus on tohtorin tai licensiaatin tutkintotodistus, josta käy ilmi tutkintoon sisältyvä sairaalafysiikan erikoistumiskoulutus.

2. Licensiaatin tai tohtorin tutkinnon muulta fysiikan alalta kuin lääketieteellisen fysiikan alalta suorittanut

Erikoistumiskoulutus:

Koulutus vastaa muuten luvun 1 koulutuksen rakennetta paitsi

- kohdan 1 korvaa erikseen sovittava määrä lisäopintoja
- kohtaa 5 ei vaadita.

Jatko-opinnot hyväksyy fysiikan laitoksen professori kuultuaan käytännön opetuksesta vastaavaa ylifyysikko. Tällä varmistetaan, että opinnot liittyvät lääketieteelliseen fysiikkaan. Valtakunnallinen neuvottelukunta voi tarvittaessa antaa lausunnon tarvittavasta jatkokoulutuksesta koskien lääketieteellistä fysiikkaa.

Valtakunnallinen neuvottelukunta toteaa erikoistumiskoulutuksen suoritetuksi, jonka jälkeen matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta myöntää todistuksen sairaalafysiikon pätevyydestä.

3. Nimikesuojan hakeminen

Sairaalafysiikon pätevyys virallistetaan hakemalla sairaalafysiikon nimikesuojaa (rekisteröintiä) Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto Valvirasta.

YLIOPISTOJEN SAIRAALAFYYSIKOIDEN ERIKOISTUMISTA KOORDINOIVA NEUVOTTELUKUNTA - TEHTÄVÄT JA KOKOONPANO

Valtakunnallinen sairaalafyysikoiden neuvottelukunta toimii koulutusasioissa yhteistyöelimenä yliopistojen, sairaaloiden, Valviran sekä opetusministeriön välillä. Neuvottelukunta toimii koulutuksen koordinoijana ja huolehtii siitä, että eri yliopistojen antama koulutus on riittävän samankaltaista ammattitutkintoa ajatellen.

Jäsenet

Neuvottelukuntaan kuuluu jäseniä eri alan koulutusyksiköistä ja yliopistollisista sairaaloista, joissa sairaalafyysikon koulutukseen kuuluva käytännön harjoittelu on mahdollista (Helsinki, Turku, Kuopio, Oulu, ja Tampere). Lisäksi tiedekunta pyytää Säteilyturvakeskusta (STUK) nimeämään neuvottelukuntaan edustajan. Neuvottelukunta asetetaan siten, että kaikkien alojen erityistuntemus on edustettuna.

Järjestäytyminen ja päätösvaltaisuus

Neuvottelukunta kokoontuu vähintään kaksi kertaa vuodessa. Neuvottelukunnan kutsuu koolle puheenjohtaja.

Neuvottelukunta valitsee keskuudestaan puheenjohtajan ja varapuheenjohtajan. Neuvottelukunnan nimen kirjoittaa puheenjohtaja yhdessä neuvottelukunnan jonkun jäsenen kanssa.

Neuvottelukunta on päätösvaltainen, kun puheenjohtaja tai varapuheenjohtaja ja vähintään puolet jäsenistä on paikalla.

Toimikausi

Neuvottelukunnan toimikausi on kolme vuotta. Senkin jälkeen neuvottelukunta jatkaa seuraavan neuvottelukunnan nimeämiseen asti.

Tehtävät

Neuvottelukunnan tehtävänä on koordinoida ja kehittää sairaalafyysikon erikoistumiskoulutusta:

- todeta sairaalafyysikon pätevyys ja ilmoittaa se todistuksen antavaan tiedekuntaan
- hyväksyä koulutukseen kuuluvan käytännön harjoittelun koulutuspaikat ja vastuulliset kouluttajat harjoittelua varten
- antaa tiedekunnalle lausunto käytännön harjoittelun riittävydestä
- varmistaa sairaalafyysikon loppukuulustelun säilyminen valtakunnallisesti yhteismitallisena
- osallistua koulutukseen kuuluvien valtakunnallisten tutkijakoulutuskurssien suunnitteluun ja toteuttamiseen
- tehdä ehdotuksia sairaalafyysikon koulutuksen rakenteesta
- tukea ja antaa tarvittaessa lausunnon eri yliopistojen sairaalafyysikon koulutuksen sisällöstä
- koordinoida sairaalafyysikon opinto-oppaan sisältöä eri yliopistoissa.

Helsingin yliopiston fysiikan laitoksen antama teorettinen kurssimuotoinen koulutus lääketieteellisessä fysiikassa.

Edellytyksenä jatko-opinnoille on maisterintutkinnon suorittaminen materiaalitutkimuksen maisteriohjelmassa, lääketieteellisen fysiikan ja biofysiikan linjalla. Kandidutkinto tulee olla suoritettuna fysikaalisten tieteiden ohjelmassa. Yksityiskohtaiset opinto-ohjeet on saatavilla alan professorilta ja sairaalafysiikan pätevyyden omaavilta dosenteilta. Henkilön tulee olla kirjoittautunut MATRENA tohtorikoulutusohjelmaan.

Maisteriohjelman kurssit lääketieteellisen fysiikan ja biofysiikan linjalla on materiaalfysiikan maisteriohjelman sivuilla. Valinnaisista kursseista voi kysyä neuvoa alan professorilta.

Jatkotutkintoon voi sisällyttää esim. seuraavat yliopistolla luennoitavat kurssit:

Vanha Koodi	Uusi Koodi	Kurssin nimi	op
53356	MATR005	Isotooppiagnostiikka	5
530114	MATR006	Kliininen fysiologia ja neurofysiologia	5
530154	MATR007	Kliininen radiologia: röntgentutkimukset	5
530155	MATR008	Magneettikuvantaminen	5
53105	MATR009	Sädehoidon fysiikka I	5
530021	MATR010	Sädehoidon fysiikka II	3
530157	MATR011	Ultraäänitutkimukset	3

Kurssit luennoidaan 2-3 vuoden välein, jolloin opiskelija voi suorittaa 4 vuoden harjoittelujakson aikana kaikki lääketieteellisen fysiikan erikoistumiskurssit. Luennoitavien kurssien luettelo ei ole täydellinen. Jatko-opiskelijan on syytä tarkistaa luennoitavat kurssit vuosittain. Magneettikuvantamiseen ja kuvankäsittelyyn liittyvää teorettista opetusta on mm. Aalto-yliopiston opinto-ohjelmassa. Jatko-opintosuunnitelmaa tehtäessä on syytä keskustella kurssikokonaisuudesta alan opetusta antavien opettajien kanssa.

IA Kliininen fysiologia

1. Elinjärjestelmien fysiologian tuntemus.
Perustiedot keskeisten elinjärjestelmien fysiologiasta ja patofysiologiasta mekanismeista. Näitä keskeisiä elintoimintoja ovat hengitys, verenkierto, tuki- ja liikuntaelimestö, ruuansulatuskanava, munuaiset ja virtsatiet ja autonominen hermosto.
2. Fysiologisten mittausmenetelmien tuntemus.
Teoreettiset tiedot ja käytännön taidot keskeisten tutkimusmenetelmien fysikaalisista ja fysiologisista perusteista. Näitä ovat keuhkofunktio tutkimukset, sydämen elektrofysiologiset tutkimukset, autonomisen hermoston tutkimukset, fysiologiset painemittaukset, pH-mittaukset, pletysmografiat.
3. Biosähköiset elektrodit, anturit ja instrumentaatio.
Mittaamiseen käytettävien antureiden periaatteen ja toiminnan ymmärtäminen. Kyseeseen tulevia antureita ovat paine, ilmanvirtaus, pH, kaasupitoisuus, venymä, voima, lämpötila, kiihtyvyys/liike, sähköiset elektrodit. Lisäksi tulee tuntea antureiden tärkeimmät sovellukset.
4. Fysiologiset signaalit ja signaalinkäsittely.
Perustiedot fysiologisten signaalien ominaisuuksista ja, niiden mittaamisesta. Signaalinkäsittelyn keskeisten matemaattisten menetelmien tuntemus. Suodatus, taajuusanalyysi, Fourier-analyysi, signaalien erilaisten esitysmuotojen tunteminen: aika-, taajuus- ja aika-taajuus-esitys,
5. Mittauslaitteistot ja -ohjelmistot. Laitteiden/ohjelmistojen vastaanotto, käyttö, mittaus- ja analyysiparametrit sekä yleisimmät vika- ja häiriötilanteet. Mittauksiin liittyvien ohjelmistojen tiedon tallennuksen ja varmuuskopioinnin peruseriaatteiden ymmärtäminen. Laadunvarmistus. Käytettyjen menetelmien laadunhallinta. Laitteiden kalibrointi, tarkkuustason ymmärtäminen.
6. Laatukäsikirjaan perehtyminen. Mahdollisen laatu järjestelmän tuntemus.
7. Potilasturvallisuus. Fysiologisissa mittauksissa käytettävien menetelmien potilasturvallisuus.

IB Kliininen neurofysiologia

1. Tärkeimpien tutkittavien elinjärjestelmien neuroanatomian ja fysiologian tuntemus.
Sellaisia ovat erityisesti aivot, muu keskushermosto, ääreishermosto, aisti- ja tasapainojärjestelmät ja lihastoiminta.
2. Yleisimpien sähköisten tutkimusten teoreettinen tausta ja käytännön rekisteröintitekniikka.
Sellaisia ovat EEG (sis. ambulatoriset-, pitkäaikais- ja SEEG-rekisteröinnit), ENG eli neurografia, EMG eli elektromyografia.
3. Uni- ja vireystilatutkimukset (polygrafi, aktigrafia, MSLT, MWT)
4. Herätepotentiaalit (SEP, MEP, VEP, BAEP, ERG, ERP).
5. (Navigoitu) transkraniaalinen magneettistimulaatio
6. Tuntokynnys- eli QST-mittaukset: kuuma/kylmätunto, kuuma/kylmäkipu, taktilituntokynnys ja värinäntuntokynnys.
7. Pääperiaatteet kl. neurofysiologian erikoistekniikoista (MEG, lähteenpaikannus, IOM eli leikkauksenaikainen monitorointi, DBS eli syväaivostimulaatio).
8. Signaalinkäsittely. Perustiedot neurofysiologisten signaalien ominaisuuksista ja niiden mittaamisesta. Suodatukset. Signaalien erilaisten esitysmuotojen tunteminen: aika-, taajuus- ja aika-taajuus-esitys, komponenttianalyysit (mm. ICA), trendit (mm. aEEG).
9. Häiriöiden kytkeytyminen ja poisto. Häiriöiden ja kohinan muodostumisen ymmärtäminen ja käytännön toimien hallinta ongelmien poistamiseksi.

10. Lääkintälaitteistot ja erikoisohjelmistot. Laitteiden/ohjelmistojen vastaanotto, käyttö, mittaus- ja analyysiparametrit sekä yleisimmät vika- ja häiriötilanteet. Mittauksiin liittyvien ohjelmistojen tiedon tallennukseen ja varmuuskopiointiin perehtyminen.
11. Potilasturvallisuus. Sähköturvallisuuteen liittyvien kysymysten hallinta potilasmittauksissa
12. Käytettyjen menetelmien laadunvalvonta. Laadunvalvontamenetelmät ja -mittaukset, laitteiden kalibroinnit, tarkkuustason ymmärtäminen.
13. Laatukäsikirjaan perehtyminen. Mahdollisen laatu järjestelmän tuntemus.

II Isotooppilääketiede

1. Säteilylajit sekä säteilyn ja aineen vuorovaikutukset.
Radioaktiivisen hajoamisen yhteydessä syntyvien säteilylajien tuntemus. Valosähköisen absorption, Compton-sironnan ja jarrutussäteilyn merkitys.
2. Säteilyilmaisimet ja säteilyn havainnointi.
Gammakameran, erillisten säteilyilmaisimien ja gammalaskurin toiminnan ymmärtäminen ja niiden käyttötaito. Mittausgeometrian, sironnan, vaimennuksen, taustasäteilyn, kollimoinnin ja pulssistatistiikan käsitteiden ja vaikutusten ymmärtäminen.
3. PET-TT ja SPECT-TT -laitteiden perusteet
4. SPECT-TT ja PET-TT -laitteiden vastaanottomittaukset
5. Aktiivisuusmittareiden toiminta ja laadunvalvonta
6. Kontaminaatio- ja annosnopeusmittareiden laadunvalvonta
7. Teknetiumgeneraattorin toiminnan ymmärtäminen
8. Yleisimmät isotooppitutkimukset, niiden analysointi ja niissä käytetty mallinnus
Radiokemian ja -farmasian yleisperiaatteita: radiolääkkeet, radiokemiallisen puhtaus, radiolääkkeiden kertymämekanismit
9. Yleisimmät käytetyt radionuklidit ja merkkiaineet
10. MIRD-formalismien tuntemus.
11. Isotooppihoidot: yleisimpien hoitomuotojen hallinta, potilasdosimetria ja kotiuttamisohjeet.
12. Säteilyturvallisuus:
Säteilyn käyttöorganisaatio, lainsäädäntö ja viranomaisohjeet, isotooppilaboratorion turvallisuusohjeet, potilaan annoksen arviointi
13. Laboratorion laatukäsikirja ja tutkimusohjeet

III Kliininen radiologia

1. Kuvantamisen yleisperiaatteet
2. Säteilylajit sekä säteilyn ja aineen väliset vuorovaikutukset, erityisesti röntgensäteilyn osalta (klassinen sironta, valosähköinen absorptio ja Comptonin sironta)
3. Röntgenlähteen rakenne, röntgenputki ja generaattori
4. Röntgensäteilyn laatu ja sen merkitys kuvasignaalin muodostamisessa mukaan lukien varjoaineet
5. Digitaalinen kuvantaminen, informatiikka ja tietojärjestelmät
6. Röntgenkuvausmodaliteetit: natiiviröntgen, mammografia, tietokonetomografia (TT) ja kartiokeila-TT, läpivalaisu ja angiografia, hammasröntgenkuvaus (intraoraali ja panoramatomografia), kaksoisenergiakuvaus ja luun mineraalipitoisuuden mittausmenetelmät
7. Magneettikuvaus (MK/MRI): laitteiden periaatteiden hallinta, yleisimpien kuvaussekvenssien tuntemus, potilasturvallisuus, häiriöiden syntymekanismien tunteminen. Anatominen, dynaaminen, funktionaalinen kuvaus ja spektroskopia. Kelojen erityispiirteet.

8. Ultraääni (UÄ): Perustiedot ultraäänilaitteisiin liittyvästä fysiikasta ja tekniikasta: ultraäänipulssien muodostaminen laitteissa, äänen eteneminen ja vuorovaikutusmekanismit kudoksissa. Perustiedot diagnostisesta uä-laitteesta ja – antureista, niiden toiminnasta ja käyttäjän ulottuvilla olevista perussäädöistä sekä artefaktoista. Laitteisiin liittyvät kansainväliset turvallisuus-, tekniset- ja laadunvarmistusstandardit ja – suositukset sekä hygieniaohjeistus. Laitteiden vastaanoton ja käytönaikaisen laadunvarmistuksen hallinta.
9. Kuvanlaatu ja sitä kuvaavat parametrit radiologiassa
10. Kuvankäsittely: suodatukset, intensiteettioperaatiot, segmentointi, kuvafuusio, visualisointitekniikat, yleisimmät käytetyt ohjelmistot
11. Laadunhallinta radiologiassa: Laatu järjestelmän tuntemus, työohjeiden tuntemus, laadunvarmistus ja laadunvalvonta (laadunvalvontamittaukset, mittarit ja seurantamenetelmät).
12. Säteilyturvallisuus.
Oman sairaalan säteilyn käyttöorganisaation, lainsäädännön ja ST-ohjeiden sekä oman yksikön turvallisuusohjeiden tunteminen. Henkilökunnan käytännön säteilysuojausten hallinta. Potilaan annoksen ja säteilyriskin arviointi, kokeelliset ja laskennalliset dosimetriamenetelmät.

IV Sädehoito ja onkologia

1. Syöpäsairauksien tuntemus yleisellä tasolla.
2. Säteilylajit sekä säteilyn ja aineen vuorovaikutus.
Eri säteilylajien tuottaminen ja niiden käyttäminen sädehoidossa. Säteilylajien joukossa ovat korkeaenerginen foton- ja elektronisäteily, gammasäteily, röntgensäteily, neutronisäteily eri energia-alueilla ja raskaat hiukkaset.
3. Dosimetrian teoria ja laitteet.
Dosimetristen suureiden ja mittaamisen perusteisiin kuuluvan fysiikan ymmärtäminen. Taidot suorittavat annosmittauksia erilaisin mittausratkaisuilla (ionisaatiomittarit, TLD) sekä suhteellisenä että absoluuttisina. Potilasmittausten suorittaminen.
4. Ulkoisen sädehoidon laitteet kuten lineaarikiihdyttimet ja käytettävät menetelmät ja hoidon toteutus. Erityisesti säteilyn tuottoon vaikuttavien seikkojen ja komponenttien ymmärtäminen hoitopäässä. Hoitoprosessin hallinta sen kaikkine vaiheineen.
5. Sisäisen sädehoidon laitteet, menetelmät ja hoidon toteutus.
Korkean ja matalan annosnopeuden hoidot ja niihin liittyvä annossuunnittelu.
6. Isotooppihoitojen tuntemus yleisellä tasolla.
7. BNCT-hoitomuodon tunteminen yleisellä tasolla.
8. Hoidon suunnittelu, tietojärjestelmät, siirrettävät kuvat ja niiden siirtoformaatit, TT, Annossuunnittelu. Hoitokonetietojen syöttäminen järjestelmään. Annoslaskenta-algoritmien tuntemus. Osattava laatia hoitosuunnitelmia kehon eri osille. Biologisten mallien ymmärtäminen.
9. Simulaattoritoiminta ja sädehoidon kohdistamiseen liittyvä kuvantaminen
Periaate ja käyttö, suunnitelman siirto potilaaseen, tietoverkkoyhteydet, kuvien talletus ja siirto.
10. Verifiointijärjestelmä.
Periaate ja käytännön toiminta
11. Muottihuonetoiminta, potilastukijärjestelmät, suojavalut, kompensattorit
12. Sädehoitoon liittyvä mallinnus. Keskeisimmät menetelmät.
13. Kliininen säteilybiologia.
14. Laadunvarmistus.
Perehtyminen kaikkien laitteiden ja menetelmien laadunvarmistukseen. Yksikön laatu järjestelmän tuntemus

15. Säteilyturvallisuus.

Oman sairaalan säteilyn käyttöorganisaation, lainsäädännön ja ST-ohjeiden sekä oman yksikön turvallisuusohjeiden tunteminen. Henkilökunnan käytännön säteilysuojausten hallinta. Potilaan annoksen arviointi.

Helsingin yliopiston ja HUS:n
SAIRAALAFYYSIKON KOULUTUSKALENTERI
YHTEENVETO

Perehdytysjakso <input type="checkbox"/> Sairaalaympäristöön perehdyttäminen <input type="checkbox"/> Työkierron perusteet ja aikataulu <input type="checkbox"/> Salassapitovelvoitteet <input type="checkbox"/> Potilasturvallisuus <input type="checkbox"/> Tietotekniikka ja tietoverkot	Hallinnon koulutus <input type="checkbox"/> Organisaatio <input type="checkbox"/> Säteilyn käyttö ja vastuut <input type="checkbox"/> Henkilöstöhallinto <input type="checkbox"/> Laitteiden hankintaprosessit <input type="checkbox"/> Meeting –toiminta <input type="checkbox"/> PACS <input type="checkbox"/> Tieteellinen toiminta ja Vancouver –säännöstö
Toimintalinjakohtainen koulutus ja sen kesto <input type="checkbox"/> ___kk Biosignaalit <input type="checkbox"/> ___kk Funktionaalinen ja metabolinen kuvantaminen <input type="checkbox"/> ___kk Kuvankäsittely <input type="checkbox"/> ___kk Magneettikuvaus <input type="checkbox"/> ___kk Röntgentutkimukset <input type="checkbox"/> ___kk Säteihoito ja Onkologia ___kk Käytännön harjoittelun kesto yhteensä	Teoreettinen koulutus <input type="checkbox"/> 40 op lääketieteellisen fysiikan opintoja <input type="checkbox"/> Väitöskirja tai liseniaattityö <input type="checkbox"/> Säteilyasiantuntijan tutkinto <input type="checkbox"/> Sairaalfyysikkotentti

Teoreettinen koulutus

40 op lääketieteellisen fysiikan opintoja

Kurssin nimi	Opintoviikkomäärä	Suorituspaikka	Suoritus pvm
Yhteensä op			

Väitöskirja tai liseniaattityö

Työn nimi	
Työn laatu	
Työn ohjaajat	
Työn suorituspaikka	
Rekisteröintipäivämäärä	
Hyväksymispäivämäärä	

Säteilyasiantuntijan tutkinto

Suorituspäivämäärä	
Suorituspaikka	

Sairaalfyysikkotentti

Suorituspäivämäärä	
--------------------	--

PEREHDYTYSJAKSO

Sairaalaympäristöön perehdyttäminen

- Lokaaliympäristön ja rutiinotoimintamallien esittely
- Työvaatetus, käyttöoikeudet tietoverkkoon
- Avaimet, toimitilat
- Toimintalinjojen esittely

Työkierron perusteet ja aikataulu

- Sairaalaafyysikkokoulutuksen opinto-opas
- Sairaalaafyysikkokoulutuksen käytännön harjoittelun tavoitteet ja kulku

Salassapitovelvoitteet

- Laki, säädökset, määräykset
- Potilastiedon siirtoon liittyvät rajoitukset
- Sairaalan/Toimialueen/Liikelaitoksen sisäisiin dokumentteihin liittyvät salassapitovelvoitteet
- Seuraukset velvoitteiden täyttämättä jättämisestä

Potilasturvallisuus

- Potilastietoturva
- Vastuut ongelmatilanteissa
- Toimintalinjakohtaiset tekniset turvallisuusnäkökohdat

Tietotekniikka ja tietoverkot

- Organisaation tietoverkkorakenne
- Organisaation vakioidut käyttöjärjestelmät
- Tiedonsiirto
- Varmuuskopiontitekniikat
- Intranet tietolähteenä

Organisaatio

- Organisaatorakenne
- Keskeinen strategia
- Toiminnan perustana olevat arvot
- Budjetin rakenne
- Yleis- ja ohjekirjeet

Säteilyn käytön vastuuorganisaatio

- Organisaation rakenne ja vastuun jakautuminen
- Voimassa olevat turvallisuusluvat

Henkilöstöhallinto

- Fyysikon asema henkilöstökartalla
- Tulokortti
- Sivutoimiluvat

Laitteiden hankintaprosessit

- Tarjouspyyntö
- Jääviydet ja tarjouksiin liittyvä salassapitovelvollisuus
- Tarjousten käsittely
- Hankintaesitys, ja -päätös
- Hankinta
- Vastaanotto ja käyttöönotto

Meeting-toiminta

- Yleisperiaatteet

PACS

- Kuva-arkiston rakenne
- Kuva-arkiston käyttö ja siihen liittyvät ohjelmistot
- Tietoturva

Tieteellinen toiminta ja Vancouver-säännöstö

- Tutkimuslupajärjestelmä
- Eettisen toimikunnan tehtävät ja kokoonpano
- Tutkimusrahoitus
- Vancouver-säännöstö

BIOSIGNAALIT (KNF & KLF)

Mittausmenetelmät

Kliinisen neurofysiologian mittausmenetelmät <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> EEG:n peruseriaatteet<input type="checkbox"/> MEG:n peruseriaatteet<input type="checkbox"/> VEEG, AEEG, SEEG, DC-EEG<input type="checkbox"/> Biosähköiset anturit ja elektrodit, mittaustekniikka<input type="checkbox"/> SQUID-anturit<input type="checkbox"/> Vahvistimet<input type="checkbox"/> 10-20-järjestelmä, elektrodien digitointi<input type="checkbox"/> Uni- ja vireystilatutkimukset (polygrafia, MSLT, MWT, aktigrafia)<input type="checkbox"/> IOM<input type="checkbox"/> TMS, DBS<input type="checkbox"/> Herätevastetutkimukset (SEP, BAEP, VEP, MEP)<input type="checkbox"/> ENMG<input type="checkbox"/> QST (tuntokynnysmittaukset)	Kliinisen fysiologian mittausmenetelmät <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Keskeisimmät keuhkofunktio tutkimukset<input type="checkbox"/> Keuhkofunktio tutkimusten laitteet<input type="checkbox"/> EKG<input type="checkbox"/> MKG<input type="checkbox"/> Autonomisen hermoston tutkimukset<input type="checkbox"/> Verenpaineen mittausta<input type="checkbox"/> Kaasuanalysaattorien toimintaperiaatteet <input type="checkbox"/> Energia-aineenvaihdunnan tutkimukset<input type="checkbox"/> Ruuansulatuskanavan tutkimukset
---	---

Signaalin synty ja käsittely

Signaalin muodostus <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> EEG/EKG –signaalin muodostus<input type="checkbox"/> MEG/MKG –signaalin muodostus<input type="checkbox"/> Keuhkofunktiosignaalin muodostus<input type="checkbox"/> Rekisteröintitekniikka ja mittausparametrit <input type="checkbox"/><input type="checkbox"/> Signaalin näytteenottotaajuus<input type="checkbox"/> Signaalin vahvistus<input type="checkbox"/> Signaalin keräys/näytteistys	Signaalin analysointi ja tulkinta <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Kytkennät (referentiaalinen, bipolaarinen)<input type="checkbox"/> Suodatus <input type="checkbox"/> Signaalien esitysmuodot (aika-, taajuus-, aika-taajuus-esitys)<input type="checkbox"/> Kliininen käyttö, normaali/poikkeava aivosähkökäyrä<input type="checkbox"/> Analysointiohjelmit ja -parametrit <input type="checkbox"/> Lähteenpaikannus (dipolimallit)
---	--

Potilasturvallisuus ja laadunvalvonta

Potilasturvallisuus <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Laitteiden vastaanotto<input type="checkbox"/> Maattaminen<input type="checkbox"/> Potilaaseen tehtävät sähköiset kytkennät<input type="checkbox"/> Laitteiden sähköinen luokittelu<input type="checkbox"/> Potilastietoturva ja salassapitovelvollisuus	Laadunvalvonta <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Differentiaaliahvistimen laadunvalvonta <input type="checkbox"/> Polygrafialaitteiden laadunvalvonta<input type="checkbox"/> Häiriöiden kytketymismekanismit ja niiden poisto<input type="checkbox"/> Tutkimusten vakiointi<input type="checkbox"/> Laatukäsikirjaan perehtyminen
--	--

Kirjallisuus

<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Partanen J, Falck B, Hasan J, Jäntti V, Tolonen U, Salmi T (toim.) Kliininen neurofysiologia, Kustannus Oy Duodecim, 2006<input type="checkbox"/> Sovijärvi A, Uusitalo A, Länsimies E, Vuori I (toim.) Kliininen Fysiologia. Duodecim, Jyväskylä, 1994<input type="checkbox"/> Nunez PL, Srinivasan R, Electric Fields of the Brain, The Neurophysics of EEG. Oxford University Press, 2005<input type="checkbox"/> Webster JG (toim) Medical Instrumentation Application and design. Wiley and Sons, 4. Edition, 2009

<p>Mittausmenetelmät</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Säteilylajit<input type="checkbox"/> Säteilyilmaisimet, säteilyn havainnointi<input type="checkbox"/> Sironta, vaimentuminen sekä mittausgeometrian ja taustasäteilyn vaikutus<input type="checkbox"/> Kollimointi ja sen merkitys<input type="checkbox"/> Gammakameran toiminta<input type="checkbox"/> SPECT-TT-laitteiston toiminta<input type="checkbox"/> PET/TT-kameran toiminta<input type="checkbox"/> Aktiivisuusmittarin toiminta<input type="checkbox"/> Kontaminaatio- ja annosnopeusmittaukset<input type="checkbox"/> Teknetiumgeneraattorin toiminta<input type="checkbox"/> Galliumgeneraattorin toiminta <p>Laadunvarmistus</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Gamma-kameran laadunvalvonta<input type="checkbox"/> SPECT-laadunvalvonta<input type="checkbox"/> PET-laadunvalvonta<input type="checkbox"/> TT-laadunvalvonta, kun ainoastaan vaimennuskorjaus- ja lokalisaatiokuvauksia<input type="checkbox"/> TT-laadunvalvonta, kun diagnostisia kuvauksia<input type="checkbox"/> Aktiivisuusmittarin laadunvalvonta<input type="checkbox"/> Kontaminaatio- ja annosnopeusmittarin laadunvalvonta	<p>Kuvalaskenta ja kuvankäsittely</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> DICOM-standardin perusteet<input type="checkbox"/> tasokuvaus ml. kokokehokuvaus<input type="checkbox"/> FBP- ja iteratiivinen rekonstruktio, suodatus<input type="checkbox"/> SPECT: vaimennuskorjaus ja sirontakorjausmenetelmät, kollimaattorikorjauksen vaikutus<input type="checkbox"/> PET: detektoinnin normalisaatio, satunnaisten koinsidenssien korjaus, sironta-, vaimennus- ja kuolleen ajan korjaus<input type="checkbox"/> PET: kvantitointi, SUV<input type="checkbox"/> Radiolääkkeen kinetiikan mallintamisen perusteet<input type="checkbox"/> Dynaamiset tutkimukset<input type="checkbox"/> Yleisimmät kuvaus- ja kuva-analysitekniikat mm. sydänperfuusion, tyvitumakkeiden ja munuaisfunktion tutkimuksissa<input type="checkbox"/> Kuvien kohdistusmenetelmät ja kuvafuusio <p>Säteilyturvallisuus ja säteilybiologia</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Yleisimmät käytetyt radionuklidit ja merkkiaineet<input type="checkbox"/> Säteilysuojelun perusteet<input type="checkbox"/> Käytännön säteilysuojelutoimenpiteet isotooppiyksikössä<input type="checkbox"/> Isotooppihoidot: turvallisuuskysymykset, dosimetria<input type="checkbox"/> MIRD-menetelmän perusteet<input type="checkbox"/> Säteilylaki ja viranomaissäädökset
---	---

Kirjallisuus

- Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede, Sovijärvi A, Ahonen A, Hartiala J, Länsimies E, Savolainen S, Turjanmaa V, Vanninen E (toimit.), Kustannus Oy Duodecim, 2003
- Physics in Nuclear Medicine (4th edition). Cherry SR, Sorenson JA, Phelps ME. Elsevier-Saunders, 2012.
- Nuclear Medicine Physics: A Handbook for Teachers and Students, International atomic energy agency Vienna, IAEA, 2014 Printed by the IAEA in Austria December 2014 STI/PUB/1617
- [Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja, Säteilyturvakeskus \(STUK\), julkaistu internetissä: <http://www.stuk.fi/julkaisut/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja>](http://www.stuk.fi/julkaisut/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja)

Yleistä

- Digitaalinen kuva ja siihen liittyvät peruskäsitteet: resoluutio, kontrasti, kohina, histogrammi, reuna, hahmo, tekstuuri
- Aritmeettiset kuvaoperaatiot
- Interpolointimenetelmät ja kuvan uudelleennäytteistys

Suodatus, kuvanparannus

- Kohinanpoisto: konvoluutio, lineaarinen ja epälineaarinen suodatus, bayesiläinen kuvanparannus
- Kontrastin parannus: histogrammin käsittely, ikkunointi, gammakorjaus
- Reunanparannus
- Epätasaisen taustan korjaus

Morfologiset operaatiot

- Muokkauselementit (structuring elements)
- Eroosio, dilaatio, avaaminen, sulkeminen
- Täyttö, ohennus, keskiakseli, komponenttien leimaus

Kuvapiirteiden tunnistus

- Reunantunnistus: Sobel, Prewitt, Roberts, Canny, Laplacian of Gaussian
- Kulmantunnistus
- Alueentunnistus (blob detection)

Luokittelu ja segmentointi

- Segmentoinnin sovellukset radiologiassa, kvantitatiivinen kuva-analyysi
- Kohinan, artefaktojen ja osittaistilavuusilmiön merkitys
- Kuvamomentit
- Kuvamuunnokset: Fourier, Hough, Radon, Wavelet, Watershed, etäisyysmuunnos
- Yli- ja alisegmentointi
- Aluepohjaiset menetelmät
- Reunanhakuun perustuvat menetelmät
- Aktiiviset reunakäyrät,
- Mukautuvat mallit ja atlas-pohjainen segmentaatio
- Segmentointi piirreavaruudessa; ohjattu ja ohjaamaton luokittelu, klusterointimenetelmät
- Bayesiläinen luokittelija, Gaussinen sekoitemalli, EM-algoritmi
- Markovin satunnaiskentät ja niiden optimointi: ICM, Gibbs sampler, simuloitu jäähtytys
- Piirteiden vähennys, esim. pääkomponenttianalyysi
- Koneoppiminen: Tukivektori-kone, päätöspuut, neuroverkot

Kuvakohdennus ja normalisointi

- Atlakset ja standardikoordinaatit (MNI, Talairach)
- Kuvakohdennuksen lajit
- Kuvakohdennuksen sovellukset
- Spatiaaliset muunnokset: jäykkä, affiini, splini, ...
- Kohdennuksen alustus
- Interpolointi ja uudelleennäytteistys
- Samankaltaisuusmetriikat: erotusten neliöiden summa, normalisoitu korrelaatio, keskinäisinfomaatio, kappastatistiikka
- Optimointimenetelmät: gradienttimenetelmä, Powell, Amoeba

2D ja 3D-visualisointi

- Väriavaruudet ja värikartat
- Renderointitekniikat: pinta- ja tilavuuspohjaiset menetelmät, MIP, summa-projektio
- Sävytysmenetelmät, valaistusmallit, heijastusmallit
- Virtuaaliendoskopia
- Stereoskooppinen visualisointi

Rakenteellinen ja funktionaalinen analyysi

- Esikäsittely
- Lineaarinen malli
- SPM ja VBM –menetelmät
- Yksilö- ja ryhmätason analyysit

Validointi

- Perustotuuden (ground truth) muodostaminen
- Menetelmät segmentoinnin ja kuvakohdennuksen tarkkuuden arviointiin
- Opetus- ja testidata, outlier -tunnistus, robustisuus

Ohjelmistot, kuvien tallennus ja siirto, tiedostoformaattit

- Tiedostoformaattit (DICOM, NIFTI), formaattimuunnokset
- Kvantamisdatan deidentifointi (anonymisointi)
- Kuvien siirto tietoverkossa (DICOM, FTP/SCP)
- Kuvadatan tallennus
- Yksikössä kliinisessä käytössä olevat ohjelmistot
- Palautuvat ja palautumattomat tiivistysmenetelmät
- Työkalut ja kirjastot kuvadatan katseluun, käsittelyyn ja nopeaan prototyypitykseen esim. 3D Slicer, Matlab, SPM, FSL, FreeSurfer, Pytho, SimpleITK

Kirjallisuus

- Sonka, Hlavac, Boyle: Image Processing, Analysis and Machine Vision
- Tonnies: Guide to Medical Image Analysis
- Paragios, Duncan, Ayache: Handbook of Biomedical Imaging

Keskeiset laatusuureet – määritelmät, todentaminen/mittaus, tulosten analysointi ja suositukset

Dosimetriset suureet <input type="checkbox"/> CTDI _{vol} <input type="checkbox"/> DLP <input type="checkbox"/> SSDE <input type="checkbox"/> Elinannokset, mm. MGD <input type="checkbox"/> Efektiivinen annos <input type="checkbox"/> Annosprofiili <input type="checkbox"/> ESD <input type="checkbox"/> DAP	Kuvanlaadun suureet ja ominaisuudet <input type="checkbox"/> Kohina ja kohinan tehospektri <input type="checkbox"/> Kontrasti <input type="checkbox"/> Resoluutio ja modulaation siirtofunktio <input type="checkbox"/> Detektorin annosindeksi ja TT-lukujen lineaarisuus <input type="checkbox"/> Kuvakentän tasaisuus <input type="checkbox"/> Leikepaksuus (z-sensitivity) <input type="checkbox"/> Geometrinen tarkkuus <input type="checkbox"/> Artefaktat
Tekniset laatukriteerit <input type="checkbox"/> Potilaspöydän liikkeen ja kentänkohdistuksen tarkkuus <input type="checkbox"/> Putkivirta, kuvausaika sekä mAs tarkkuus ja lineaarisuus <input type="checkbox"/> Gantryn kallistuskulma <input type="checkbox"/> Sähköturvallisuus <input type="checkbox"/> Mekaaninen turvallisuus <input type="checkbox"/> Fokuksen koko <input type="checkbox"/> Putkijännitteen tarkkuus (kV) ja HVL	Johdannais- ja toimintasuureet <input type="checkbox"/> Kvanttitehokkuus (DQE) ja havaittavuus (detectability) <input type="checkbox"/> Signaali-kohinasuhde (SNR) <input type="checkbox"/> Kontrasti-kohinasuhde (CNR) <input type="checkbox"/> Geometrinen tehokkuus <input type="checkbox"/> Pitch <input type="checkbox"/> Kuva-ala (FOV)

Kuvausmenetelmien perusteet

- Röntgensäteilyn tuotto, röntgenputki ja projektiokuvan muodostus
- Detektorimateriaalit ja -rakenne
- Leikekuvauksen periaate ja kontrastin syntyminen
- Suoradigi- ja monileike-TT-laitteiden tekniikka ja erityispiirteet
- Vaimennusprofiilin muodostuminen
- Fourier slice -teoreema ja suodatettu takaisinprojisointi
- Iteratiiviset rekonstruktio menetelmät
- 2D- ja 3D-kuvatdan visualisointitekniikat (kynnystys, SR, VR, PR, MIP, MPR)

Dosimetria radiologiassa

- Annosjakauma perinteisessä projektiokuvantamisessa vs tietokonetomografiassa
- Annokseen vaikuttavat tekijät (kuvausparametrit, sironta)
- Annosmittaukset ja potilasannosten määrittäminen käytännössä
- Vertailutasot, tyypilliset annokset ja suuria annoksia tuottavat sovellukset (läpivalaisu, angiografia, TT)
- Annosten optimointi (kVp ja mA-modulointi, suodatus, hilavalinnat, low-dose protokollat)

Modaaliitteet ja niihin liittyvät kliiniset sovellukset

- Natiiviröntgenkuvaus
- Mammografia
- Läpivalaisu ja angiografia
- Tietokonetomografia (TT) ja kartiokeila-TT
- Hampaiden röntgenkuvaustekniikat (intraoraali, panoramatomografia ja hammas-KKTT)
- Kaksoisenergiakuvaus ja luuston mineraalipitoisuuden mittaustekniikat
- Funktionaaliset tutkimukset
- Hybridilaitteet ja fuusiokuvantaminen (mm. CT-PET).
- HUS-Kuvantamisen toiminta, tutkimusmäärät, laitekanta ja laadunvarmistusohjelma

Kirjallisuus

- The Essential Physics of Medical Imaging (3rd Edition), Jerrold T. Bushberg, J. Anthony Seibert, Edwin M. Leidholdt Jr., John M. Boone, 2012 by Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA
- Computed Tomography: Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications, 3rd Edition, W. A. Kalender, Wiley, 2011.
- [Säteily- ja ydinturvallisuus –kirjasarja, Säteilyturvakeskus \(STUK\), julkaistu internetissä: http://www.stuk.fi/julkaisut/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja](http://www.stuk.fi/julkaisut/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja)
- Computed Tomography: Principles, Design, Artifacts, and Recent Advances, Third Edition, J. Hsieh, SPIE, 2015.

<p>Magneettikuvauksen periaatteet</p> <input type="checkbox"/> Ydinmagneettinen resonanssi <input type="checkbox"/> RF-viritys ja signaalin muodostuminen <input type="checkbox"/> Relaksaatioajat T1 ja T2, spintiheys <input type="checkbox"/> Paikkalokalisatio <input type="checkbox"/> Signaalin keruu ja rekonstruktio <input type="checkbox"/> Kuvausparametrit (TR, TE, TI, FOV, NEX,...) <input type="checkbox"/> Kuvaussekvenssit	<p>Tekniikka</p> <input type="checkbox"/> Magneettikuvauslaitteen rakenne ja toimintaperiaate <input type="checkbox"/> Kelatyypit ja niiden käyttö <input type="checkbox"/> Magneettikuvauslaitteen peruskäyttö <input type="checkbox"/> Magneettikuvauslaitteympäristön kuva- ym. tietoliikenne <input type="checkbox"/> Hankintaprosessi
<p>Turvallisuus</p> <input type="checkbox"/> Turvallisuusasioiden periaatteet: magneetikentän, gradienttikenttien ja RF-säteilyn vaikutukset <input type="checkbox"/> Potilaassa oleviin implanteihin liittyvät turvallisuusasiat <input type="checkbox"/> Sairaalaympäristössä olevien laitteisiin ja apuvälineisiin liittyvät turvallisuusasiat <input type="checkbox"/> Turvallisuusnäkökohdat magneettiyksikön tilojen suunnittelussa ja hallinnassa <input type="checkbox"/> Vaaratilanteissa toimiminen ja niistä raportointi	<p>Laadunvalvonta ja kuvanlaadun suureet</p> <input type="checkbox"/> Rutiinilaadunvalvontamittaukset <input type="checkbox"/> Laajemmat, pitkän aikavälin laatumittaukset <input type="checkbox"/> Uuden laitteen vastaanottotarkastus <input type="checkbox"/> Signaali-kohinasuhde <input type="checkbox"/> Kontrasti <input type="checkbox"/> Resoluutio <input type="checkbox"/> Artefaktat <input type="checkbox"/> Kuva-alan tasaisuus <input type="checkbox"/> Leikepaksuus <input type="checkbox"/> Geometrinen tarkkuus leiketassossa <input type="checkbox"/> Leikkeen sijainti

<p>Potilaskuvaukseen liittyviä asioita</p> <input type="checkbox"/> Erityyppiset tutkimukset: anatominen, dynaaminen, angio, funktionaalinen <input type="checkbox"/> Kuvaussekvenssin ja -parametrien valinta erilaisissa kliinisissä kuvaustilanteissa <input type="checkbox"/> Potilasasettelu <input type="checkbox"/> SAR:n hallinta <input type="checkbox"/> Artefaktojen minimointi <input type="checkbox"/> Saturaatiotekniikat
<p>Funktionaaliset tutkimukset ja spektroskopia</p> <input type="checkbox"/> Aktivaatiotutkimukset (BOLD fMRI) <input type="checkbox"/> Diffuusio <input type="checkbox"/> Perfuusio <input type="checkbox"/> Spektroskopia <input type="checkbox"/> Datan jälkikäsitteily ja tulostus

<p>Kirjallisuus</p> <input type="checkbox"/> Joseph P. Hornak, The Basics of MRI. www.cis.rit.edu/htbooks/mri <input type="checkbox"/> David D. Stark & William G. Bradley, Jr, Magnetic Resonance Imaging, 3 rd ed, Mosby, 1999. <input type="checkbox"/> McRobbie et al. MRI From Picture to Proton, Cambridge University Press, 2. edition, 2007 <input type="checkbox"/> Paul Tofts (Ed.), Quantitative MRI of the brain: Measuring Changes Caused by Diseases, John Wiley & Sons, 2003 <input type="checkbox"/> Robin DeGraaf, In Vivo NMR Spectroscopy: Principles and Techniques, Wiley, 1998

ULTRAÄÄNITUTKIMUKSET

Ultraäänikuvantamisen periaatteet <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Pietsosähköisen kiteen toimintaperiaate<input type="checkbox"/> Äänen eteneminen ja vuorovaikutusilmiöt kudoksissa<input type="checkbox"/> Kuvasignaalin muodostuminen, vahvistus, keräys ja kuvan muodostus näytölle<input type="checkbox"/> Kohina ja välke kuvassa<input type="checkbox"/> Artefaktat<input type="checkbox"/> Doppler-signaalin muodostuminen<input type="checkbox"/> Perussäädöt ja niiden vaikutus kuvaan tai signaaliin<input type="checkbox"/> Kuvausmoodit ja erikoistekniikat (A-, B-, M-, Doppler-moodit, kontrastiainekuvantaminen, elastografia, fuusiokuvantaminen)<input type="checkbox"/> Hygienia	Kuvanlaadun suureet <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Signaali-kohinasuhde, visualisointisyvyys<input type="checkbox"/> Kontrasti<input type="checkbox"/> Resoluutio kuvan eri suunnissa<input type="checkbox"/> Geometrinen tarkkuus<input type="checkbox"/> Kuva-alan tasaisuus<input type="checkbox"/> Kuvan päivitysnopeus,<input type="checkbox"/> Usean fokuksen vaikutus kuvaan<input type="checkbox"/> Lähikatve<input type="checkbox"/> Doppler-spektrin ominaisuudet
Tekniikka ja turvallisuus <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Diagnostisen ultraäänilaitteen rakenne ja toimintaperiaate<input type="checkbox"/> Anturityypit ja niiden tyypilliset käyttökohteet<input type="checkbox"/> Ultraäänilaitteet käyttö<input type="checkbox"/> Ultraäänilaitteen liityntä kuva- ja tietoverkkoihin<input type="checkbox"/> Ultraäänen biologiset vaikutukset, MI- ja TI-indeksit<input type="checkbox"/> Erityiset kuvauskohteet ja niihin liittyvä turvallisuus (endoskooppiset anturit, pienet potilaat, pitkät kuvaukset)<input type="checkbox"/> Sähköturvallisuus<input type="checkbox"/> Hankintaprosessi	Laadunvalvonta <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Ultraäänifantomit<input type="checkbox"/> Tekninen laadunvalvonta<input type="checkbox"/> Uuden laitteen vastaanotto- ja takuutarkastukset<input type="checkbox"/> Suositukset ja standardit laadunvarmistuksesta

Potilaskuvaukseen liittyviä asioita

- Erityyppiset tutkimukset ja kuvausmoodit
- Kuvausparametrien valinta ja kuvan optimointi erilaisissa kliinisissä kuvaustilanteissa
- Artefaktoiden tunnistaminen ja tekniikat niiden minimoimiseksi
- Biopsianeulan näkyminen kuvassa

Kirjallisuus

- Peter Hoskins , Kevin Martin & Abigail Thrush (toim.). Diagnostic Ultrasound: Physics and Equipment, 2. painos, Cambridge University Press, 2003
- Thomas L. Szabo: Diagnostic Ultrasound Imaging: Inside Out. 2. Painos, Academic Press, 2014

<p>Säteilyfysiikka</p> <p><input type="checkbox"/> Säteilylajien perusfysiikka</p> <p><input type="checkbox"/> Radioaktiivisten aineiden perusfysiikka</p> <p>Hoitolaitteet</p> <p><input type="checkbox"/> Lineaarikiihdyttimen toimintaperiaate</p> <p><input type="checkbox"/> Jälkilatauslaitteen toimintaperiaate</p> <p><input type="checkbox"/> Simulaattori</p> <p><input type="checkbox"/> Potilasfiksaatiolaitteet</p> <p>Annoslaskennan peruskäsitteet</p> <p><input type="checkbox"/> Kentän keskiakselin annoskäsitteet (TAR, TMR, pisteannos, kenttäannos, monitoriyksikkö)</p> <p><input type="checkbox"/> Monitoriyksikön laskeminen</p> <p><input type="checkbox"/> Jakauman peruskäsitteet (profiili, isodoosi)</p> <p><input type="checkbox"/> Automaattisten annoslaskenta-algoitmiem periaate</p> <p>Säteilybiologia</p> <p><input type="checkbox"/> Säteilyn biologisen vaikutuksen perusmekanismin yleispiirteet</p> <p><input type="checkbox"/> Solujen elonjäämiskäyrä ja sen matemaattiset mallit</p> <p><input type="checkbox"/> Peruskäsitteet LET, RBE, OER</p> <p><input type="checkbox"/> BNCT:n periaate</p> <p><input type="checkbox"/> Syöpä- ja normaalikudoksen reagointi sädetykseen</p> <p><input type="checkbox"/> Happi sädeherkistäjänä</p> <p><input type="checkbox"/> Sädeherkistäjät ja sädesuoja-aineet</p> <p><input type="checkbox"/> Sädehoidon teho (kasvaimen annosvasteikäyrä ja normaalikudoksen komplikaatiokäyrä)</p> <p><input type="checkbox"/> Keskeisten normaalikudosten ja elimien sädetoleranssi</p> <p><input type="checkbox"/> Fraktioinnin tarkoitus</p> <p><input type="checkbox"/> Fraktiomallit</p> <p>Säteilysuojelu</p> <p><input type="checkbox"/> Säteilysuojelun peruskäsitteet ja -määräykset</p> <p><input type="checkbox"/> Säteilyturvallinen työskentely</p> <p><input type="checkbox"/> Perusasiat potilaan säteilysuojelusta (röntgentutkimukset ja ulkoinen sädehoito)</p> <p><input type="checkbox"/> hoituhuoneiden rakenteelliset säteilysuojaukset</p> <p><input type="checkbox"/> hoitolaitteiden turvajärjestelmät ja niiden toiminta</p>	<p>Ulkoinen sädehoito</p> <p><input type="checkbox"/> Ulkoisen sädehoidon periaate</p> <p><input type="checkbox"/> Hoidon eri vaiheet</p> <p><input type="checkbox"/> Annossuunnittelun annosmääritys</p> <p><input type="checkbox"/> Annossuunnitelman tilavuuskäsitteet (GTV, CTV, PTV)</p> <p><input type="checkbox"/> Hyvyyskriteerit ja niiden soveltaminen</p> <p><input type="checkbox"/> Perusannossuunnitelman tekeminen</p> <p><input type="checkbox"/> Ilman leikekuvapohjaista annossuunnitelmaa annettavat sädehoidot (yksittäiskentät ja kaksi vastakkaista kenttää)</p> <p><input type="checkbox"/> Hoidon simulointi</p> <p><input type="checkbox"/> Sädehoitokenttien muotoilutekniikat</p> <p><input type="checkbox"/> Potilasasettelu</p> <p><input type="checkbox"/> Hoidonvarmennuslaitteiden periaate</p> <p>Sisäinen sädehoito (Brakyterapia)</p> <p><input type="checkbox"/> Sisäisen sädehoidon periaate ja käyttöalueet</p> <p><input type="checkbox"/> Annoslaskenta ja annosmääritys</p> <p><input type="checkbox"/> Sisäisen sädehoidon suunnittelu ja hoito</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p>Dosimetria</p> <p><input type="checkbox"/> Ionisaatiokammion toimintaperiaate ja käsittely</p> <p><input type="checkbox"/> Diodi-ilmaisimet</p> <p><input type="checkbox"/> Elektrometrit</p> <p><input type="checkbox"/> Sädehoitolaiteiden laadunvalvontaohjelma</p> <p><input type="checkbox"/> Lineaarikiihdyttimien peruslaadunvalvonnan laitteisto (suhteellisen annoksen mittauskalusto sekä vesifantomi)</p> <p><input type="checkbox"/> perusannossuunnitelman tekeminen leikekuviiin piirrettyyn kohdealueeseen</p> <p><input type="checkbox"/> Peruslaadunvalvonnan itsenäinen suoritus lineaarikiihdyttimellä (suhteellinen annos (pleksifantomissa), keilan energia (syväannoskäyrä) ja keilan tasaisuus)</p> <p><input type="checkbox"/> Yksinkertaisen dosimetrisen ongelman itsenäinen ratkaisu</p> <p><input type="checkbox"/> Osallistuminen absoluuttiannosmittaukseen (ionisaatiokammiiolla tehtävässä annosmittauksessa tarvittavat kalibrointi- ja korjauskertoimet)</p>
--	--

<p>Kirjallisuus</p> <p><input type="checkbox"/> Perez et al. Principles and practice of radiation oncology.</p> <p><input type="checkbox"/> Lahtinen ja Holsti (toim.). Kliininen säteilybiologia.</p> <p><input type="checkbox"/> Joensuu et al. Syöpätaudit.</p> <p><input type="checkbox"/> Khan. Physics of radiation therapy. annosmääritys</p>	<p><input type="checkbox"/> Säteilylaki ja -asetus</p> <p><input type="checkbox"/> MED-direktiivi</p> <p><input type="checkbox"/> ST-ohjeet (soveltuvin osin)</p> <p><input type="checkbox"/> ICRU 50 (Ulkoisen sädehoidon)</p>
---	---

<p>Sädehoidon kuvankäsittely</p> <p><input type="checkbox"/> CT sädehoidossa</p> <p><input type="checkbox"/> MRI sädehoidossa</p> <p><input type="checkbox"/> Työskentely kuvatyöasemalla, eri modalityettien yhdistäminen, kuvafuusio</p> <p><input type="checkbox"/> Sädehoidon simulaattorin kuvausketju (kuvanvahvistin-TV -läpivalaisu, kasettikuvauksen periaate ja kuvanlaatuun vaikuttavat tekijät: kuvausarvot (kV, mAs), fokuskoko, hila, ilmarako, kuvauskohteen paksuus, kenttäkoko)</p> <p>Säteilybiologia</p> <p><input type="checkbox"/> Eri fraktiointimallien vastaavuus normaalikudoksen varhaisreaktioiden, tuumorin ja normaalikudoksen myöhäisreaktioiden kannalta</p> <p><input type="checkbox"/> Poikkeavat fraktiointimallit: hyperfraktiointi, kiihdytetty fraktiointi, hypofraktiointi</p> <p><input type="checkbox"/> Hoitotauot ja niiden mahdollinen kompensointi kliinisesti</p> <p><input type="checkbox"/> Matala- ja korkea-annosnopeuksinen hoito (LDR,HDR) ja niiden väliset radiobiologiset erot</p> <p><input type="checkbox"/> Tilavuusefektin kliininen merkitys</p> <p><input type="checkbox"/> Aikaisemmin sädetetyn alueen uusintasädetyt</p> <p><input type="checkbox"/> Mikrodosimetrian peruskäsitteet</p> <p>Isotooppilääketiede</p> <p><input type="checkbox"/> Radioaktiiviset isotoopit sairaalassa (saatavuus, tuotanto ja käsittely)</p> <p><input type="checkbox"/> Merkkiaineiden leimaus radioaktiivisella isotoopilla</p> <p><input type="checkbox"/> Steriili työskentely, vetokaappityöskentely</p> <p><input type="checkbox"/> Säteilyturvallinen työskentely avolähteillä</p> <p><input type="checkbox"/> Radiofarmaseutikaaleille asetettavat puhtausvaatimukset ja peruslaadunvalvonta</p> <p><input type="checkbox"/> Keskeiset onkologisille potilaille tehtävät isotooppitutkimukset ja niiden analysointi</p> <p><input type="checkbox"/> Isotooppihoitojen periaate (käyttöalueet ja annoslaskenta)</p> <p><input type="checkbox"/> Isotooppiasastolla olevien laitteiden toimintaperiaate ja peruskäyttö</p> <p><input type="checkbox"/> Isotooppitutkimusten ja hoitojen säteilyturvallisuus</p> <p><input type="checkbox"/> Isotooppihoitopotilaan säteilyeristystä koskevat määräykset ja käytännön suoritus</p> <p><input type="checkbox"/> Radioaktiivisten jätteiden käsittely</p> <p><input type="checkbox"/> Toiminta saastumistilanteessa</p>	<p>Ulkoisen sädehoidon erikoistekniikat</p> <p><input type="checkbox"/> Vaativiin sädehoitotekniikoihin perehtyminen ja itsenäinen suoritus (mm. kokokehoahoito, kokoihon elektronihoito, kraniospinaalisädetyt)</p> <p><input type="checkbox"/> Stereotaktisen hoidon periaate ja tarkkuusvaatimukset</p> <p><input type="checkbox"/> Stereotaktiset fiksaatiomenetelmät</p> <p><input type="checkbox"/> Stereotaktisen hoidon annossuunnittelu ja sen itsenäinen suoritus</p> <p><input type="checkbox"/> Osallistuminen potilaan stereotaktiseen hoitoon</p> <p><input type="checkbox"/> Stereotaktisen hoidon dosimetria</p> <p><input type="checkbox"/> Mikroliuskakollimaattorin perustekniikka ja laadunvalvonta</p> <p><input type="checkbox"/> Ulkoisen sädehoitopotilaan automaattiset asettelumenetelmät</p> <p><input type="checkbox"/> Intensiteettimoduloidun sädehoidon periaate (dynaaminen moniliukakollimaattori, step-and-shoot – sädetyt)</p> <p><input type="checkbox"/> Automaattinen annossuunnitelman optimointi (periaate ja itsenäinen käyttö, annossuunnitelman tekeminen)</p> <p><input type="checkbox"/> Intensiteettimoduloidun sädehoidon dosimetria</p> <p><input type="checkbox"/> Ihon pintakerroksen röntgenhoito (10 kV)</p> <p>Ulkoisen sädehoidon laadunvalvonta ja dosimetria</p> <p><input type="checkbox"/> Lineaarikiihdyttimen vastaanottomittaukset ja jakaumatiedon keräys annossuunnitteluohjelmaan</p> <p><input type="checkbox"/> Absoluuttiannosmittauksen itsenäinen suoritus</p> <p><input type="checkbox"/> Perehtyminen termoluminesensidosimetriaan ja käytännön suoritus</p> <p><input type="checkbox"/> Filmidosimetrian periaate (filmin ominaiskäyrä)</p> <p><input type="checkbox"/> Osallistuminen STUK:n suorittamaan laitetarkastukseen</p> <p><input type="checkbox"/> annostaulukon laatiminen (kenttäkokokertoimet ja annos referenssipisteessä)</p> <p><input type="checkbox"/> Lineaarikiihdyttimen tarkastaminen vakavan dosimetriaan mahdollisesti vaikuttaneen laitevian jälkeen (mm. magnetronin vaihto, monitorikammion vaihto)</p> <p><input type="checkbox"/> Vaativan dosimetrisen ongelman itsenäinen ratkaisu</p> <p><input type="checkbox"/> Perehtyminen absoluuttikammion kalibrointiin STUK:ssa</p> <p>Brakyterapian annossuunnittelu ja dosimetria</p> <p><input type="checkbox"/> Osallistuminen sisäisen sädehoidon suunnitteluun</p> <p><input type="checkbox"/> Käytettyjen lähteiden ilma-kermanopeuden määrittäminen</p> <p><input type="checkbox"/> Jälkilatauslaitteen lähteen vaihto ja peruslaadunvalvonnan itsenäinen suoritus</p>
--	--

<p>Kirjallisuus</p> <p><input type="checkbox"/> Nias. Basic clinical radiobiology therapy radiation</p>	<p><input type="checkbox"/> Webb. Physics of 3-dimensional radiation</p>
--	--