

**UNIVERSITY OF HELSINKI**

**REPORT SERIES IN PHYSICS**  
**HU-P-A83 (2008)**

**Opinto-ohjeet sairaalafyysikoksi aikoville**

Sauli Savolainen, Mika Kortnesniemi, Outi Sipilä, Päivi Nikkinen,  
Jussi Perkiö, Mikko Tenhunen

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-A83 (2008)

**Opinto-ohjeet sairaalafysiikoksi aikoville**

2. uudistettu painos

Sauli Savolainen, Mika Kortnesniemi, Outi Sipilä, Päivi Nikkinen,  
Jussi Perkiö, Mikko Tenhunen

Fysiikan laitos  
PL 64  
00014 Helsingin yliopisto

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

Helsinki, March 1, 2008

ISBN 978-952-10-3923-2 (pdf)  
ISSN 0356-0953

Helsinki 2008

S. Savolainen, M. Kortnesniemi, O. Sipilä, P. Nikkinen, J. Perkiö, M. Tenhunen: Opinto-ohjeet sairaalafysikoksi aikoville, 2. uudistettu painos, University of Helsinki, Department of Physics, Helsinki 2008, 31p. University of Helsinki, Report Series in Physics HU-P-A83, ISBN 978-952-10-3923-2 (pdf)

Classification (INSPEC): A8700

Keywords (INSPEC): medical physics, student guide

## TIIVISTELMÄ

Sairaalafysikon pätevyyden saaminen edellyttää tässä kirjoituksessa kuvatun koulutuskokonaisuuden läpikäymistä. Kirjoituksessa kuvataan Helsingin yliopiston fysiikan laitoksen kurssivalikoima niiltä osin kuin se tukee sairaalafysikon ammattitutkintoa. Kirjoituksen liitteissä on voimassaolevat pätevyysvaatimukset sekä käytännön ohjeet pätevyyden hakemiseksi ja saamiseksi. Sairaalafysikoilta edellytetään FL- tai FT-tutkintoa, neljän vuoden käytännön harjoittelua, säteilyn lääketieteellisestä yleiskäytöstä vastaavalta johtajalta edellytettyä säteilyturvallisuuskuulustelua ja hyväksytysti suoritettua sairaalafysikkokuulustelua. Pätevyyden saavuttanut henkilö voi hakea nimikesuojattua sairaalafysikon ammattinimikettä Terveystieteiden tutkimuskeskuksesta. Sairaalafysikoiden toimenkuva eri sairaaloissa vaihtelee paikallisten olosuhteiden mukaan. Perinteisesti sairaalafysikot ovat olleet tekemisissä sädehoidon ja sädehoitolaiteiden kanssa. Diagnostiikassa keskeisin ongelma 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 sairaalafysikon ammattiin tähtääville. Tietotekniikan hyvä hallinta on niinkään hyödyksi. Jatko-opinnot on syytä suunnitella niin, että ne täyttävät liitteissä olevat pätevyysvaatimusten kriteerit. Yliopiston sairaalafysikko-opettajat antavat tarvittaessa neuvoja jatko-opintokokonaisuuden laatimisessa.

## SUMMARY

### **Guide to course and training for qualification as a hospital physicist**

The guide reviews the courses that will be recommended for the students who are planning to become hospital physicists. The guide focuses on the courses considered essential for qualification as scientists in medical physics and the requirements to be legalized hospital 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. Some of the courses will be given in English. 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), Finnish Centre for Radiation and Nuclear Safety (STUK), Technical Research Centre of Finland (VTT). The on-going research projects in the department are described in the Annual Report of Department.

# SISÄLLYSLUETTELO

JOHDANTO	4
SAIRAALAFYYSIKON TEOREETTINEN KOULUTUS	5
KÄYTÄNNÖN HARJOITTELU	6
SÄTEILYTURVALLISUUSKUULUSTELU	7
SAIRAALAFYYSIKKOKUULUSTELU	7
LISENSIAATIN (TAI TOHTORIN) TUTKINTO	7
KURSSIKIRJALLISUUS	7
LÄÄKETIETEELLISEN FYSIIKAN OPETUS	8
KÄYTÄNNÖN HARJOITTELUSTA VASTAAVAT	8

## **LIITTEET:**

Sairaalfysiikoiden koulutuksen rakenne Helsingin yliopistossa	9
Yliopistojen sairaalfysiikoiden erikoistumista koordinoiva	11
Neuvottelukunta - tehtävät ja kokoonpano	
Helsingin yliopiston fysiikan laitoksen antama	13
teoreettinen kurssimuotoinen koulutus lääketieteellisessä fysiikassa.	
Erikoisalakohtaiset perehdyttämisen osaamisalueet	14
Helsingin yliopiston, Fysiikan laitoksen ja HUS:n	18
Sairaalfysiikkokoulutuksen koulutuskalenteri	

## Johdanto

Suomessa on yli 80 sairaalafysikkoa<sup>1</sup>, joista valtaosa toimii sairaaloissa. Moni sairaalafysikoksi erikoistunut tekee uraansa myös tutkimuslaitoksissa tai lääketieteellisen tekniikan alan yrityksissä. Sairaalafysikko toimii diagnostisessa tai sädehoitoyksikössä lääketieteellisen fysiikan asiantuntijana mm. säteilyn käyttöön liittyvissä asioissa.

Perinteisesti sairaalafysikot ovat olleet tekemisissä sädehoidon ja sädehoitolaiteiden kanssa. Sädehoitoyksiköissä fysikot vastaavat hoitolaiteiden laadunvalvonnasta ja tekevät potilaiden annossuunnitelmat. Diagnostiikassa sairaalafysikkojen keskeisin ongelma on signaalinkäsittely eri muodoissaan, mm. kuvankäsittely ja siihen liittyvä teknologia. Lisäksi sairaalafysikon työtehtäviin diagnostisissa yksiköissä kuuluvat kuvantamislaitteiden laadunvalvonta, turvallisuusasiat sekä sairaalahenkilökuntaa ja akateemista oppilaskuntaa palveleva koulutus- ja opetustoiminta. Uusien kuvantamislaitteiden hankintaprosessit vaativat fysiikan ja laiteteknologian asiantuntemusta. Sairaalafysikko osallistuu myös uusien diagnostisten menetelmien tutkimiseen ja kehitystyöhön yhteistyössä muun henkilökunnan kanssa.

Sairaalafysikoiden toimenkuva sairaaloissa vaihtelee paikallisten olosuhteiden mukaan. Turun PET-keskuksen positroniemiisikuvauslaitteistot (PET) asettavat hyvin erilaiset vaatimukset fyysikoille toimia ko. yksikössä kuin HUS-Röntgenin magneettikuvaukseen keskittyvässä yksikössä tai maamme suurimmassa sädehoitoyksikössä HUS:n Syöpätautien klinikassa.

Röntgensäteilyä käyttävien kuvantamismenetelmien osalta fyysikon työtehtävät ovat laajentuneet muuttuneista viranomaisohjeista johtuen. Säteilyn lääketieteellistä käyttöä säätelevät Säteilylaki (592/1991) ja sen muutos 1142/1998, Säteilyasetus (1512/1991) ja sen muutos 1143/1998, Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus 423/2000 sekä Säteilyturvakeskuksen ST-ohjeet. STM:n asetuksessa N:o 423/2000 § 15 todetaan mm. seuraavasti: Sädehoidon annossuunnittelussa, laadunvarmistuksessa ja säteilynsuojeluun liittyvissä toiminnoissa on oltava mukana lääketieteellisen fysiikan asiantuntija. Isotooppihoitoja tai -tutkimuksia suoritettaessa on oltava käytettävissä lääketieteellisen fysiikan asiantuntija. Röntgentoiminnassa on käytettävä lääketieteellisen fysiikan asiantuntemusta säteilynsuojelun, optimoinnin, laadunvarmistuksen ja säteilyannosten mittaamisen suunnittelussa ja seurannassa Lainsäädännön muutokset sekä lääketieteellisen teknologian nopea kehitys erityisesti kuvantamisen alueella ovat lisänneet sairaalafysikoiden tarvetta.

Sairaalafysikoiden erikoistumiskoulutus on osa lääketieteellisen fysiikan tutkijakoulutusohjelmaa siten, että tulevat sairaalafysikot suorittavat FL- tai FT-tutkinnon. Tämän lisäksi vaaditaan neljän vuoden käytännön harjoittelu sekä säteilyn käytön vastaavan johtajan tutkinto ja sairaalafysikon lopputentti. Sairaalafysikoksi voivat opiskella yliopistossa fysiikkaa pääaineenaan lukeneet luonnontieteiden kandidaatit, maisterit tai diplomi-insinöörit. Neljä vuotta kestävä harjoittelun aikana työskennellään vastaavan ohjaajan valvonnassa yleensä yliopistollisessa keskussairaalassa.

---

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

*Sairaalafysikko (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 kehittämällä lääketieteellistä tekniikkaa tieteellisten fysikaalisten periaatteiden, menetelmien ja tekniikoiden hyödyntämiseksi ja tutkimiseksi sairauksien ennaltaehkäisyssä, diagnosoinnissa ja hoitamisessa.

*Lääketieteellinen fysiikka* on sairaalafysikon 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.

Lääketieteellisen fysiikan tutkimus tapahtuu kiinteässä yhteistyössä eri yliopistojen ja korkeakoulujen, HUS:n ja muiden sairaaloiden sekä mm. VTT:n ja STUK:n kanssa. Lääketieteellisen fysiikan tutkimus edellyttää tyypillisesti hyvin monipuolista ja monitieteellistä yhteistyötä.

Tässä oppaassa kuvataan Helsingin yliopiston fysiikan laitoksen lääketieteellisen fysiikan erikoistumislinja, alaa tukevat luentokurssit ja seminaarit sekä sairaalafysiikan pätevyysvaatimukset.

## **Sairaalafysiikan teorettinen koulutus**

Sairaalafysikko 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 lisensiaatin tutkintoon sisältyvä sairaalafysiikan erikoistumiskoulutus. Opetusministeriö on kirjelmällään 24.9.2002 Nro 16/500/2002 antanut päätöksen Helsingin yliopistossa annettavasta filosofian lisensiaatin tutkintoon sisältyvästä sairaalafysiikan erikoistumiskoulutuksesta. Matemaattis-luonnontieteellisen tiedekuntaneuvoston 16.9.2004 hyväksymät tutkintovaatimukset on esitetty liitteessä 1.

Päätöksessään (24.9.2002) opetusministeriö korostaa valtakunnallisen yhteistyön tärkeyttä erikoistumiskoulutuksessa. Erikoistumista koordinoivan neuvottelukunnan on asettanut Helsingin yliopiston matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta dekaanin päätöksellä 27.9.2004. Neuvottelukunnan toimikausi päättyi 31.12.2007. Tämän seuraajaksi Kuopion yliopisto on asettanut uuden neuvottelukunnan 18.12.2008 seuraavaksi kolmeksi vuodeksi. Luennontieteiden ja ympäristötieteiden tiedekunta on hakenut neuvottelukuntaan jäseniä eri koulutusyksiköistä ja yliopistollisista sairaaloista, joissa sairaalafysiikan koulutukseen kuuluva käytännön harjoittelu on mahdollista. Lisäksi tiedekunta on pyytänyt Säteilyturvakeskusta nimeämään neuvottelukuntaan edustajan. Neuvottelukunnan kokoonpano ja tehtävät on kuvattu liitteessä 2.

Sairaalafysiikan 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, tietotekniikan ylläpito ja soveltaminen, tutkimusprojektit.

Kullekin sairaalafysiikan tutkintoon tähtäävälle opiskelijalle laaditaan henkilökohtainen opintosuunnitelma LuK-tutkinnon jälkeen ja sitä täydennetään FM-tutkinnon jälkeen jatko-opintojen osalta. Sairaalafysiikan pätevyden saamiseksi tutkintoon on sisällytettävä omaehtoisia anatomian ja fysiologian opintoja siinä laajuudessa, että voi selviytyä pätevyysvaatimuksissa esitetystä tentistä kliinisen fysiologian ja anatomian kysymyksen osalta. Jatkotutkinnon 60 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,
- II) kliininen neurofysiologia,
- III) isotooppilääketiede,
- IV) kliininen radiologia ja
- V) sädehoito ja onkologia

Fysiikan laitoksella luennoitavat kurssit kattavat varsin hyvin nämä alat. Laudatur- ja jatko-opiskelijoille on tarjolla kursseja, jotka suoraan tukevat sairaalafysiikan ammattiin tähtääviä opintoja. Erikoiskurssit vaihtuvat vuosittain, jolloin alan jatko-opiskelija voi saada tarvittavat opintoviikot suoritetuksi 3-4 vuoden kuluessa. Laitoksen sairaalafysikoiden koulutusohjelma on luonteva osa muuta tutkijankoulutusta liittyen bio- ja lääketieteelliseen fysiikkaan. Magneettikuvantamiseen ja kuvankäsittelyyn liittyvää teoreettista opetusta on mm. Teknillisen korkeakoulun opinto-ohjelmassa.

## Käytännön harjoittelu

Sairaalafysiikan neljän vuoden käytännön harjoittelukaudesta suurimman on tarkoitus tapahtua opetussairaalassa erikoistuvan fysiikan 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 viidellä tärkeimmällä osa-alueella. Tarkoitus on, että apulaisfysikko osaa itse käyttää palvelemissa työpaikan laitteistoja niin hyvin, että hän voi toimia muiden käyttäjien opastajana. Koulutettavan osaamisen tavoitetaso on<sup>2</sup>:

- On perillä niistä tärkeimmistä tutkimus- ja hoitomenetelmistä, joissa sovelletaan fysiikkaa.
- Pystyy suorittamaan keskeiset laaduntarkkailutoimet 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 palvelemissa yksikön tietokonejärjestelmien käytön.
- Hallitsee jonkin ohjelmointikielen perusteet.
- Pystyy vastaamaan alansa sisäisestä koulutuksesta.
- Tuntee alansa lainsäädännön.
- On perillä sairaalan hallintoon liittyvistä keskeisistä säännöistä.

Sairaalafysiikan tulee pystyä itsenäisesti suoriutumaan ko. klinikan rutiinitehtävistä, osallistua hallinnollisiin tehtäviin ja pystyä toimimaan alansa asiantuntijana esim. laitehankintojen suhteen. Pääalojen I-V käytännön harjoittelun tavoitteet on esitetty liitteessä 4.

HUS:n antama käytännön harjoittelu jakautuu kolmeen pääalueeseen:

- 1) perehdytysjaksoon, jossa käydään läpi sairaalatyöskentelyn yleiset periaatteet,
- 2) hallinnon koulutukseen, sisältäen mm. HUS:n organisaation, hankintaprosesseihin ja julkaisukäytäntöihin liittyviä asioita,
- 3) HUS toimintalinjakohtaisiin jaksoihin, sisältäen biosignaalit, funktionaalisen ja metabolisen kuvantamisen (isotooppilääketiede), kuvankäsittelyn, magneettikuvauksen ja röntgentutkimusten toimintalinjan sekä sädehoitoon liittyvän harjoittelun.

Harjoitteluun ja teoreettiseen koulutukseen liittyvät Helsingin yliopiston ja HUS:n koulutusvaatimukset on kuvattu liitteessä 5.

---

<sup>2</sup> Tavoitteet on hyväksytty Oulun yliopiston asettamassa sairaalafysikoiden pätevyyslautakunnan kokouksessa 10.10.2003 §11. Tavoitteet on koontanut yhteen lautakunnan kommenttien pohjalta dosentti Matti Koskinen (TAYS). Nykyinen sairaalafysikoiden koordinoiva neuvottelukanta vastaa pääsääntöisesti aikaisemman pätevyyslautakunnan tehtävistä.

## **Säteilyturvallisuuskuulustelu**

Säteilyturvakeskuksen akkreditoinnin saanut koulutusorganisaatio, fysiikan laitos, antaa todistuksen säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan tutkinnosta "Säteilyn yleiskäyttö lääketieteellisellä alalla" (ks. ST-ohje 1.7 ja 1.8). Tutkintoon liittyvä tentti järjestetään Fysiikan laitoksen laitostenttien yhteydessä lukukausittain erikseen ilmoitettavan tenttiohjelman mukaisesti.

## **Sairaalfysiikkokuulustelu**

Sairaalfysiikkokuulustelu testaa kirjallisesti koulutettavan kyvyt soveltaa teoreettista tietoa käytännön työympäristössä. Tutkimus- ja hoitomenetelmät tulee siis tuntea, mutta kysymyksiin vastataan lääketieteellisen fysiikan näkökulmasta. Päivämääristä ja kuulustelupaikoista saa tietoa HUSin ylifysiikkoilta.

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)
- säteilyturvallisuuskuulustelun suorituspäivämäärä ja suorituspaiikka

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.

## **Lisensiaatin (tai tohtorin) tutkinto**

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

## **Kurssikirjallisuus**

- **Fysiologia ja anatomia**

Ihmisen fysiologia ja anatomia, Nienstedt, Hänninen, Arstila, Björkqvist, WSOY, 2000.

- **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**

The Essential Physics of Medical Imaging (2nd Edition), Jerrold T. Bushberg, J. Anthony Seibert, Edwin M. Leidholdt Jr., John M. Boone, 2002 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.:

- Dos Aki Kangasmäki, Syöpätautien klinikka
- Dos Jorma Heikkonen, Syöpätautien klinikka
- Dos Mika Korttesniemi, HUS-Röntgen
- Dos Mikko Tenhunen, Syöpätautien klinikka
- TkT Outi Sipilä, HUS-Röntgen
- Dos Päivi Nikkinen, HUSLAB
- Dos Sauli Savolainen, HUSLAB & HUS-Röntgen
- FT Soile Komssi, HUS-Röntgen & HUSALB

### **Käytännön harjoittelusta vastaavat**

HUS yksiköissä käytännön harjoittelusta vastaavat:

- Ylifyysikko Mikko Tenhunen, Syöpätautien klinikka
- Ylifyysikko Sauli Savolainen, HUS-Röntgen & HUSALB

(s-posti: nimi@hus.fi)

## SAIRAALAFYYSIKON KOULUTUKSEN RAKENNE HELSINGIN YLIOPISTOSSA

### 1. Licensiaatin tutkintoon sisältyvä erikoistumiskoulutus

Pohjakoulutuksena on ylempi korkeakoulututkinto, jossa pääaineena on fysiikka.

Erikoistumiskoulutus:

#### 1. Alaan liittyvä teoreettinen jatkokoulutus 60 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. Säteilyturvallisuuskuulustelu

Säteilyturvakeskuksen akkreditoinnin saanut koulutusorganisaatio, fysikaalisten tieteiden laitos, antaa todistuksen säteilyn käytön turvallisuudesta vastaavan johtajan tutkinnosta "Säteilyn yleiskäyttö lääketieteellisellä alalla (ST-ohje 1.8)".

#### 4. Sairaalafysiikkokuulustelu

Sairaalafysiikkokuulustelun järjestämisestä vastaa sairaalafysiikoiden valtakunnallinen koulutusta koordinoiva neuvottelukunta.

#### 5. Licensiaatin tutkimus lääketieteellisen fysiikan alalta

Jatko-opinnot hyväksyy fysiikan laitoksen professori kuultuaan käytännön opetuksesta vastaavaa ylifysiikkaa. 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 sairaalafysiikan pätevydestä. Todistus on licensiaatin tutkintotodistus, josta käy ilmi tutkintoon sisältyvä sairaalafysiikan erikoistumiskoulutus.

## **2. Tohtorin tutkinnon lääketieteellisen fysiikan alalta suorittanut**

Erikoistumiskoulutus vastaa luvun 1 koulutuksen rakennetta.

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

## **3. 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 ylifyysikkoa. 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 pätevydestä.

## **4. Nimikesuojan hakeminen**

Sairaalafysiikon pätevyys virallistetaan hakemalla sairaalafysiikon nimikesuojaa (rekisteröintiä) sosiaali- ja terveysministeriön Terveysturvakeskuksesta.

## **YLIOPISTOJEN SAIRAALAFYYSIKOIDEN ERIKOISTUMISTA KOORDINOIVA NEUVOTTELUKUNTA - TEHTÄVÄT JA KOKOONPANO**

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

### **Jäsenet**

Kuopion yliopiston luonnontieteiden ja ympäristötieteiden tiedekunta on hakenut neuvottelukuntaan jäseniä eri 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.

## **Neuvottelukunnan jäsenet, laitos/instituutti**

Dosentti, ylifyysikko Antero Koivula, Oulun yliopistollinen sairaala

Hallintopäällikkö Arja Hirvonen (siht.), Kuopion yliopisto

Professori Hannu Eskola (vpj.), Tampereen teknillinen yliopisto

Dosentti, ylifyysikko Jarmo Kulmala, Turun yliopisto ja Turun yliopistollinen keskussairaala

Dosentti Juha Töyräs, Kuopion yliopistollinen sairaala

Professori Jukka Jurvelin (pj), Kuopion yliopisto ja Kuopion yliopistollinen sairaala

Dosentti, ylifyysikko Matti Koskinen, Tampereen yliopistollinen sairaala

Dosentti, ylifyysikko Mikko Tenhunen, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri

Professori Matti Weckström, Oulun yliopisto

Professori Raimo Sepponen, Teknillinen korkeakoulu

Toimistopäällikkö Ritva Bly, Säteilyturvakeskus

Dosentti, ylifyysikko Sauli Savolainen, Helsingin yliopisto

Dosentti Tomi Laitinen (lääkärijäsen), Kuopion yliopistollinen sairaala

## Helsingin yliopiston fysiikan laitoksen antama teorettinen kurssimuotoinen koulutus lääketieteellisessä fysiikassa.

Syventäviin opintoihin kuuluu erikoistuminen lääketieteelliseen fysiikkaan. Kurssit A sisältävät erikoistumislinjan ydinaineksen. Kurssit B ovat erikoistumislinjan keskeisimmät syventävät kurssit (luennoidaan vuosittain tai vuorovuosin), joista erikoistumislinjan opinnot pääasiassa koostuvat. Kurssit C ovat erikoistumisopintoja ja erikoistumislinjan jatko-opintojen kursseja, joita ei pää-sääntöisesti tulisi suorittaa ennen A- ja B-kursseja. Sopimuksen mukaan myös kursseja voi ottaa muilta erikoistumislinjoilta, toisesta koulutusohjelmasta tai toisesta korkeakoulusta.

### A. Ydinaineksen kurssit

Lääketieteellinen fysiikka 5 op  
Säteilyn ilmaisimet I, 5 op  
Säteilyn ilmaisimet II, 5 op

### B. Syventävät kurssit

Molekylaarinen biofysiikka, 10  
Proteiinien NMR-spektroskopia / Protein NMR spectroscopy (5 op)  
Säteilyn dosimetria, 5 op  
Synkrotronisäteily materiaalitutkimuksessa, 10 op  
Tieteellinen laskenta III, 10 op  
Monte Carlo simulointien perusteet, 5 op  
Monte Carlo simuloinnit fysiikassa, 5 op

### C. Erikoistumiskurssit

Kliininen fysiologia ja neurofysiologia 5 op  
Isotooppiagnostiikka, 5 op  
Kliininen radiologia: röntgentutkimukset, 5 op  
Magneettikuvantaminen, 5 op  
Sädehoidon annosuunnittelu, 5 op  
Sädehoidon fysiikka, 5 op  
Ultraäänitutkimukset, 3 op

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

## Erikoisalakohittaiset perehdyttämisen osaamisalueet<sup>2</sup>

### I 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 käytännölliset taidot keskeisten tutkimusmenetelmien fysikaalisista ja fysiologisista perusteista. Näitä ovat EKG, keuhkofunktio tutkimukset, sydämen elektrofysiologiset tutkimukset, fysiologiset painemittaukset, pH-mittaukset, ultraäänitutkimukset, pletysmografiat, luuston mineraalitiheysmittaukset. Invasiiviset ja ei-invasiiviset menetelmät. Fysiikon tulee itse hallita ko. mittareiden ja laitteiden käyttö.
3. Biosähköiset elektrodit, anturit ja instrumentaatio.  
Mittaamiseen käytettävien tuntoelinten periaatteen ja toiminnan ymmärtäminen. Kyseeseen tulevia antureita ovat paine, ilmanvirtaus, pH, kaasupitoisuus, venymä, voima, lämpötila, kiihtyvyys/liike, ultraääni, sähköiset elektrodit. Lisäksi tulee tuntea antureiden tärkeimmät sovellukset.
4. Fysiologiset signaalit ja signaalinkäsittely.  
Perustiedot fysiologisten signaalien ominaisuuksista, niiden keruusta ja tallentamisesta. Signaalinkäsittelyn keskeisten matemaattisten menetelmien tuntemus. Suodatus, taajuusanalyysi, Fourier-analyysi, signaalien erilaisten esitysmuotojen tunteminen.
5. Mittausjärjestelmien tietokoneistus.  
Mittausmenetelmiin liittyvän tietokoneistuksen tuntemus ja hallitseminen. Dataverkot, varmuuskopiot.
6. Laadunvarmistus.  
Käytettyjen menetelmien laadunhallinta. Laitteiden kalibrointi, tarkkuustason ymmärtäminen. Toiminta vika- ja häiriötilanteissa.
7. Laatukäsikirjaan perehtyminen .  
Mahdollisen laatu järjestelmän tuntemus.
8. Potilasturvallisuus.  
Fysiologisissa menetelmissä käytettävien menetelmien sähköturvallisuus potilaaseen kajoavissa mittauksissa.

### II Kliininen neurofysiologia

1. Tärkeimpien tutkittavien elinjärjestelmien neuroanatomian ja elektrofysiologian tuntemus.  
Sellaisia ovat erityisesti aivot, muu keskushermosto, ääreishermosto, aisti- ja tasapainojärjestelmät ja lihastoiminta.
2. Tärkeimpien tutkimusten teoreettinen tausta ja käytännön rekisteröintitekniikka.  
Sellaisia ovat tavallinen EEG, monikanavainen EEG , Ambulatorinen EEG, Video-EEG, EMG, Unipolygrafia ja oksimetria.
3. Herätepotentiaalit (SEP, VEP, BAEP, ERG, ERP).
4. Kynnysmittaukset: Lämpökynnys, tuntokynnys ja värinäkyminen.
5. periaatteiden tunteminen MEG, Brain mapping, Signaalipaikannus, Leikkauksenaikainen monitorointi.

<sup>2</sup> Tavoitteet hyväksytty Oulun yliopiston asettamassa sairaalafysikoiden pätevyyslautakunnan kokouksessa 10.10.2003 §11. Tavoitteet on koontanut yhteen lautakunnan kommenttien pohjalta dosentti Matti Koskinen (TAYS). Nykyinen sairaalafysikoiden koordinoiva neuvottelukanta vastaa pääsääntöisesti aikaisemman pätevyyslautakunnan tehtävistä.

6. Johtumisnopeusmittaukset (perifeerinen ja sentraalinen).
7. Signaalinkäsittely.  
Perustiedot neurofysiologisten signaalien ominaisuuksista, niiden keruusta ja tallentamisesta. Signaalinkäsittelyn keskeisten matemaattisten menetelmien tuntemus. Suodatus, taajuusanalyysi, Fourier-analyysi, signaalien erilaisten esitysmuotojen tunteminen.
8. Tietokoneistus.  
Mittauksiin liittyvän tietokoneistuksen, tietoverkkojen, tiedon talletuksen ja varmuuskopioinnin hallitseminen.
9. Häiriöiden kytkeytyminen ja poisto .  
Häiriöiden ja kohinan muodostumisen ymmärtäminen ja käytännöllisten toimien hallinta ongelmien poistamiseksi.
10. Potilasturvallisuus.  
Sähtöturvallisuuteen liittyvien kysymysten hallinta potilaaseen kajoavissa mittauksissa
11. Laadunvarmistus.
12. Käytettyjen menetelmien laadunhallinta. Laitteiden kalibrointi, tarkkuustason ymmärtäminen.  
Toiminta vika- ja häiriötilanteissa.
13. Laatukäsikirjaan perehtyminen.  
Mahdollisen laatujärjestelmän tuntemus.

### III Isotooppilääketiede

1. Säteilylajit sekä säteilyn ja aineen vuorovaikutukset.  
Radioaktiivisen hajoamisen yhteydessä syntyvien säteilylajien tuntemus. Valosähköisen absorptioon, 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- ja koinsidenssikameroiden perusteiden tunteminen
4. Gammakuvausjärjestelmän tietotekniikan, verkotuksen ja kuvatallennuksen hallitseminen ja kyky selviytyä ongelmatilanteista.
5. Gammakameran vastaanottomittauksista selviytyminen.
6. Aktiivisuusmittareiden toiminnan ja tulosten luotettavuuden ymmärtäminen
7. Teknetiumgeneraattorin toiminnan ymmärtäminen
8. Tietotekniikka ja kuvankäsittely.  
Kuvausmuotojen hallinta (planaarinen, staattinen, dynaaminen, SPET, DH-PET), Kuvankäsittelyn matemaattisten menetelmien hallinta. Ohjelmointitaito laboratoriorutiinien vaatimalla tasolla.  
Kuvafuusion, suodatuksen ja PACS:n ymmärtäminen.
9. Yleisimmät potilastutkimukset.  
Keskeisimpien potilastutkimusten ymmärtäminen ja niiden numeerisen analysoinnin suorittaminen ja tutkimusten tulostaminen. Tutkimusohjekirjan tuntemus.
10. Radiokemia, radiofarmasia.  
Radiokemian ja farmasian yleisperiaatteiden ymmärtäminen, merkkiaineiden leimaus, radiokemiallisen puhtauden ymmärtäminen ja sen mittaamisen osaaminen. Merkkiaineiden kertymämekanismien ymmärtäminen.
11. Yleisimmät käytetyt radionuklidit ja merkkiaineet sekä säteilyvaarallisuusluokat.
12. MIRD-formalismien tuntemus.
13. Mallinnus.  
Keskeiset isotooppitutkimusten analysoinnissa käytettyjen mallien hallinta; sellaisten kuin GFR:n, sydämen minuuttitilavuuden, sydämen oikovirtauksen laskeminen sekä munuaisten dynaamisten tutkimusten analysointi.

#### 14. Isotooppihoidot.

Yleisimpien hoitomuotojen hallinta, potilasdosimetria ja kotiuttamisohjeet.

#### 15. Säteilyturvallisuus.

Oman sairaalan säteilyn käyttöorganisaation, laboratorion turvallisuusohjeiden, lainsäädännön ja ST-ohjeiden tunteminen. Henkilökunnan käytännön säteilysuojausten hallinta. Potilaan annoksen arviointi. Kyky käyttää oman laboratorion annosmittareita.

### **IV Kliininen radiologia**

#### 1. Kuvantamisen yleisperiaatteiden ja vaadittavan laadunvalvonnan ymmärtäminen

#### 2. Säteilylajit ja säteilyn ja aineen vuorovaikutus.

Eri säteilylajien tuntemus. Valosähköisen absorptioon ja Compton-sironnan merkitys. Kuvanlaatuun vaikuttavien seikkojen hallinta.

#### 3. Säteilyä tuottavat laitteet.

Ymmärrettävä säteilyä tuottavien laitteiden toiminta; erityisesti röntgenputken toiminta ja rakenne. Suodatus. Hila. DAP-mittarin toiminta. Valotusautomaatin toiminta.

#### 4. Säteilyä mittaavat laitteet.

Hallittava säteilyn havaitsemiseen liittyvien menetelmien perusteet ja laitteistot. Sellaisia ovat röntgenfilmin lisäksi digitaaliset kuvalevyt ja suoradigitaaliset ilmaisimet.

#### 5. Röntgen.

Natiivikuvaus, läpivalaisu, anfiografiat, osastokuvaus, leikkaussalikuvaus

#### 6. TT

Yksi- ja monileike-TT-laitteisto ja tekniikan ymmärtäminen

#### 7. MRI.

Magneettikuvauslaitteiden periaatteiden hallinta, yleisimpien kuvaussekvenssien tuntemus, potilasturvallisuus, häiriöiden syntymekanismien tunteminen. Anatominen, dynaaminen, funktionaalinen kuvaus ja spektroskopia. Kelojen erityispiirteet.

#### 8. UÄ.

Äänen eteneminen ja vuorovaikutukset kudoksissa, UÄ-laitteiston toiminta, artefaktat, turvallisuusasiat, uudet kuvaustekniikat

#### 9. PACS ja siihen liittyvät tietoverkot ja talletusmedia sekä tietosuoja-asiat

#### 10. Kuvankäsittely

kuvan laatutekijät, suodatukset, intensiteettioperaatiot, segmentointi, kuvafuusio, visualisointitekniikat, yleisimmät käytetyt ohjelmistot

#### 11. Laatukäsikirja.

Laatujärjestelmän tuntemus, työohjeiden tuntemus, laadunvarmistus.

#### 12. Säteilyturvallisuus.

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

## V Säteihoito 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.  
Dosimetrinen suureiden ja mittaamisen perusteisiin kuuluvan fysiikan ymmärtäminen. Taidot suorittaa annosmittauksia erilaisin mittauslaittein (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.  
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 laatujärjestelmän 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, Fysiikan laitoksen ja HUS:n  
SAIRAALAFYYSIKKOKOULUTUKSEN  
KOULUTUSKALENTERI<sup>3</sup>**

**v1.1  
1.3.2008**

---

<sup>3</sup> Koulutuskalenterin uusien versio ja toimintalinjakohtaiset vastuukouluttajat ovat HUS:n intranetissä

YHTEENVETO

<p><b>Perehdytysjakso</b></p> <p><input type="checkbox"/> Sairaalaympäristöön perehdyttäminen</p> <p><input type="checkbox"/> Työkierron perusteet ja aikataulu</p> <p><input type="checkbox"/> Salassapitovelvoitteet</p> <p><input type="checkbox"/> Potilasturvallisuus</p> <p><input type="checkbox"/> Tietotekniikka ja tietoverkot</p>	<p><b>Hallinnon koulutus</b></p> <p><input type="checkbox"/> Organisaatio</p> <p><input type="checkbox"/> Säteilyn käytön vastuorganisaatio</p> <p><input type="checkbox"/> Henkilöstöhallinto</p> <p><input type="checkbox"/> Laitteiden hankintaprosessit</p> <p><input type="checkbox"/> Meeting –toiminta</p> <p><input type="checkbox"/> PACS</p> <p><input type="checkbox"/> Tieteellinen toiminta ja Vancouver –säännöstö</p>
<p><b>Toimintalinjakohtainen koulutus ja sen kesto</b></p> <p><input type="checkbox"/> ___kk Biosignaalit</p> <p><input type="checkbox"/> ___kk Funktionaalinen ja metabolinen kuvantaminen</p> <p><input type="checkbox"/> ___kk Kuvankäsittely</p> <p><input type="checkbox"/> ___kk Magneettikuvaus</p> <p><input type="checkbox"/> ___kk Röntgentutkimukset</p> <p><input type="checkbox"/> ___kk Sädehoito ja Onkologia</p> <p>_____kk Käytännön harjoittelun kesto yhteensä</p>	<p><b>Teoreettinen koulutus</b></p> <p><input type="checkbox"/> 60 op lääketieteellisen fysiikan opintoja</p> <p><input type="checkbox"/> Väitöskirja tai liseniaattityö</p> <p><input type="checkbox"/> Säteilyn käytöstä vastaavan johtajan tutkinto</p> <p><input type="checkbox"/> Sairaalfysiikkotentti</p>

Koulutuksen hyväksyminen

<p>Erikoistuva fyysikko:</p>	<p>Pvm ja kouluttajan allekirjoitus:</p>
------------------------------	--

## PEREHDYTYSJAKSO

---

### Sairaalaympäristöön perehdyttäminen

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

### Työkierron perusteet ja aikataulu

- Sairaalfyysikkokoulutuksen opinto-opas
- Sairaalfyysikkokoulutuksen 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
- Varmuuskopiontiteknikat
- Intranet tietolähteenä

### Jakson hyväksyminen

Erikoistuva fyysikko:

Pvm ja kouluttajan allekirjoitus:

## HALLINNON KOULUTUS

---

### Organisaatio

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

### Säteilyn käytön vastuorganisaatio

- Organisaation rakenne ja vastuun jakautuminen
- Voimassa olevat turvallisuusluvut

### Henkilöstöhallinto

- Fyysikon asema henkilöstökartalla
- Tulokortti
- Sivutoimiluvat

### Laitteiden hankintaprosessit

- Tarjouspyyntö
- Jääviydet ja tarjouksiin liittyvä salassapitovelvollisuus
- Tarjousten käsittely j
- 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- ja EVO-järjestelmä
- Vancouver-säännöstö

Jakson hyväksyminen

Erikoistuva fyysikko:

Pvm ja kouluttajan allekirjoitus:





**BIOSIGNAALIT**

**Mittausmenetelmät**

<p><b>Hermokudoksen mittausmenetelmät</b></p> <input type="checkbox"/> EEG:n peruseriaatteet <input type="checkbox"/> MEG:n peruseriaatteet <input type="checkbox"/> VEEG, AEEG, DC-EEG <input type="checkbox"/> Biosähköiset anturit ja elektrodit, elektrodien digitointi <input type="checkbox"/> SQUID-anturit <input type="checkbox"/> Esivahvistin <input type="checkbox"/> 10-20-järjestelmä <input type="checkbox"/> Unitutkimukset <input type="checkbox"/> Kortigografia <input type="checkbox"/> Hermokudoksen sähköinen stimulaatio (ES, TMS) <input type="checkbox"/> Herätevastetutkimukset (SEP, BAEP, VEP, MEP) <input type="checkbox"/> ENMG <input type="checkbox"/> Tuntokynnysmittaukset (kylmä- ja lämpötunto, kylmä- ja kuumakipu, värinäntunto)	<p><b>Kliinisen fysiologian mittausmenetelmät</b></p> <input type="checkbox"/> Keskeisimmät keuhkofunktio tutkimukset <input type="checkbox"/> Keuhkofunktio tutkimusten laitteet <input type="checkbox"/> Virtausanturien toimintaperiaatteet <input type="checkbox"/> Kaasuanalyysianturien toimintaperiaatteet <input type="checkbox"/> Sydämen lihas- ja läppätoimintakokeet <input type="checkbox"/> Verenpaineen mittaus <input type="checkbox"/> Impedanssikardiografia <input type="checkbox"/> EKG <input type="checkbox"/> MKG <input type="checkbox"/> Energia-aineenvaihdunnan tutkimukset <input type="checkbox"/> Ruuansulatuskanavan tutkimukset <input type="checkbox"/> Autonomisen hermoston tutkimukset
--	---

**Signaalin synty ja käsittely**

<p><b>Signaalin muodostus</b></p> <input type="checkbox"/> EEG/EKG –signaalin muodostus <input type="checkbox"/> MEG/MKG –signaalin muodostus <input type="checkbox"/> Keuhkofunktiosignaalin muodostus <input type="checkbox"/> Audiosignaalin muodostus <input type="checkbox"/> Videosignaalin muodostus <input type="checkbox"/> Signaalin näytteenottotaajuus <input type="checkbox"/> Signaalin vahvistus <input type="checkbox"/> Digitointi	<p><b>Signaalin analysointi ja tulkinta</b></p> <input type="checkbox"/> Kytännät (referentiaalinen, bipolaarinen) <input type="checkbox"/> Suodatus <input type="checkbox"/> EEG-käyrän, video- ja audiosignaalin synkronisointi <input type="checkbox"/> Taajuus- ja Fourier-analyysi <input type="checkbox"/> Kliininen käyttö <input type="checkbox"/> Normaali aivokäyrä <input type="checkbox"/> Epänormaali aivokäyrä <input type="checkbox"/> Lähteenpaikannus (dipolimallit)
--	--

**Potilasturvallisuus ja laadunvalvonta**

<p><b>Potilasturvallisuus</b></p> <input type="checkbox"/> Maattaminen <input type="checkbox"/> Potilaaseen tehtävät sähköiset kytkennät <input type="checkbox"/> Laitteiden sähköinen luokittelu <input type="checkbox"/> Potilastietoturva	<p><b>Laadunvalvonta</b></p> <input type="checkbox"/> Esivahvistimien kalibrointi <input type="checkbox"/> Elektrodien impedanssimittaus <input type="checkbox"/> Häiriöiden kytkeytymismekanismit ja niiden poisto <input type="checkbox"/> Tutkimusten vakiointi
---	---

**Kirjallisuus**

<input type="checkbox"/> Lang H, Häkkinen V, Larsen TA, Partanen J, Tolonen U (toim.) Sähköiset Aivomme – keskushermoston neurofysiologiset tutkimukset. Suomen Kliinisen Neurofysiologian Yhdistys Ry, Turku, 1994 <input type="checkbox"/> Sovijärvi A, Uusitalo A, Länsimies E, Vuori I (toim.) Kliininen Fysiologia. Duodecim, Jyväskylä, 1994 <input type="checkbox"/> Tyner FS, Knott JR, Mayer WB Jr. Fundamentals of EEG Technology – Volume 1: Basic Concepts and Methods. Raven Press, New York, 1983
---

**Jakson hyväksyminen**

Erikoistuva fyysikko:	Jakson kesto:	Pvm ja kouluttajan allekirjoitus:

**FUNKTIONAALINEN JA METABOLINEN KUVANTAMINEN (Isotooppilääketiede)**

**Menetelmät**

<p><b>Gammakuvauksen mittausmenetelmät</b></p> <input type="checkbox"/> Isotooppilääketieteen menetelmien periaate ja käytäntö <input type="checkbox"/> Säteilyilmaisimet, säteilyn havainnointi <input type="checkbox"/> Kollimoinnin ja sen merkityksen ymmärtäminen <input type="checkbox"/> Säteilylajit <input type="checkbox"/> Gammakameran toiminnan ymmärtäminen <input type="checkbox"/> PET- ja koinssidenssikameroiden perusteiden tunteminen <input type="checkbox"/> Aktiivisuusmittarin toiminnan tunteminen <input type="checkbox"/> Teknetiumgeneraattorin toiminnan tunteminen <input type="checkbox"/> Mittausgeometrian, sironnan, vaimennuksen ja taustasäteilyn ymmärtäminen	<p><b>Laadunvarmistus</b></p> <input type="checkbox"/> Yksikön laatujärjestelmän tunteminen <input type="checkbox"/> Kliinisen auditoinnin tunteminen <input type="checkbox"/> NEMA-standardin hallitseminen <input type="checkbox"/> Energiaspektrin ja -ikkunoiden tarkistus ja säätö <input type="checkbox"/> Kuvakentän epätasaisuuden ja taustan mittaus <input type="checkbox"/> Kuva-alkiokoon mittaaminen <input type="checkbox"/> Lineaarisuuden mittaaminen <input type="checkbox"/> Eri gammaenergioiden samanpaikkaisuuden mittaaminen <input type="checkbox"/> Taajuusvasteikäyrän mittaus ja kuolleen ajan määrittäminen <input type="checkbox"/> SPET kiertoakselin paikan tarkistus <input type="checkbox"/> SPET laaduntarkistus <input type="checkbox"/> SPET-TT laaduntarkistus
--	---

**Tietotekniikka ja säteilyturvallisuus**

<p><b>Tietotekniikka ja kuvankäsittely</b></p> <input type="checkbox"/> Kuvausjärjestelmän tietotekniikan ymmärtäminen <input type="checkbox"/> Verkotuksen ja kuvatallennuksen hallitseminen <input type="checkbox"/> DICOM-standardin tunteminen ja perusteiden hallitseminen <input type="checkbox"/> Suodatuksen ja rekonstruktioiden hallitseminen <input type="checkbox"/> Kuvafuusiot <input type="checkbox"/> PACS:n hallitseminen	<p><b>Säteilyturvallisuus ja säteilybiologia</b></p> <input type="checkbox"/> Tutkimusohjekirjan tunteminen <input type="checkbox"/> Laboratorion turvallisuusohjeiden tunteminen <input type="checkbox"/> Yleisimmin käytetyt radionuklidit ja merkkiaineet <input type="checkbox"/> Käytännön säteilysuojelun hallitseminen <input type="checkbox"/> Radionuklidien käyttöön liittyvä säteilybiologia <input type="checkbox"/> MIRD-formalismin tunteminen
---	---

**Potilastutkimukset**

<p><b>Potilastutkimukset</b></p> <input type="checkbox"/> Kuvausmenetelmien hallinta ja kuvausmuotojen käyttäminen (staattiset, dynaamiset, SPET ja PET-tutkimukset) <input type="checkbox"/> Tutkimusanalysointien ja analyysimenetelmien hallitseminen <input type="checkbox"/> Aivojen isotooppitutkimuksien tunteminen <input type="checkbox"/> Endokrinologisten isotooppitutkimuksien tunteminen <input type="checkbox"/> Keuhkojen isotooppitutkimuksien tunteminen <input type="checkbox"/> Sydämen isotooppitutkimuksien tunteminen <input type="checkbox"/> Virtsaiteiden isotooppitutkimuksien tunteminen <input type="checkbox"/> Luuston isotooppitutkimuksien tunteminen <input type="checkbox"/> Maha-suolikanavan isotooppitutkimuksien tunteminen <input type="checkbox"/> Hematologisten isotooppitutkimuksien tunteminen	<p><b>Isotooppihoidot</b></p> <input type="checkbox"/> Isotooppihoitoihin liittyvien turvallisuuskysymysten tunteminen <input type="checkbox"/> Potilasdosimetrian tunteminen <input type="checkbox"/> Kotiuttamisohjeiden hallitseminen ja tunteminen <input type="checkbox"/> Yleisimpien radiojodihoidon tunteminen
--	---

**Kirjallisuus**

<input type="checkbox"/> Säteilysäätö: <a href="http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/saannosto_sk.html">http://www.stuk.fi/sateilyn_kaytto/saannosto_sk.html</a> <input type="checkbox"/> Tutkimussuosituks: <a href="http://www.snm.org/policy/new_guidelines_1.html">http://www.snm.org/policy/new_guidelines_1.html</a> ja <a href="http://www.eanm.org/index.html">http://www.eanm.org/index.html</a>
--

**Jakson hyväksyminen**

Erikoistuva fyysikko:	Jakson kesto:	Pvm ja kouluttajan allekirjoitus:

**KUVANKÄSITTELY**

<p><b>Yleistä</b></p> <p><input type="checkbox"/> Digitaalinen kuva ja sen yleiset laatutekijät</p> <p><input type="checkbox"/> Väriavaruudet</p> <p><input type="checkbox"/> Intensiiteettioperaatiot: histogrammin käsittely, ikkunointi, gammakorjaus</p> <p><input type="checkbox"/> Aritmeettiset kuvaoperaatiot</p> <p><input type="checkbox"/> Interpolointimenetelmät (lähin naapuri, lineaarinen, cubic, bell-spline) ja näytteistys</p> <p><b>Suodatus, kuvanparannus</b></p> <p><input type="checkbox"/> Lineaarinen kuvansuodatus</p> <p><input type="checkbox"/> Mediaanisuoatus, anisotrooppinen diffuusio, wiener-suodatus</p> <p><input type="checkbox"/> FFT, Wavelets</p> <p><b>Morfologiset operaatiot</b></p> <p><input type="checkbox"/> Naapuruuskoodit, metriikat</p> <p><input type="checkbox"/> Eroosio, dilaatio, opening, closing</p> <p><input type="checkbox"/> Täyttö, ohennus, keskiakselimuunnos, komponenttien leimaus</p> <p><b>Reunantunnistus</b></p> <p><input type="checkbox"/> Esim. Sobel, Prewitt, Roberts, Canny, Laplacian of Gaussian</p> <p><b>Segmentointi</b></p> <p><input type="checkbox"/> Kynnystys</p> <p><input type="checkbox"/> Aluepohjaiset menetelmät</p> <p><input type="checkbox"/> Reunanhakuun ja morfologisiin operaatioihin perustuvat menetelmät</p> <p><input type="checkbox"/> Watershed-muunnos, Quadtree</p> <p><input type="checkbox"/> Tilastolliset ja neuraaliverkkoluokittelijat</p> <p><input type="checkbox"/> Tilastolliset mallit</p> <p><input type="checkbox"/> Muotoutuvat mallit</p>	<p><b>Kohdennus</b></p> <p><input type="checkbox"/> Spatiaaliset muunnokset (rigid-body, affine, elastinen)</p> <p><input type="checkbox"/> Menetelmät: kontrollipisteisiin, pintoihin ja intensiteetteihin perustuvat menetelmät</p> <p><input type="checkbox"/> Kuvafuusio (erilaiset visualisointitekniikat)</p> <p><b>3D-visualisointi</b></p> <p><input type="checkbox"/> Renderöintitekniikat (pinta- ja tilavuuspohjaiset menetelmät, MIP, summa-projektio)</p> <p><input type="checkbox"/> Sävytysmenetelmät, valaistusmallit, heijastusmallit</p> <p><input type="checkbox"/> Virtuaaliendoskopia</p> <p><b>Kuvakompressio</b></p> <p><input type="checkbox"/> Palautuvat ja palautumattomat kompressiomenetelmät</p> <p><b>Funktionaalinen kuvantaminen</b></p> <p><input type="checkbox"/> Esikäsitteilyoperaatiot</p> <p><input type="checkbox"/> Lineaarinen malli</p> <p><input type="checkbox"/> Tilastolliset kuvat ja niiden tulkinta</p> <p><b>Ohjelmistot, kuvien siirto, tiedostoformaattit</b></p> <p><input type="checkbox"/> Tiedostoformaattit (termit, Dicom, Analyze)</p> <p><input type="checkbox"/> Kuvien siirto (FTP, Dicom)</p> <p><input type="checkbox"/> Yksikössä kliinisessä käytössä olevat ohjelmistot</p> <p><input type="checkbox"/> Muut ohjelmistot, esim. Matlab, MRICro, SPM, FSL, MedX</p>
--	---

<p><b>Kirjallisuus</b></p> <p><input type="checkbox"/> Sonka, Hlavac, Boyle: Image Processing, Analysis and Machine Vision</p> <p><input type="checkbox"/> User Manual of Matlab Image Processing Toolbox</p>
---

Jakson hyväksyminen

Erikoistuva fyysikko:	Jakson kesto:	Pvm ja kouluttajan allekirjoitus:

**MAGNEETTIKUVAUS**

<p><b>Magneettikuvauksen periaatteet</b></p> <input type="checkbox"/> Ydinmagneettinen resonanssi <input type="checkbox"/> RF-viritys ja signaalin muodostuminen <input type="checkbox"/> Relaksaatioajat T1 ja T2, spinttiheys <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><b>Kuvanlaadun suureet</b></p> <input type="checkbox"/> Signaali-kohinasuhde <input type="checkbox"/> Kontrasti <input type="checkbox"/> Resoluutio <input type="checkbox"/> Haamu- ym. artefaktat <input type="checkbox"/> Kuva-alan tasaisuus <input type="checkbox"/> Leikepaksuus <input type="checkbox"/> Geometrinen tarkkuus leiketassossa <input type="checkbox"/> Leikkeen sijainti
<p><b>Tekniikka ja turvallisuus</b></p> <input type="checkbox"/> Magneettikuvaukslaitteen rakenne ja toimintaperiaate <input type="checkbox"/> Kelatyypit ja niiden käyttö <input type="checkbox"/> Magneettikuvaukslaitteen peruskäyttö <input type="checkbox"/> Magneettikuvaukslaitteympäristön kuva- ym. tietoliikenne <input type="checkbox"/> Turvallisuusasioiden periaatteet: magneettikentän, gradienttikenttien ja RF-säteilyn vaikutukset <input type="checkbox"/> Vierasesineisiin liittyvät turvallisuusasiat <input type="checkbox"/> Vaaratilanteissa toimiminen ja niistä raportointi <input type="checkbox"/> Hankintaprosessi	<p><b>Laadunvalvontatoimenpiteet</b></p> <input type="checkbox"/> Rutiinilaadunvalvontamittaukset <input type="checkbox"/> Laajemmat, pitkän aikavälin laatumittaukset (esim. Eurospin-fantomit) <input type="checkbox"/> Uuden laitteen vastaanottotarkastus

<p><b>Potilaskuvaukseen liittyviä asioita</b></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"/> Artefaktujen minimointi <input type="checkbox"/> Saturaatiotekniikat
---

<p><b>Funktionaaliset tutkimukset</b></p> <input type="checkbox"/> Aktivaatiotutkimukset (BOLD fMRI) <input type="checkbox"/> Diffuusio <input type="checkbox"/> Perfuusio <input type="checkbox"/> Datan jälkikäsitteily ja tulostus	<p><b>Spektroskopia</b></p> <input type="checkbox"/> Periaate <input type="checkbox"/> Sekvenssit <input type="checkbox"/> Spektrin laatuun vaikuttavat tekijät <input type="checkbox"/> Single voxel -, 2D- ja 3D-tekniikat <input type="checkbox"/> Tulostus
--	--

<p><b>Kirjallisuus</b></p> <input type="checkbox"/> Joseph P. Hornak, The Basics of MRI. <a href="http://www.cis.rit.edu/htbooks/mri">www.cis.rit.edu/htbooks/mri</a> <input type="checkbox"/> David D. Stark & William G. Bradley, Jr, Magnetic Resonance Imaging, 3 <sup>rd</sup> ed, Mosby, 1999. <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
--

Jakson hyväksyminen

Erikoistuva fyysikko:	Jakson kesto:	Pvm ja kouluttajan allekirjoitus:
-----------------------	---------------	-----------------------------------

## TOIMINTALINJAKOHTAINEN KOULUTUS

### RÖNTGENTUTKIMUKSET

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

<b>Dosimetriset suureet</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> CTDI<sub>c, p</sub></li><li><input type="checkbox"/> CTDI<sub>w</sub></li><li><input type="checkbox"/> CTDI<sub>air</sub></li><li><input type="checkbox"/> DLP</li><li><input type="checkbox"/> MSAD</li><li><input type="checkbox"/> TT-annosprofiili</li><li><input type="checkbox"/> ESD</li><li><input type="checkbox"/> DAP</li></ul>	<b>Kuvanlaadun suureet ja ominaisuudet</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Kohina ja kohinan tehospektri</li><li><input type="checkbox"/> Kontrasti</li><li><input type="checkbox"/> Resoluutio ja modulaation siirtofunktio</li><li><input type="checkbox"/> TT-lukujen lineaarisuus</li><li><input type="checkbox"/> Kuvakentän tasaisuus</li><li><input type="checkbox"/> Leikepaksuus (z-sensitivity)</li><li><input type="checkbox"/> Geometrinen tarkkuus</li><li><input type="checkbox"/> Artefaktat</li></ul>
<b>Tekniset laatuksiteerit</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Potilaspöydän liiketarkkuus</li><li><input type="checkbox"/> Kentänkohdistuksen/laserien tarkkuus</li><li><input type="checkbox"/> Gantryn kallistuskulma</li><li><input type="checkbox"/> Sähköturvallisuus</li><li><input type="checkbox"/> Mekaaninen turvallisuus</li><li><input type="checkbox"/> Fokuksen koko</li><li><input type="checkbox"/> Putkijännitteen tarkkuus (kV)</li><li><input type="checkbox"/> Puoliarvopaksuus (HVL)</li></ul>	<b>Johdannais- ja toimintasuureet</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Kvanttitehokkuus (DQE)</li><li><input type="checkbox"/> Signaali-kohinasuhde (SNR)</li><li><input type="checkbox"/> Kontrasti-kohinasuhde (CNR)</li><li><input type="checkbox"/> Geometrinen tehokkuus</li><li><input type="checkbox"/> Pitch</li><li><input type="checkbox"/> Rotaatioaika</li><li><input type="checkbox"/> Rekonstruktioaika</li><li><input type="checkbox"/> Kuva-ala (FOV)</li></ul>

#### 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
- Central slice -teoreema ja suodatettu takaisinprojisointi
- Vaihtoehtoiset rekonstruktio menetelmät
- Helikaali/cone beam kuvadatan interpolointi ja sen vaikutus kuvanlaatuun
- 2D- ja 3D-kuvadatan 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 mAs modulointi, suodatus, hilavalinnat, low-dose protokollat)

#### Sovellukset

- Natiivikuvaus, angiografia, läpivalaisu, osastokuvaus, TT-fluoroskopia
- Aksiaali- ja helikaalikuvaus sekä scout
- Sydämen kuvaus
- Kvantitatiivinen TT
- Virtuaaliendoskopia
- CAD
- Funktionaaliset tutkimukset
- Hybridilaitteet ja fuusiokuvantaminen (mm. CT-PET).
- HUS-Röntgenin toiminta, TT-tutkimusmäärät, laitekanta ja laadunvalvonta

#### Kirjallisuus

- The Physics of Medical Imaging, Webb S (Ed. ), IOP publishing Ltd. Bristol & Philadelphia, 1988
- Physics for Diagnostic Radiology. Dendy PP, Heaton B, 2nd ed. IOP publishing Ltd. Bristol & Philadelphia, 1999
- W. A. Kalender, Computed Tomography, MCD Verlag, 2000
- STUK:n röntgen- ja TT-materiaali: <http://www.stuk.fi>
- ICRP, Managing Patient Dose in Computed Tomography, Pergamon, 2001
- ImPACT: <http://www.impactscan.org>

Erikoistuva fyysikko:

Jakson kesto:

Pvm ja kouluttajan allekirjoitus:

---

## SÄDEHOITO JA ONKOLOGIA – PERUSOSA

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

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

Jakson hyväksyminen

Erikoistuva fyysikko:	Jakson kesto:	Pvm ja kouluttajan allekirjoitus:

**SÄDEHOITO JA ONKOLOGIA – SYVENTÄVÄ OSA (edellyttää perusosan suorittamista)**

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

**Kirjallisuus**

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Nias. Basic clinical radiobiology                          | <input type="checkbox"/> Webb. Physics of 3-dimensional radiation therapy. |
| <input type="checkbox"/> Johns ja Cunningham. Physics of radiology.                 | <input type="checkbox"/> IAEA report 398 (Annosmittausten suoritus)        |
| <input type="checkbox"/> Attix. Introd. to radiol. physics and radiation dosimetry. | <input type="checkbox"/> ICRU 38(Gynekologisen sädehoidon annosmäär.)      |

## Jakson hyväksyminen

Erikoistuva fyysikko:	Jakson kesto:	Pvm ja kouluttajan allekirjoitus:

