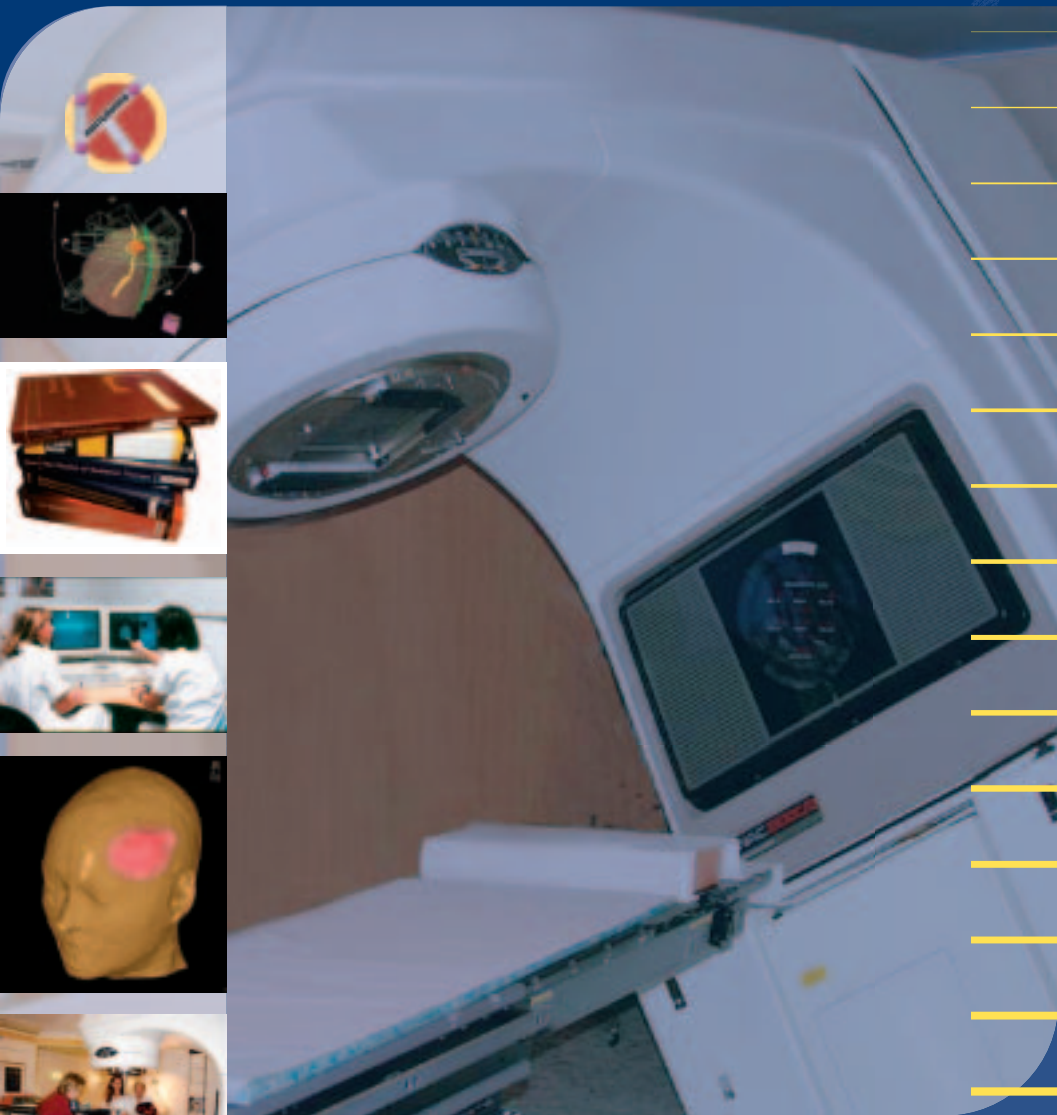


Anbefaling for opplæring av Medisinske Fysikere i stråleterapi i Norge



Referanse:

Hellebust TP, Frengen J, Heggdal J, Knutsen BH, Klebo Espe I., Rekstad B. Anbefaling for opplæring av Medisinske Fysikere i stråleterapi i Norge. StrålevernRapport 2005:6. Østerås: Statens strålevern, 2005.

Emneord:

Stråleterapi. Nasjonalt opplæringsprogram. Medisinsk fysiker. Kvalitetssikring

Resymé:

Rapporten inneholder et anbefalt opplæringsprogram for medisinske fysikere i stråleterapi i Norge. Programmet er tematisk strukturert hvor det er angitt referanser i form av bøker, rapporter, standarder og artikler. Korresponderende øvingsoppgaver er utarbeidet.

Reference:

Hellebust TP, Frengen J, Heggdal J, Knutsen BH, Klebo Espe I., Rekstad B. Guidelines for training of medical physicists in radiotherapy in Norway. StrålevernRapport 2005:6. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2005.

Language: Norwegian.

Key words:

Radiotherapy, Guidelines, Specialist training, Medical Physicists, Quality assurance.

Abstract:

Guidelines for specialist training of medical physicists in radiotherapy in Norway are given. The guidelines do indicate which topics that should be included in the training, accompanied with references and description of practical exercises to be performed.

Prosjektleder: Taran P. Hellebust.

Godkjent:



Gunnar Saxebøl, avdelingsdirektør, Avdeling strålevern og sikkerhet.

84 sider.

Utgitt 2005-04-06.

Opplag 200 (05-04).

Form, omslag: Lobo Media AS, Oslo.

Trykk: Lobo Media AS, Oslo.

Bestilles fra:

Statens strålevern, Postboks 55, 1332 Østerås.

Telefon 67 16 25 00, telefax 67 14 74 07.

e-post: nrpa@nrpa.no

www.nrpa.no

ISSN 0804-4910

Anbefaling for opplæring av Medisinske Fysikere i stråleterapi i Norge

Statens strålevern

Norwegian Radiation
Protection Authority
Østerås, 2005

Forord

Medisinsk fysikk er en viktig del av grunnlaget for planlegging og gjennomføring av strålebehandling. Det finnes ingen formell utdanning eller godkjenningsordning innenfor dette fagområdet i Norge i dag. Fysikere som blir ansatt ved stråleterapisentrene er ofte nyutdannende med kompetanse tilsvarende et hovedfag i fysikk. Majoriteten blir rekruttert fra biofysikkmiljøene, hvor det i studiet blir fokusert på de biologiske aspektene ved fysikken. Stråleterapi spiller en beskjeden rolle i denne utdannelsen, selv om det i de senere årene har blitt etablert enkelte dedikerte stråleterapikurs.

Dette betyr i praksis at nyutdannede og nyansatte stråleterapifysikere har liten kjennskap til praktisk stråleterapi ved ansettelsen. Det er derfor et stort behov for opplæring, både teoretisk og praktisk. Denne opplæringen har vært overlatt til hvert enkelt stråleterapisenter og vil naturligvis kunne ha forskjellig innhold og lengde.

Som ledd i et nasjonalt kvalitetssikringsprosjekt ble KVIST-gruppen (KValitetssikring I StråleTerapi) etablert ved Statens strålevern høsten 2000. KVIST-gruppen arbeider for kvalitetssikringstiltak innenfor et bredt spekter av stråleterapirelaterte emner. På oppfordring fra KVISTs referansegruppe ble det i februar 2001 nedsatt en arbeidsgruppe som skulle utarbeide en nasjonal anbefaling for opplæring av medisinske fysikere i stråleterapien. Arbeidsgruppens medlemmer har vært:

Bjørn Helge Knutsen, Det norske radiumhospital HF

Bernt Rekstad, Ullevål universitetssykehus

Jomar Frengen, St. Olavs hospital

Jan Heggdal, Haukeland universitetssykehus

Ingrid Klebo Espe, Statens strålevern

Taran Paulsen Hellebust, Statens strålevern (leder)

Mandatet var som følger:

Utarbeide nasjonale anbefalinger for opplæring av medisinske fysikere innen stråleterapi:

- Beskrive en strukturert opplæringsplan med tidsrammer og teoretisk/praktisk innhold.
- Opplæringsplanen skal inneholde de tradisjonelle medisinske fysikalske aspektene ved stråleterapi så vel som de kliniske aspektene
- Opplæringsplanen skal også inneholde anbefalt litteratur og relevante nasjonale/internasjonale kurs

Det foreliggende forslag til opplæringsprogram vil kunne være et egnet hjelpemiddel i den sykehusinterne opplæringen av medisinske fysikere. Programmet er utviklet i tråd med europeiske anbefalinger publisert i *Radiotherapy and Oncology* i februar 2004.

Østerås, 21. januar 2005

Innhold

Forord	3
1 Innledning	11
1.1 En medisinsk fysikers arbeidsoppgaver	11
1.2 Forutsetninger og målsetninger for opplæringsprogrammet	11
1.3 Opplæringsprogrammets oppbygning	12
1.3.1 Kjernepunkter	12
1.3.2 Struktur	13
1.4 Gjennomføring	13
1.4.1 Program for basiskunnskap	13
1.4.2 Tidsforbruk	14
1.4.3 Veiledning	14
1.4.4 Dokumentasjon av øvingsoppgavene	14
1.4.5 Hospitering	14
1.5 Internasjonale anbefalinger	14
1.6 Revidering av opplæringsprogrammet	15
1.7 Referanser	15
2 Klinisk fysikk	16
2.1 Vekselvirkningsprosesser	17
2.2 Dosimetri	18
2.3 Dybdedosekurver, fotoner	18
2.4 Doseprofiler, isodoser	19
2.5 Utregning av monitor	19
2.6 Elektroner	19
2.7 Brachyterapi	20
3 Doseplanlegging	21
3.1 Volum- og punktdefinisjoner i stråleterapi	22
3.2 Manuell doseplanlegging	23
3.2.1 Systemoversikt	23
3.2.2 Manuell doseplanlegging uten konturkompensasjon	23
3.2.3 Manuell doseplanlegging med konturkompensasjon	24

3.3	Datamaskinassistert doseplanlegging	24
3.3.1	<i>Systemoversikt</i>	24
3.3.2	<i>Datamaskinassistert planlegging med 2-D konturinformasjon</i>	25
3.3.3	<i>Datamaskinassistert planlegging med 3-D tetthetsinformasjon</i>	25
3.3.4	<i>Invers planlegging</i>	25
3.3.5	<i>Kvalitetssikring av doseplansystemet</i>	26
4	Simulatorprosessen	27
4.1	Innledning	28
4.1.1	<i>Tilstede ved simulator og CT</i>	28
4.1.2	<i>Fysikerens rolle i simulatorprosessen</i>	28
4.2	Apparatlære simulator	29
4.2.1	<i>Oppbygging</i>	29
4.2.2	<i>Generelt om apparatgeometri</i>	29
4.2.3	<i>Betjening og praktisk bruk</i>	29
4.3	Apparatlære CT	30
4.3.1	<i>Oppbygging</i>	30
4.3.2	<i>Betjening og praktisk bruk</i>	30
4.4	Kvalitetskontroll	31
4.4.1	<i>Simulator</i>	31
4.4.2	<i>CT</i>	31
4.5	Bildekvalitet	31
4.5.1	<i>Simulatorbilder</i>	31
4.5.2	<i>CT</i>	32
4.5.3	<i>Bildebehandling (G)</i>	32
4.5.4	<i>Andre bildemodaliteter (A)</i>	32
4.6	Pasientleie og fiksering	33
4.7	Klinisk bruk av CT	33
4.8	Innstillingsteknikk simulator	34
4.8.1	<i>Direkteinnstillinger</i>	34
4.8.2	<i>Kontroll av doseplan (A)</i>	34
4.9	Virtuell simulator	34
4.10	Datasystemer ved simulering	35
5	Kvalitetssikring	36
5.1	Kvalitetssikring i stråleterapien	37
5.2	Prosedyrer	38

5.3	Kvalitetskontroll av utstyr ved avdelingen	38
5.4	Informasjons- og verifikasjonssystemer	39
5.4.1	<i>Visir og Varis (og evt. andre aktuelle systemer i Norge)</i>	39
5.4.2	<i>Verifikasjon av behandling med EPID og film</i>	39
5.4.3	<i>Utvidede systemer</i>	39
5.4.4	<i>QA av info- og verifikasjonssystemer</i>	40
5.5	Avvikshåndtering	40
6	Praktisk dosimetri	41
6.1	Elektrometer	42
6.2	Dosimetre	42
6.3	Stabilitetstest av dosimetriutstyr	43
6.4	Fantomer	43
6.5	Kalibrering av foton- og elektronstråler ved bruk av ionisasjonskamre	44
6.6	Opptak av data for utregning av monitor	44
6.7	Pasientdosimetri	45
7	Lineærakselerator	46
7.1	Oppbygning	46
7.2	Håndtering	47
7.2.1	<i>Klinisk modus</i>	47
7.2.2	<i>Servicemodus</i>	47
7.3	Kvalitetskontroll	47
7.3.1	<i>Prosedyrer for behandling</i>	48
7.4	Verifikasjonssystem	48
7.5	Feltkontrollsystem	49
8	Anatomi og sykdomslære	50
8.1	Introduksjon til nomenklatur, retninger og plan i kroppen	51
8.2	Generell onkologi	51
8.3	Bryst	51
8.4	Urinveiene hos menn og prostata	52
8.5	Hode- halsområdet	52
8.6	Lunger	53
8.7	Fordøyelsessystemet	53

8.8	Hud	54
8.9	Sentralnervesystemet	54
8.10	Skjelett- og muskelsystemet	54
8.11	Blod- og lymfeåresystemet	55
8.12	Gynekologi	55
8.13	Kreft hos barn	56
9	Strålebiologi	57
9.1	Basal strålebiologi	58
9.1.1	<i>Elementær strålingsabsorpsjon</i>	58
9.1.2	<i>DNA trådbrudd og kromosomale aberrasjoner</i>	58
9.1.3	<i>Celleoverlevelseskurver</i>	58
9.1.4	<i>Cellesyklus og strålingseffekter</i>	58
9.1.5	<i>Reparasjon og doserateeffekter</i>	59
9.1.6	<i>Oksygeneffekten og reoksygenering</i>	59
9.1.7	<i>LET, RBE og OER for ulike stråletyper</i>	59
9.2	Generelle biologiske effekter av stråling	59
9.2.1	<i>Akutt strålereaksjon ved helkroppbestråling.</i>	59
9.2.2	<i>Stråleindusert kreft</i>	60
9.2.3	<i>Arvelige effekter ved stråling</i>	60
9.2.4	<i>Stråleeffekter på embryo og foster</i>	60
9.3	Klinisk strålebiologi	61
9.3.1	<i>Tumorbiologi</i>	61
9.3.2	<i>Fraksjonering i stråleterapien</i>	61
9.3.3	<i>Stråleeffekter på normalvev</i>	61
9.3.4	<i>Modellering – NTCP & TCP</i>	62
9.3.5	<i>Stråleterapi kombinert med andre modaliteter</i>	62
10	Brachyterapi	63
10.1	Apparatlære HDR/PDR (avhengig av utstyr)	64
10.1.1	<i>Stepping-source-enhet</i>	64
10.1.2	<i>Kontroll-enheten</i>	64
10.1.3	<i>Applikatorer</i>	65
10.2	Kvalitetsikring	65
10.2.1	<i>Kalibrering av kilder</i>	65
10.2.2	<i>Kvalitetssikring av utstyr</i>	65
10.3	Doseplanlegging	66
10.3.1	<i>Manuell doseplanlegging</i>	66

10.3.1.1	<i>Manuell doseplanlegging ved interstitiell behandling</i>	66
10.3.1.2	<i>Manuell doseplanlegging ved intracavitær behandling</i>	66
10.3.2	<i>Datamaskinassistert doseplanlegging</i>	66
10.3.2.1	<i>Systemoversikt</i>	66
10.3.2.2	<i>Datamaskinassistert planlegging fra røntgenbilder</i>	67
10.3.2.3	<i>Datamaskinassistert planlegging fra CT/MR-grunnlag</i>	67
10.3.3	<i>Kvalitetsikring av doseplansystemet</i>	67
10.4	Prosedyrer for behandling	68
10.5	Endovaskulær brachyterapi	68
11	Pasienthåndtering og ansvarsforhold	69
11.1	Ansvarsforhold mellom yrkesgrupper (G)	69
11.2	Pasienter ved en kreftavdeling (G)	70
11.3	Informasjonsflyt på avdelingen	70
12	Strålevern, nasjonal og internasjonale reguleringer	71
12.1	Grunnleggende strålevern, nasjonal og internasjonale reguleringer	72
12.2	Strålevern ved faste installasjoner	72
12.2.1	<i>Diagnostikklaboratorier</i>	72
12.2.2	<i>Lineærakseleratorer</i>	72
12.3	Strålevern ved åpne radioaktive kilder	73
12.3.1	<i>Åpne kilder ved avdelingen</i>	73
12.3.2	<i>Åpne kilder til diagnostikk</i>	73
12.3.3	<i>Åpne kilder i terapi</i>	73
13	Statistikk	75
13.1	Grunnleggende statistikk	75
13.2	Hypotesetesting	76
13.3	Regresjonsanalyser og variansanalyser	76
13.4	Studiedesign	76
13.5	Overlevelsesanalyser	77
Vedlegg		
1		78
2		83

1 Innledning

1.1 En medisinsk fysikers arbeidsoppgaver

Medisinsk fysikk er en naturvitenskapelig disiplin som omfatter anvendelse av fysiske prinsipper og metoder i medisinsk diagnostikk og behandling.

Fagets utøver, heretter kalt medisinsk fysiker, er med bakgrunn i en teknisk-naturvitenskaplig utdanning involvert i gjennomføring og kvalitetssikring av diagnostiske og terapeutiske prosedyrer, samt forskning og utvikling innenfor fagområdet medisinsk fysikk.

En medisinsk fysikers arbeidsoppgave i stråleterapi vil være å sikre kvaliteten på behandlingen gjennom sin kunnskap innenfor medisinsk fysikk.

Således vil formålet med dette opplæringsprogrammet være å gi kandidaten inngående kjennskap til teoriene bak de ulike stråleterapirelaterte prosedyrene samt funksjonen av det tekniske utstyret som benyttes ved disse prosedyrene.

Betegnelsen medisinsk fysiker bør være forbeholdt personer som har gjennomgått dette opplæringsprogrammet eller som kan vise til kunnskaper på samme nivå.

1.2 Forutsetninger og målsetninger for opplæringsprogrammet

Kandidater til opplæringsprogrammet skal ha en mastergrad i fysikk eller tilsvarende utdanning. Det forutsettes følgelig at kandidaten på forhånd har kjennskap til grunnleggende teori innenfor ioniserende strålingsfysikk. Opplæringen forutsetter tilknytning til et av landets stråleterapisentra, enten i en midlertidig utdanningstilling eller i en fast ansettelse. Størsteparten av opplæringen blir gjennomført ved det aktuelle stråleterapisenteret. I de tilfeller hvor senteret ikke har kunnskap og/eller ressurser til å følge programmet, vil det kunne være aktuelt for kandidaten å hospitere ved et annet sykehus for å ivareta denne delen av opplæringen.

Etter gjennomført opplæringsprogram skal kandidaten være i stand til å utføre kvalitetskontroll av utstyr for stråleterapi, samt bidra til utvikling av metoder for slik kvalitetsikring. Likeledes skal kandidaten beherske metoder for optimal klinisk utnyttelse av ioniserende stråling, samt kunne sikre at denne strålingen avleveres i henhold til strålehygieniske forskrifter, uten unødvendig bestråling av pasienter og personalet.

Opplæringsprogrammet inneholder også grunnleggende teori om den biologiske effekten av ioniserende stråling og forklarer bakgrunnen og innholdet i modeller som er etablert for å beskrive denne biologiske effekten. Opplæringsprogrammet skal i tillegg gi generell kunnskap om relevant anatomi, fysiologi og medisinsk terminologi slik at det er mulig for den medisinske fysikeren å kunne kommunisere med andre faggrupper tilknyttet stråleterapien.

1.3 Opplæringsprogrammets oppbygning

Programmet inneholder en hensiktsmessig fordeling av teori og praksis. Teorien skal tilegnes ved hjelp av litteraturstudier, intern opplæring og nasjonale og internasjonale kurs. Praksisoppgavene er i hovedsak tenkt å kunne utføres ved den aktuelle institusjonen (med unntak av oppgaver som involverer modaliteter som ikke er tilgjengelig lokalt).

1.3.1 Kjernepunkter

I programmet er det definert 12 kjernepunkter som opplæringen bygger på. Disse 12 kjernepunktene skal sammen utgjøre emnene en medisinsk fysiker må beherske innefor stråleterapi. Fordi mange av kjernepunktene inneholder både kliniske temaer (innstillingsteknikker, fiksering osv) og mer tekniske emner (kvalitetsikring av utstyret, oppbygning av apparatur) vil de bli relativt omfattende. Dette understreker viktigheten av samspeilet mellom teknikken og klinikken. Fordi stråleterapi er en kompleks behandlingsmodalitet er det vanskelig å finne klare skillelinjer. Noen av kjernepunktene vil følgelig gli litt over i hverandre. De 12 kjernepunktene er beskrevet nedenfor.

- **Klinisk strålingsfysikk** (kapittel 2): Vekselvirkningsteori, dosimetriteori, teorien rundt karakteristikk av strålefelt samt brachyterapiteori.
- **Doseplanlegging** (kapittel 3): Punkt- og volumdefinisjoner som benyttes i doseplanlegging. Manuell doseplanlegging ved hjelp av tabellverk, med og uten kompensatorer i feltet. Datamaskinbaserte doseplanleggingssystemer; oppbygning og funksjon.
- **Simulatorprosessen** (kapittel 4): Oppbygning, bruk og kvalitetskontroll av simulator og CT, fiksering, direkteinnstillinger på simulator og kontroll av doseplan på simulator, virtuell simulering (noen av emnene vil gli over mot kapittel 3)
- **Kvalitetssikring** (kapittel 5): Kvalitetssikring i helsevesenet, generelt om kvalitetssikring i stråleterapi, beskrivelse av informasjons- og verifikasjonssystemer, informasjonsflyt på en stråleterapiavdeling, avvikshåndtering (noen av emnene vil gli over mot kapittel 4, 6 og 7)
- **Praktisk dosimetri** (kapittel 6) Gjennomgang av oppbygning og bruk av ulike detektorer, nasjonale og internasjonale dosimetriprotokoller, oppmåling av en lineærakselerator
- **Lineærakseleratoren og behandlingsprosessen** (kapittel 7): Oppbygning, kvalitetskontroll og klinisk bruk av lineærakseleratorer
- **Anatomi og onkologi** (kapittel 8): Anatomi, fysiologi, onkologi
- **Strålebiologi** (kapittel 9): Makro- og mikrodosimetri, reparasjons- og restitusjonsprosesser, "dose-respons"-relasjoner, direkte og indirekte effekter, oksygeneffekt, strålesensibiliserende og strålebeskyttende forbindelser, tid-dose-fraksjonerings-relasjoner, friskvevsrespons og tumorkontroll
- **Brachyterapi** (kapittel 10): Beskrivelse av utstyret og kilder benyttet i brachyterapi, gjennomgang av prosedyrer, kvalitetssikring av utstyret og prosedyrene
- **Pasienthåndtering** (kapittel 11): Arbeidsflyt og ansvarsforhold, kommunikasjon, etikk
- **Strålehygiene, nasjonale og internasjonale reguleringer** (kapittel 12): Grunnleggende begreper innen strålevern (optimalisering, berettigelse og dosenivåer), spesielle problemer knyttet til medisinsk bruk av stråling
- **Statistikk** (kapittel 13): Grunnleggende statistikk, hypotesetesting, regresjon, studiedesign, overlevelsesanalyser

1.3.2 Struktur

Under hvert kjernepunkt blir det innledningsvis spesifisert hvilke forkunnskaper som er ønskelig. Deretter beskrives kort hvilke emner kjernepunktet omfatter, samt en liste over aktuelle kurs som i større eller mindre grad dekker disse emnene. Litteraturhenvisninger som blir benyttet for kjernepunktet vil bli angitt i en nummerert liste innledningsvis i hvert kapittel. Hvert kjernepunkt er videre delt inn i tematisk strukturert underkapitler hvor **tema**, **lokale kilder** og **øvinger** blir beskrevet.

Så langt det er mulig er det gitt litteraturhenvisninger til hvert tema, helst på kapitteinivå. Det henvises til nummeret i litteraturlisten, kapitlene er angitt i *kursiv* og henvisningene er skilt med semikolon. Litteraturhenvisningene er veiledende, men er gitt ut i fra en helhetsvurdering med tanke på at den ikke skal omfatte for mange ulike lærebøker. Dersom man ønsker å benytte annen litteratur er det viktig at den omfatter de angitte temaene på en tilfredstillende måte. Vedlegg 2 inneholder lister over nøkkellitteratur og anbefalte kurs.

Kildene som er angitt i hvert underkapittel er henvisninger til ressurspersoner og lokale dokumenter som ikke er allment tilgjengelig.

Temaene og litteraturen er i størst mulig grad kategorisert som grunnleggende (G) eller avanserte (A).

Øvingsoppgavene i det vedlagte øvingsheftet, utgjør en svært viktig del av opplæringsprogrammet. Gjennom disse til dels praktiske oppgavene kan kandidaten få økt forståelse for faget stråleterapi.

Strukturen på oppgavene er gjennomgående og er delt inn i følgende punkter:

- ✓ Målsetning
- ✓ Oppgaven omhandler
- ✓ Utstyr
- ✓ Prosedyre
- ✓ Målinger
- ✓ Beregninger
- ✓ Observasjoner, vurderinger og konklusjoner
- ✓ Referanser
- ✓ Kommentarer fra veileder/signatur

I tillegg refereres det ved noen av oppgavene til EMERALD [1,2,3] (European Medical Radiation Learning Development - et opplæringsprogram for medisinske fysikere for ikke-kliniske relaterte emner utarbeidet av noen av medlemslandene i European Federation of Medical Physicists (EFOMP) gjennom et EU-støttet prosjekt).

1.4 Gjennomføring

1.4.1 Program for basiskunnskap

Kjernepunktene og temaene er ikke systematisert med hensyn på at de skal komme i en naturlig kronologisk rekkefølge, de vil mer fungere som en avkrysningsliste for hva kandidaten skal ha vært igjennom for å tilfredstille kravene nevnt i kapittel 1.2.

Dersom en nyansatt fysiker har liten eller ingen kunnskap innen stråleterapi vil det være ønskelig å få en basiskunnskap som et grunnlag for videre studier av mer spesiell og/eller avansert art. I mange tilfeller er dessuten ansettelse av en fysiker begrunnet i et umiddelbart behov for fysikerkompetanse i den kliniske

hverdagen og det vil være ønskelig å skolere en nyansatt fysiker i stråleterapiklinikken så raskt som mulig. Med utgangspunkt i disse to problemstillingene, er det i Vedlegg 1 beskrevet et program som tar sikte på å gi kandidaten tilstrekkelig kunnskap til å håndtere grunnleggende kliniske rutiner, uten å gå i dybden på alle områder. Programmet tar utgangspunkt i deler av det fulle programmet og strukturerer emnene og øvingsoppgavene slik at disse kommer i en naturlig kronologisk rekkefølge. Det blir presentert en detaljert plan for hvordan teori og praksis skal gjennomføres i forhold til hverandre.

1.4.2 Tidsforbruk

Opplæringsprogrammet vil gå over tre år, i tråd med anbefalingene i Skretting-rapporten [4].

Programmet for basiskunnskap er satt opp som et seks månedersprogram.

1.4.3 Veiledning

Et bærende prinsipp i programmet vil være at kandidaten får utpekt en veileder. Veilederen skal under hele opplæringsperioden holde nær kontakt med kandidaten og se til at opplæringen skjer i henhold til anbefalingene. Veilederoppgaven krever tid i vel så stor grad som kunnskap, og det anbefales derfor at denne oppgaven ikke tillegges avdelingens nøkkelpersoner, som gjerne allerede er svært opptatt.

Spesielt i starten er det viktig at kandidat og veileder har hyppige møter for å sikre at den fundamentale forståelsen blir ivaretatt. I denne fasen kan man regne med at veilederen er i stand til å besvare generelle spørsmål, mens det senere i programmet vil være veileders oppgave å henvise til riktig ressurspersoner.

1.4.4 Dokumentasjon av øvingsoppgavene

Det er ønskelig at det blir laget en rapport hvor innholdet og resultatet av øvingsoppgavene beskrives. Oppgaverapportene fungerer som dokumentasjon på at opplæringsprogrammet er gjennomført.

1.4.5 Hospitering

Det anbefales sterkt at kandidaten hospiterer på andre stråleterapisentra under opplæringsperioden. Det anbefales også at kandidaten hospiterer en kort periode (for eksempel en uke) ved Statens strålevern for å få et innblikk i arbeidet her, spesielt innen dosimetri.

1.5 Internasjonale anbefalinger

European Society of Therapeutic Radiology and Oncology (ESTRO) og European Federation of Medical Physicists (EFOMP) har publisert retningslinjer for utdanning og opplæring av medisinske fysikere i stråleterapi [5]. Alle temaene som omtales i disse retningslinjene er dekket av dette opplæringsprogrammet.

I tillegg har en rekke nasjonale organisasjoner utarbeidet krav eller retningslinjer for utdanning av medisinske fysikere, tilpasset lovverket og utdanningsstrukturen til det enkelte land. Eksempler er Nederland [6], Storbritannia [7] og Danmark [8]. Ved utarbeidelsen av dette opplæringsprogrammet har andre europeiske program blitt aktivt benyttet.

I USA har American Association of Physicists in Medicine (AAPM) utarbeidet tilsvarende retningslinjer for opplæring av medisinske fysikere i rapport nr. 36 [9]. Denne rapporten har også blitt benyttet i dette opplæringsprogrammet.

1.6 Revidering av opplæringsprogrammet

Den grunnleggende strålingsfysikken etablert gjennom forrige århundre forventes ikke å endres dramatisk de neste tiårene. Derimot er fagområdet stråleterapi svært dynamisk fagområde. Det er i stor grad styrt av både teknisk og medisinsk utvikling. Trender kan raskt snu dersom det utvikles ny forbedrede behandlingsmetoder. Siden dette opplæringsprogrammet også har som mål å sette kandidatene inn i disse relativt moderne temaene, er det svært viktig at det foregår en jevnlig revidering. En full revidering vil innebære en ikke ubetydelig arbeidsbelastning. Det anslås at en revidering hvert 3. år ville være gjennomførbart, samtidig som det er tilstrekkelig til at programmet til enhver tid kan være oppdatert.

1.7 Referanser

1. European Medical Radiation Learning Development, EMERALD. Student training workbook: Module 1: Physics of x-ray diagnostic radiology. London: EMERALD / Kings College, 1999.
2. European Medical Radiation Learning Development, EMERALD. Student training workbook: Module 3: Physics of radiotherapy. London: EMERALD / Kings College, 1999.
3. European Medical Radiation Learning Development, EMERALD. Training modules in medical radiation physics: Course guide. London: EMERALD / Kings College, 1999.
4. Skretting A, Strand T, Hellebust TP. Spesialistutdanning og –godkjenning av medisinske fysikere i Norge. Østerås: Norsk Forening for Medisinsk Fysikk, 1997.
5. Eudaldo T et al. Guidelines for education and training of medical physicists in radiotherapy: Recommendation from an ESTRO/EFOMP working group. *Radiotherapy and Oncology* 2004; 70: 125-135.
6. Concilium van de Nederlandse Vereniging voor Klinische Fysica, NVKF. Curriculum voor het werkerrein radiotherapie. Utrecht: NVKF, 1997.
7. The Institute of Physics and Engineering in Medicine, IPEM. Training scheme prospectus for medical physicists and clinical engineers in health care, 2000. York: IPEM, 2000. <http://www.ipem.org.uk/training/prospectus.html> (10.08.04)
8. Vejledning om uddannelse af hospitalsfysikere. Sundhedsstyrelsens vejledning nr. 122 af 20.juli 1995. København: Dansk selskab for medicinsk fysikk, 1995. http://www.dsmf.org/uddannelse_vejledning.htm (10.08.2004)
9. American Association of Physicists in Medicine, AAPM. Essentials and guidelines for hospital based medical physics residence training program. AAPM report no. 36. New York: American Institute of Physics, 1992.

2 Klinisk fysikk

Forkunnskaper:

Grunnleggende fysikk- og matematikk-kunnskaper

Omfatter:

Vekselvirkningsteori

Dosimetriteori

Karakteristikk av strålefelt

Doseplanleggingsteori

Brachyterapiteori

Litteratur:

1. Khan FM. The physics of radiation therapy. Third edition. Philadelphia : Lippincott, Williams & Wilkins, 2003.
2. Hallstadius L, Hertzman S. Joniserende strålnings växelverkan med materia. LUNFD6/(NFRA-3040)/1-126. Lund: Lunds Universitet, Radiofysiska Institutionen, 1983.
3. Attix FH. Introduction to radiological physics and radiation dosimetry. New York: John Wiley & Sons, 1986.
4. Anderson DW. Absorption of ionizing radiation. Baltimore: University Park Press, 1984.
5. Turner JE. Interaction of ionising radiation with matter. Health Physics 2004; 86: 228-252.
6. Absorbed dose determination in external beam therapy: An international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water. International Atomic Energy Agency, IAEA. Technical reports series no.398. Wien: IAEA, 2000.
7. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Radiation, quantities and units. ICRU report 33. Washington, D.C.: ICRU, 1980.
8. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Fundamental quantities and units for ionizing radiation. ICRU report 60. Bethesda, Maryland: ICRU, 1998.
9. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Dosimetry of high-energy photon beams based on standards of absorbed dose to water. ICRU report 64. Ashford, Kent: Nuclear Technology Publishing, 2001. Journal of the ICRU 2001; 1(1): 1-91.
10. Kase KR, Bjärngård BE, Attix FH, red. The dosimetry of ionising radiation, Volume 1. Orlando: Academic Press, 1985.
11. Carlsson GA. Spencer-Attix kavitetsteori. Linköping: Universitetet i Linköping, Institutionen för radiologi, 1978. (1978-05-08)
12. Carlsson GA. Fanos teorem. Linköping: Universitetet i Linköping, Institutionen för radiologi, 1978. (1978-04-28)
13. Carlsson GA, Bragg-Gray dosimetry: Theory of Burch. Linköping: Universitetet i Linköping, Institutionen för radiologi, 1987?
14. Carlsson GA. Burlins kavitetsteori. Report LiU-RAD-R-038. Linköping: Universitetet i Linköping, Institutionen för radiologi, 1979.
15. Carlsson GA. Gränsskiktidosimetri och kavitetsteori. Linköping: Universitetet i Linköping, Institutionen för radiologi, 1979?

16. van Gasteren GM. Determination and use of scatter correction factors of megavoltage photon beams: Measurements and use of collimator and phantom scatter correction factors of arbitrarily shaped fields with a symmetrical collimator setting. Netherlands Commission on Radiation Dosimetry, NCS. Report 12. Delft: Netherlands Commission on Radiation Dosimetry, 1998.
17. Central axis depth dose data for use in radiotherapy: 1996: A survey of depth doses and related data measured in water or equivalent media. / Prepared by a Joint Working Party of the British Institute of Radiology and the Institution of Physics and Engineering in Medicine and Biology. British Journal of Radiology, Supplement 25. London: British Institute of Radiology, 1996.
18. Dutreix A et al. Monitor unit calculation for high energy photon beams. ESTRO Booklet No. 3. Brussel: European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, ESTRO, 1997.
19. van Dam J, Marinello G. Methodes for in vivo dosimetry in external radiotherapy. European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, ESTRO Booklet No. 1. Leuven: Garant, 1994.
20. Nath R et al. Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: Recommendations of AAPM Radiation Therapy Task Group No. 43. Published for the American Association of Physicists in Medicine, AAPM. AAPM report no. 51. New York: American Institute of Physics, 1995. Medical Physics 1995; 22: 209-234.
21. Rivards M et al. Update of AAPM Task Group No. 43: A revised AAPM protocol for brachytherapy dose calculations. Medical Physics 2004; 31: 633-674.

Kurs:

- ✓ Medisinsk Fysikk for Strålterapi (FYS 398 Universitetet i Oslo) (G)
- ✓ Klinisk fysikk for stråleterapi (SIF40AF, NTNU) (G)
- ✓ Physics for Clinical Radiotherapy (ESTRO) (G)
- ✓ Radiotherapy Physics (Royal Marsden, London), 2 kurs (G)
- ✓ Physics of Modern Radiotherapy (EFOMP, Archamps) (G)
- ✓ Dose determination in radiotherapy: Beam characterization, dose calculation and dose verification (ESTRO) (A)
- ✓ Ioniserende strålings vekselvirkning med materie, etterutdanningkurs (NTNU) (A)
- ✓ Dosimetri, etterutdanningkurs (NTNU) (A)

2.1 Vekselvirkningsprosesser

Temaer:

- ✓ Fotoners vekselvirkning [1, *kapittel 5*; 5] (G)
[2, *kapittel 1-2*; 3, *kapittel 7*; 4, *kapittel 6-7*] (A)
- ✓ Fotoattenuasjon [1, *kapittel 5*] (G)
[2] (G/A)
[3, *kapittel 3*] (A)
- ✓ Ladede partiklers vekselvirkning [1, *kapittel 5 og 14*; 5] (G)
[2, *kapittel 3*; 3, *kapittel 4 og 8*; 4, *kapittel 2-3*] (A)
- ✓ Neutroners vekselvirkning [1, *kapittel 5*; 5] (G)
[2, *kapittel 16*; 3, *kapittel 8*] (A)
- ✓ Bremsestråling [1, *kapittel 3*; 3; 4; 5] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.

Øvinger:

Ingen

2.2 Dosimetri

Temaer:

- ✓ Måling av absorbert dose, grunnleggende begrep [1, *kapittel 8*; 3, *kapittel 2*; 6; 7; 8; 9; 10] (G)
- ✓ Kavitetsteori [1, *kapittel 8*] (G)
[3, *kapittel 10*; 11; 12;13;14;15] (A)
- ✓ Primærnormaler [9]
- ✓ Detektorteori [19]

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.

Øvinger:

Ingen

2.3 Dybdedosekurver, fotoner

Temaer:

- ✓ Dybdedosekurver [1, *kapittel 9 og 10*] (G)
- ✓ Feltstørrelsesfaktorer [1, *kapittel 10*] (G)
[16; 17; 18] (A)
- ✓ TMR/TPR [1, *kapittel 9 og 10*] (G)
[17] (A)

Øvinger:

- ✓ Ø 2.1 Generering av dybdedosekurver for fotonstråling med ulik energi og feltstørrelse

2.4 Doseprofiler, isodoser

Temaer:

- ✓ Doseprofiler, penumbra, profiler, kiler, isodoser [1, *kapittel 11*] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.

Øvinger:

- ✓ Ø 2.2 Generering av doseprofiler og beregning av penumbra for fotonstråling
- ✓ Ø 2.3 Generering av isodoser for fotonstråling
- ✓ Ø 2.4 Kilevinkel

2.5 Utregning av monitor

Temaer:

- ✓ Utregning av monitor [1, *kapittel 9 og 10*] (G)
[18] (A)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.

Øvinger:

- ✓ Ø 2.5 Utregning av monitor vha. dybdedose-kurver
- ✓ Ø 2.6 Utregning av monitor vha. TPR-kurver

2.6 Elektroner

Temaer:

- ✓ Dybdedosekurver, avsetning av energi, isodoser [1, *kapittel 14.1-14.4*] (G)
[4, *kapittel 8*; 4, *kapittel 4*] (A)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.

Øvinger

- ✓ Ø 2.7 Generering av dybdedosekurver for elektronstråling med ulik energi og feltstørrelse
- ✓ Ø 2.8 Generering av isodoser for elektronstråling

2.7 Brachyterapi

Temaer:

- ✓ Generell brachyterapi formalisme, ulike kilder,
kildespesifikasjon [1, *kapittel 15.1- 15.4*] (G)
- ✓ TG43-formalismen [20, 21] (A)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.

Øvinger:

Ingen

3 Doseplanlegging

Forkunnskaper:

Doseplanleggingens plass i stråleterapikjeden. Oversiktskunnskap om hvordan ulike former for planleggingsgrunnlag skaffes til veie, så som simulatorfilm, pasientkonturer eller CT/MR-bilder. Kjennskap til hvilken informasjon doseplanavsnittet har som oppgave å produsere for behandlingsapparatene.

Tabellverkets betydning og grunnlag. Kjennskap til hvordan man definerer TPR – eventuelt måldose – og hvilke målinger som ligger til grunn for tabellverket over disse verdiene. Oversikt over øvrige tabulerte faktorer som benyttes i utregning av monitor.

Dybde-dosekurver, doseprofiler og isodoser. Forståelse for hvordan disse endrer seg med energi, feltstørrelse og avstand fra fokus. Kjennskap til parametre som beskriver egenskaper ved strålefelt (D_{10}/D_{20} , penumbra, dekrementlinjer, etc).

Omfatter:

Punkt- og volumdefinisjoner som benyttes i doseplanlegging.

Manuell doseplanlegging ved hjelp av tabellverk, med og uten kompensatorer i feltet.

Datamaskinbaserte doseplanleggingssystemer; oppbygning og funksjon.

Litteratur:

1. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy. ICRU report 50. Bethesda, Maryland: ICRU, 1993.
2. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy. (Supplement to ICRU Report 50) ICRU report 62. Bethesda, Maryland: ICRU, 1999.
3. Specification of dose delivery in radiation therapy: Recommendations by the Nordic Association of Clinical Physicists (NACP). Acta Oncologica 1997; 36 (supplement 10): 1-32.
4. Bentel GC. Radiation therapy planning. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1996.
5. Washington CM, Leaver DT, eds. Physics, simulation and treatment planning: Principles and practice of radiation therapy. St. Louis: Mosby, 1996.
6. van Dyk J, red. The modern technology of radiation oncology: a compendium for medical physicists and radiation oncologists. Madison: Medical Physics Publishing, 1999.
7. Webb S. The physics of three-dimensional radiation therapy: conformal radiotherapy, radiosurgery and treatment planning. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1993.
8. Khan FM. The physics of radiation therapy. Third ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2003.
9. Webb S. Inverse planning and optimisation in radiotherapy. I: A Course in Radiotherapy Physics, Royal Marsden, 3. og 4. desember 2002. Kurshefte 1.
10. Brahme A. Optimization of stationary and moving beam radiation therapy techniques. Radiotherapy & Oncology 1988; 12: 129-140.
11. Rowbottom CG, Webb S, Oldham M. Is it possible to optimize a radiotherapy treatment plan? International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics 1999; 43: 698-699.

12. Kutcher GJ et al. Comprehensive QA for radiation oncology: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40. *Medical Physics* 1984; 21: 581-618.
13. Fraas B et al. American Association of Physicists in Medicine Radiation Therapy Committee Task Group 53: Quality assurance for clinical radiotherapy planning. *Medical Physics* 1998; 25: 1773-1829.
14. Dutreix A et al. Monitor unit calculation for high energy photon beams. ESTRO Booklet No. 3. Brussel: European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, ESTRO, 1997.
15. Kutcher GJ, Burman C. Calculation of complication probability factors for non-uniform normal tissue irradiation; the effective volume method. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics* 1989; 16: 1623-1630.
16. Webb S. The physics of conformal radiotherapy: Advances in technology. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1997.
17. Erlandsson M et al. Planning of radiotherapy for patients with hip prosthesis. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics* 1991; 20: 1093-1098.
18. Galvin JM et al. The use of digitally reconstructed radiographs for three-dimensional treatment planning and CT-simulation. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics* 1995; 31: 935-942.
19. Arnfield MR et al. Dosimetric validation for multileaf collimator-based intensity-modulated radiotherapy; a review. *Medical Dosimetry* 2001; 26: 179-188.
20. Oldham M et al. High resolution gel-dosimetry by optical-CT and MR scanning. *Medical Physics* 2001; 28: 1436-1445.
21. Mayles WPM et al, red. Physics aspects of quality control in radiotherapy. Institute of Physics and Engineering in Medicine, IPEM Report 81. York: IPEM, 1999.
22. Lavernes S, red. Volum og doser ved strålebehandling. StrålevernRapport 2003:12. Østerås: Statens strålevern, 2003.

Kurs:

- ✓ Radiotherapy Treatment Planning: Principles and Practice (ESTRO)
- ✓ Physics for Clinical Radiotherapy (ESTRO)
- ✓ Imaging for Target Volume Determination in Radiotherapy (ESTRO)
- ✓ IMRT and Other Conformal Techniques in Practice (ESTRO)
- ✓ A course in radiotherapy physics, week 1: Radiation dosimetry, treatment planning and treatment techniques. (Royal Marsden Hospital)

3.1 Volum- og punktdefinisjoner i stråleterapi

Temaer:

- ✓ Referansepunkter og koordinatsystemer [1, 2, 3, 21]. (G)
- ✓ Volum- og punktdefinisjoner [1, 2, 3, 22]. (G)
- ✓ Begreper som beskriver dosefordelinger [1, 2, 3, 22]. (G)
- ✓ Kliniske og biologiske parametre [1, 2, 3]. (G)
- ✓ Fysiske og tekniske parametre for terapiutstyr [1, 2, 3]. (G)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.

Øvinger:

- ✓ Ø 3.1 Definisjoner i ICRU og NACP

3.2 Manuell doseplanlegging

3.2.1 Systemoversikt

Temaer:

- ✓ Gjennomgang av diagnoser og behandlingsregioner hvor lokal praksis tilsier manuell doseplanlegging. (G)
- ✓ Verktøy som er tilgjengelige for å manipulere en manuell doseplan (filtre, kiler, bolus, etc) [4, kapittel 8, 231-239]. (G)
- ✓ Fysikers kontrollrutiner for manuelle doseplaner. (G)
- ✓ Overføring av doseplandata til verifikasjonssystem. (G)

Lokale kilder:

- ✓ Arkiverte doseplaner fra avdelingen.
- ✓ Verifikasjonssystem.
- ✓ Veileder.

Øvinger:

- ✓ Ø 3.2 Doseringsgrunnlag ved doseplanlegging.

3.2.2 Manuell doseplanlegging uten konturkompensasjon

Temaer:

- ✓ Dosefordelinger og feltparametre som påvirker disse for de vanligste typene manuelle doseplaner (fotoner på dyp/tverrmål med/uten kompensatorer, elektronbestråling) [4, kapittel 6, 98-123; 8, kapittel 11.1-11.3]. (G)
- ✓ Beregning av effektiv feltstørrelse [8, kapittel 9.3.B; 14, kapittel 4.6.2]. (G)
- ✓ Valg av tverrmål; i eller utenfor sentralstråle, begrunnelse for valg. (G)
- ✓ Avstandskorreksjon ved normeringsdyp forskjellig fra isosenterposisjon. (G)
- ✓ Dosering av elektronfelt [8, kapittel 14.5-14.6]. (G)
- ✓ Kompensasjon for inhomogeniteter [8, kapittel 12.5]. (A)
- ✓ Beregning av dosepunkter for *in vivo* dosimetri. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Tabellverk.
- ✓ Lokale metodebøker.
- ✓ Veileder.

Øvinger:

- ✓ Ø 3.3 Manuell doseplanlegging uten konturkompensasjon

3.2.3 Manuell doseplanlegging med konturkompensasjon

Temaer:

- ✓ Grunnlag for valg av kontur/ikke kontur, valg av snittplan, praktisk utførelse av konturtagning [4, kapittel 7, 178-185] (G)
- ✓ Gjennomgang av mulige og lokalt tilgjengelige kompensatorer; fysiske og absorpsjonsmessige dimensjoner, anvendelse på apparat [4, kapittel 8, 219-240; 8, kapittel 12.5] (G)
- ✓ Beregning av doseplandata (kontrolldose, detektordoser, filterfaktorer, avstandsfaktor) (G)

Lokale kilder:

- ✓ Tabellverk.
- ✓ Lokale metodebøker.
- ✓ Veileder.

Øvinger:

- ✓ Ø 3.4 Manuell doseplanlegging med konturkompensasjon

3.3 Datamaskinassistert doseplanlegging

3.3.1 Systemoversikt

Temaer:

- ✓ Oversikt over lokalt doseplansystem og –prosedyrer (nødvendig planleggingsgrunnlag, funksjoner som benyttes for å generere en doseplan, eksport og dokumentasjon av doseplaner). (G)
- ✓ Datamaskindrevne doseplansystemer; historikk og utvikling [6, kapittel 8.1-8.3; 4, kapittel 7, 162-164] (G)
- ✓ Beregningsalgoritmer [6, kapittel 8.4-8.6]. (G)
- ✓ Tolkning av dose-volumhistogrammer [15] (G)
- ✓ Kravspesifikasjon, mottakskontroll, kvalitetssikring [6, kapittel, 8.8, 8.10-8.11] (A)
- ✓ Kommunikasjon med andre systemer (CT, digital/virtuell simulator, verifikasjonssystem). (A)
- ✓ Begrensninger og utviklingsmuligheter for det lokale systemet. (A)
- ✓ Oversiktsinformasjon om andre typer doseplansystemer. (A)
- ✓ Oppmålingsdata som doseplansystemet baserer sine beregninger på. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.
- ✓ Systemmanualer.
- ✓ Doseplanansvarlig fysiker.

Øvinger:

- ✓ Ø 3.5 Doseberegning som funksjon av beregningsalgoritme

3.3.2 Datamaskinassistert planlegging med 2-D konturinformasjon

Temaer:

- ✓ Definisjon av målvolum og risikovolum når tilgjengelig planleggingsinformasjon er en todimensjonal kontur. (G)
- ✓ Fysikers kontrollpunkter i en konturbaserte doseplan. (G)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.
- ✓ Systemmanualer.

Øvinger:

- ✓ Ø 3.6 Datamaskinassistert doseplanlegging på grunnlag av 2D-kontur

3.3.3 Datamaskinassistert planlegging med 3-D tetthetsinformasjon

Temaer:

- ✓ Forarbeid til målvoluminntegning (oppretting av pasient, bildeimport, etc). (G)
- ✓ Lokal anvendelse av målvolum- og margindefinisjoner. (G)
- ✓ Feltinnstilling og –modulering (G)
- ✓ Rutiner for godkjenning og dokumentasjon [4, kapittel 8, 241-259] (G)
- ✓ Planlegging av tredimensjonal konformasjonsbehandling [16, kapittel 1] (A)
- ✓ Beregninger med/uten tetthetskorreksjon [17] (A)
- ✓ Generering av DRR og vilkårlige bildeplan [16, kapittel 4.2.1; 18] (A)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.
- ✓ Systemmanualer.
- ✓ Lokale protokoller.

Øvinger:

- ✓ Ø 3.7 Datamaskinassistert doseplanlegging med CT-grunnlag
- ✓ Ø 3.8 Sammenligning av doseplaner
- ✓ Ø 3.9 Elektronberegninger

3.3.4 Invers planlegging

Temaer:

- ✓ Teori bak invers planlegging [9; 10;11] (A)
- ✓ Gjennomgang av lokalt installert modul for invers planlegging (A)
- ✓ IMRT [19; 20] (A)

Lokale kilder:

- ✓ IMRT-ansvarlig fysiker.
- ✓ Brukermanualer.
- ✓ Leverandørdemoer (video, CD-rom)

Øvinger:

- ✓ Ø 3.10 Invers planlegging

3.3.5 Kvalitetssikring av doseplansystemet**Temaer:**

- ✓ Kvalitetssikring av datamaskinsystemer for doseplanlegging [12, del B.III; 21, kapittel 4] (A)
- ✓ Kvalitetssikring av planleggingsprosessen [12, del B.IV; 21, kapittel 4] (A)

Lokale kilder:

- ✓ Doseplanansvarlig fysiker.

Øvinger:

- ✓ Ø 3.11 Kontroll av utregnet monitor fra doseplansystemet
- ✓ EMERALD: Terapi– 14 Basic checks of a treatment planning system for external beam therapy

4 Simulatorprosessen

Forkunnskaper:

Rollen til simulator i stråleterapiprosessen.

Omfatter:

Direkteinnstillinger på simulator.

Kontroll av doseplan på simulator.

Litteratur:

1. Webb S. The physics of medical imaging. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1988.
2. Bomford CK, Kunkler H, Sherriff SB. Walter and Miller's textbook of radiotherapy: Radiation physics, therapy and oncology. Fifth edition. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1993.
3. Bentel GC. Radiation therapy planning. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1996.
4. International Electrotechnical Commission, IEC. Radiotherapy equipment: Coordinates, movements and scales. IEC International Standard 61217. Edition 1.1. Geneve: IEC, 2002.
5. Khan FM. The physics of radiation therapy. Third ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2003.
6. Kalender WA. Computed tomography: Fundamentals, system technology, image quality, applications. München: Publicis MCD Verlag, 2000.
7. Mayles WPM et al, red. Physics aspects of quality control in radiotherapy. Institute of Physics and Engineering in Medicine, IPEM Report 81. York: IPEM, 1999.
8. Booth JT, Zavgorodni SF. Set-up error & organ motion uncertainty: A review. Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine 1999; 22 (2): 29-47.
9. Van de Wiele C et al. Nuclear medicine imaging to predict response to radiotherapy: a review. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics 2003; 55: 5-15.
10. Sherouse GW et al. Virtual simulation in the clinical setting: Some practical considerations. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics 1990; 19: 1059-1065.
11. Sherouse GW et al. Computation of digitally reconstructed radiographs for use in radiotherapy treatment design. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics 1990; 18: 651-658.
12. Aird EG, Conway J. CT simulation for radiotherapy treatment planning. British Journal of Radiology, BJR 2002; 75: 937-949.
13. Hurkmans CW et al. Set-up verification using portal imaging; review of current clinical practice. Radiotherapy and Oncology 2001; 58: 105-120.
14. International Electrotechnical Commission, IEC. Medical electrical equipment - Digital imaging and communications in medicine (DICOM) - Radiotherapy objects. IEC/TR Technical report 61852. Edition 1.0. Geneve: IEC, 1998
15. International Electrotechnical Commission, IEC. Medical electrical equipment - Guidelines for implementation of DICOM in radiotherapy. IEC/TR Technical report 62266. Edition 1.0. Geneve: IEC, 2002

Kurs:

- ✓ Radiotherapy Treatment Planning, Principles and Planning (ESTRO) (G)
- ✓ Radiotherapy Physics (Royal Marsden, London), 2 kurs (G)
- ✓ IMRT and Other Conformal Techniques in Practice (ESTRO) (G)
- ✓ Medical Imaging Physics, Diagnostics, CT, MRI (Royal Marsden, London) (A)

4.1 Innledning

Innledningen er ment å dekke behovet for å være til stede ved simulator uten spesiell veiledning og uten spesielle arbeidsoppgaver. Denne perioden trenger ikke være sammenhengende, men kan tilpasses ulike behov.

4.1.1 Tilstede ved simulator og CT

Temaer:

- ✓ Få innblikk i arbeidsflyt og oppgaver på simulator og CT. (G)

Lokale kilder:

- ✓ Simulatorfysiker.
- ✓ Leger og stråleterapeuter ved simulator.
- ✓ Prosedyreperm.

Øvinger:

- ✓ Ø 4.1 Hospitering på simulator, tidlig fase

4.1.2 Fysikerens rolle i simulatorprosessen

Temaer:

- ✓ Gjennomgang av fysikers rolle på simulator. (G)
- ✓ Gjennomgang av fysikers rolle ved CT. (G)

Lokale kilder:

- ✓ Leder for klinisk fysikk.
- ✓ Simulatorfysiker.

Øvinger:

Ingen

4.2 Apparatlære simulator

4.2.1 Oppbygging

Temaer:

- | | | |
|---------------------------------------|-------------------------|-----|
| ✓ Produksjon av lavenergetisk røntgen | [1, <i>kapittel 2</i>] | (G) |
| ✓ Mekanisk oppbygging | [2, <i>kapittel 7</i>] | (G) |
| ✓ Strålegang i apparatet | [2, <i>kapittel 7</i>] | (G) |

Lokale kilder:

- ✓ Manualer
- ✓ Tekniker
- ✓ Simulatorfysiker

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Diagnostikk - 4.1 Image formation in radiography and fluoroscopy.

4.2.2 Generelt om apparatgeometri

Temaer:

- | | | |
|--|----------------------------|-----|
| ✓ Isosenter og lasere | [4] | (G) |
| ✓ Definisjon av akser | [4] | (G) |
| ✓ Vinklinger (apparat, kollimator, bord) | [2, <i>kapittel 7</i> ; 4] | (G) |
| ✓ Avstander (ISO, KSA, filter/blokker) | [2, <i>kapittel 7</i> ; 4] | (G) |

Lokale kilder:

- ✓ Simulatorfysiker.

Øvinger:

- ✓ Ø 4.2 Definisjoner av geometriske parametere ved strålebehandling.

4.2.3 Betjening og praktisk bruk

Temaer:

- | | | |
|---|-------------------------|-----|
| ✓ Mekanisk betjening (kontrollpanel og håndkontroll). | | (G) |
| ✓ Endret FAD: FSI mot ISO-avstand. | | (G) |
| ✓ Spesielle begrensninger (bildeforsterker). | | (G) |
| ✓ Sikkerhetsrutiner - personell og apparat. | | (G) |
| ✓ Strålingsparametre (mAs, kV, blendere, automatikk). | [2, <i>kapittel 7</i>] | (G) |
| ✓ Gjennomlysning. | [2, <i>kapittel 7</i>] | (G) |
| ✓ Ta bilde på film. | [2, <i>kapittel 7</i>] | (G) |

Lokale kilder:

- ✓ Simulatorfysiker.
- ✓ Rutineperm for simulatorpersonalet.
- ✓ Manualer.

Øvinger:

- ✓ Ø 4.3 Praktisk bruk av simulator

4.3 Apparatlære CT

4.3.1 Oppbygging

Temaer:

- ✓ Mekanisk oppbygging [1, kapittel 4; 2, kapittel 7; 6, kapittel 2] (G)
- ✓ Strålegang i apparatet [1, kapittel 4; 2, kapittel 7; 6, kapittel 2] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Manualer
- ✓ Tekniker
- ✓ Simulatorfysiker

Øvinger:

Se under Bildekvalitet

4.3.2 Betjening og praktisk bruk

Temaer:

- ✓ Mekanisk betjening. (A)
- ✓ Spesielle begrensninger (område for rekonstruksjon, vinklinger). (A)
- ✓ Sikkerhetsrutiner - personell og apparat. (A)
- ✓ Strålingsparametere (mAs, kV, FOV, automatiske programmer). (A)
- ✓ Ta bilder. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Simulatorfysiker.
- ✓ Rutineperm for CT-personalet.
- ✓ Manualer.

Øvinger:

Ingen.

4.4 Kvalitetskontroll

4.4.1 Simulator

Temaer:

- ✓ Simulator i kvalitetssystemet. [7, kapittel 3] (G)
- ✓ Morgenkontroll og oppvarming. [7, kapittel 3] (G)
- ✓ Andre periodiske kontroller. [7, kapittel 3] (G)
- ✓ Kort om hva som gjøres ved mottakskontroll. (G)

Lokale kilder:

- ✓ Simulatorfysiker.
- ✓ Ingeniør.
- ✓ Mottaksprotokoll og manualer.

Øvinger:

- ✓ Ø 4.4 Periodiske kontroller av simulator
- ✓ EMERALD: Terapi - 2 Calibration of a kilovoltage x-ray beam. (Litt på siden.)

4.4.2 CT

Temaer:

- ✓ CT i kvalitetssystemet. [7, kapittel 3] (G)
- ✓ Morgenkontroll og oppvarming. [7, kapittel 3] (G)
- ✓ Andre periodiske kontroller. [7, kapittel 3] (G)
- ✓ Kort om hva som gjøres ved mottakskontroll. [7, kapittel 3] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Simulatorfysiker.
- ✓ Ingeniør.
- ✓ Mottaksprotokoll og manualer.

Øvinger:

- ✓ Ø 4.5 Periodiske kontroller av CT

4.5 Bildekvalitet

4.5.1 Simulatorbilder

Temaer:

- ✓ Gjennomgang av bildekvalitet ved simulator [1, kapittel 3] (A)

Lokale kilder:

- ✓ Røntgenfysiker.

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Diagnostikk - 4.1 Image formation in radiography and fluoroscopy
- ✓ EMERALD: Diagnostikk - 4.2 Image resolution and unsharpness.
- ✓ EMERALD: Diagnostikk - 4.3 Image noise assessment in diagnostic radiology.
- ✓ EMERALD: Diagnostikk - 4.4 Scattered radiation.

4.5.2 CT**Temaer:**

- ✓ Tilbakeprojeksjonsteori. [1, *kapittel 4*] (A)
- ✓ Gjennomgang av bildeklaritet ved CT [1, *kapittel 4 og 12*] (A)

Lokale kilder:

- ✓ Røntgenfysiker.

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Diagnostikk - 9.6 CT scanner quality assurance.

4.5.3 Bildebehandling (G)**Temaer:**

- ✓ Metoder for bildebehandling [1, *kapittel 12 og 13*] (G)
- ✓ Hvilke metoder brukes rutinemessig? (G)
- ✓ Avanserte metoder for bildebehandling [1, *kapittel 12 og 13*] (A)
- ✓ Spesielle problemer knyttet til bilder tatt med høyenergistråling. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Stråleterapeut.
- ✓ Røntgenfysiker.
- ✓ Programmer fra Karsten Eilertsen

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Diagnostikk - 9.1 Digital Processing in Radiology.

4.5.4 Andre bildemodaliteter (A)**Temaer:**

- ✓ Prinsipper for dannelse av MR-bilder, opptak og rekonstruksjon, apparatur, MR-spektroskopi, klinisk bruk [1, *kapittel 8*] (A)

-
- ✓ Nukleærmedisinske undersøkelser, PET, SPECT, prinsipper og utstyr, klinisk bruk [1, kapittel 6; 9] (A)
 - ✓ Ultralyd, prinsipper og utstyr, klinisk bruk [1, kapittel 7] (A)

Lokale kilder:

- ✓ Bildeansvarlig ved klinikken.

Øvinger:

Ingen.

4.6 Pasientleie og fiksering

Temaer:

- ✓ Gjennomgang av kriterier for god fiksering [2, kap 6; 3, kap 7; 5, kap 12.6] (G)
- ✓ Rutiner som gjelder for fiksering [2, kap 6; 3, kap 7; 5, kap 12.6] (G)
- ✓ Gjennomgang av utstyr for fiksering [2, kap 6; 3, kap 7; 5, kap 12.6] (G)
- ✓ Anatomiske referansepunkt [2, kap 6; 3, kap 7; 5, kap 12.6] (G)
- ✓ Innstillingsusikkerheter [8, 13] (G)
- ✓ Gjennomgang av spesielle fikseringsrutiner ved klinikken. (A)
- ✓ Gjennomgang av andre fikseringsprodukter som ikke er tatt inn ved avdelingen. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Simulatorfysiker.
- ✓ Fikseringstekniker.
- ✓ Egne prosedyrer.

Øvinger:

- ✓ Ø 4.6 Fiksering/posisjonering

4.7 Klinisk bruk av CT

Temaer:

- ✓ Behov for markører på pasienten. (G)
- ✓ Valg av FOV, behov for ytterkontur. (G)
- ✓ Valg av snittykkelse og opptaksområde. (G)

Lokale kilder:

- ✓ Prosedyrehåndbok ved CT.
- ✓ Simulatorfysiker.
- ✓ Stråleterapeut ved CT.

Øvinger:

- ✓ Ø 4.7 CT-opptak for doseplanlegging

4.8 Innstillingsteknikk simulator

4.8.1 Direkteinnstillinger

Temaer:

- ✓ Gjennomgang av generelle problemstillinger ved skjøting av felt. [3, kapittel 6] (G)
- ✓ Gjennomgang av generelle problemstillinger ved vurdering av dosefordeling (energivalg, filter, bolus). [3, kapittel 6] (G)
- ✓ Gjennomgang av spesielle behandlingsteknikker [2;3] (A)
- ✓ Gjennomgang av lokal teknikk for bestråling mot brystvegg og lokale lymfeknuteområder. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Simulatorfysiker.
- ✓ Leger og stråleterapeuter ved simulator.
- ✓ Prosedyreperm.

Øvinger:

- ✓ Ø 4.8 Direkte simulatorinnstilling
- ✓ Ø 4.9 Geometri av blokker ved direkteinnstillinger
- ✓ Ø 4.10 Prosjeksjonsbilder av ryggsoylen
- ✓ Ø 4.11 Vurdering av teknikk for skjøting

4.8.2 Kontroll av doseplan (A)

Temaer:

- ✓ Gjennomgang av generelle problemstillinger ved kontroll av doseplan og isosenterkontroll. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Simulatorfysiker.
- ✓ Simulatorlege.
- ✓ Prosedyreperm.

Øvinger:

- ✓ Ø 4.12 Simulatorkontroll av doseplan.

4.9 Virtuell simulator

Temaer:

- ✓ Konseptet virtuell simulering [10, 12] (A)
- ✓ Digitalt rekonstruert røntgenbilder (DRR) [11, 12] (A)

Lokale kilder:

- ✓ Ansvarlig fysiker

Øvinger:

- ✓ Ø 4.13 Virtuell simulering

4.10 Datasystemer ved simulering**Temaer:**

- ✓ Overføringsmuligheter for digital informasjon, DICOM RT. [14;15] (A)
- ✓ Hvordan få simulatordata til verifikasjonssystem? (A)
- ✓ Hvordan brukes doseplanleggingssystemet ved simulator? (A)
- ✓ Digital simulering og digital inntegning av blokker (A)

Lokale kilder:

- ✓ Simulatorfysiker.
- ✓ Doseplanlegger.
- ✓ IT-ansvarlig.

Øvinger:

Ingen.

5 Kvalitetssikring

Forkunnskaper:

Grunnleggende kunnskap om stråleterapi. Fysikers rolle.

Omfatter:

Kvalitetssikring generelt

Kvalitetssikring i helsetjenesten

Generell beskrivelse av kvalitetssikring i stråleterapi (kvalitetskontroll av Linac, Simulator, CT, doseplansystem, Brachyterapienhet og EPID dekkes under egne hovedkapitler)

Informasjonsflyt på avdelingen

Avvikshåndtering

Fysiker skal få inngående kjennskap til kvalitetssikringsrutinene i stråleterapien med vekt på, fysikers ansvarsområder, inkludert fysikers sentrale rolle i etableringen av et kvalitetssystem ved stråleterapiseksjonen.

Litteratur:

1. Systemer for kvalitetsstyring: Grunntrekk og terminologi. Norsk standard NS-EN ISO 9000. Oslo: Norges standardiseringsforbund, 2000.
2. Thwaites D et al. Quality assurance in radiotherapy. *Radiotherapy and Oncology* 1995; 35: 61-73.
3. Kyrkjebø JM. Kvalitetsutvikling i helsetjenesten: en lærebok for helsefagstudenter. Bergen: Fagbokforlaget, 1998.
4. Bentel GC. Radiation therapy planning. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1996.
5. Khan FM. The physics of radiation therapy. Second ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 1994.
6. Brahme A, ed. Accuracy requirements and quality assurance of external beam therapy with photons and electrons. *Acta Oncologica* 1988; Supplementum 1: 1-76.
7. Kutcher GJ et al. Comprehensive QA for radiation oncology: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40. *Medical Physics* 1994; 21: 581-618.
8. Leer JWH et al. Practical guidelines for the implementation of a quality system in radiotherapy. ESTRO Booklet No 4. Brussel: European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, ESTRO, 1998.
9. Herman MG et al. Clinical use of electronic portal imaging: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 58. *Medical Physics* 2001; 28: 712 – 737.
10. Langmack KA. Portal imaging. *British Journal of Radiology, BJR* 2001; 74: 789 – 804.
11. Hurkmans CW et al. Set-up verification using portal imaging; review of current clinical practice. *Radiotherapy and Oncology* 2001; 58: 105-120.
12. de Boer HC, Heijmen BJ. A protocol for the reduction of systematic patient setup errors with minimal portal imaging workload. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics* 2001; 50: 1350 – 1365.

-
13. van Herk M, Remeijer P, Lebesque JV. Inclusion of geometric uncertainties in treatment plan evaluation. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics* 2002; 52: 1407-22.
 14. Stroom JC et al. Inclusion of geometrical uncertainties in radiotherapy treatment planning by means of coverage probability. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics* 1999; 43: 905-919.
 15. Antonuk LE. Electronic portal imaging devices: A review and historical perspective of contemporary technologies and research. *Physics in Medicine and Biology* 2002; 47(6): R31-65.
 16. Macklis RM, Meyer T, Weinhaus MS. Error rates in clinical radiotherapy. *Journal of Clinical Oncology* 1998; 16: 551-556.
 17. Landberg T. Errors and accidents in radiotherapy. I: kurshefte for ESTROs Evidence-based radiation oncology: principles and methods, Budapest, 1999.
 18. Lessons learned from accidental exposures in radiotherapy. International Atomic Energy Agency, IAEA. Safety reports series No.17. Wien: IAEA, 2000.
 19. van Dyk J, red. The modern technology of radiation oncology : a compendium for medical physicists and radiation oncologists. Madison: Medical Physics Publishing, 1999.
 20. Forskrift om systematisk helse-, miljø og sikkerhetsarbeid i virksomheter. (Internkontrollforskrift), 1996-12-06, 1127. Oslo: Arbeids- og administrasjondepartementet, 1997. ([http://www.lovdata.no/for/sf/aa/xa-19961206-1127.html\(25.08.04\)](http://www.lovdata.no/for/sf/aa/xa-19961206-1127.html(25.08.04)))
 21. Lavernes S, red. Avvikshåndtering ved norske stråleterapisentre. StrålevernRapport 2004:1. Østerås: Statens strålevern, 2004.

Kurs:

- ✓ Physics for clinical radiotherapy (ESTRO) (G)
- ✓ RT physics; dosimetry, planning (Royal Marsden, London) (G)
- ✓ Evidence-based radiation oncology: Methodological basis and clinical application (ESTRO) (G)

5.1 Kvalitetssikring i stråleterapien

Temaer:

- ✓ Begrepsavklaring (kvalitet, kvalitetskontroll, kvalitetssikring, kvalitetssystem) [1; 2; 3;20]
- ✓ Kvalitetssikring i helsetjenesten [2; 3; 20]
- ✓ Kvalitetssikring i stråleterapien [2; 4, *kapittel 6 og 8*; 5, *kapittel 17*; 6; 7]
- ✓ Etablering av et kvalitetssystem i stråleterapien [8]

Kilder:

- ✓ Kvalitetsavdelingen ved sykehuset.
- ✓ Kvalitetssikringsansvarlig ved avdelingen.

Øvinger:

- ✓ Ø 5.1 Kvalitetssikring ved sykehuset

5.2 Prosedyrer

Temaer:

- ✓ Nødvendigheten av skriftlige prosedyrer, prosedyrenes plass i kvalitetssystemet
- ✓ Oppbygging av og innhold i prosedyrer og arbeidsbeskrivelser [7]
- ✓ Godkjenning og oppdatering av prosedyrer
- ✓ Rutiner for produksjon og vedlikehold av prosedyrer ved avdelingen
- ✓ Elektroniske løsninger (feks. nettbaserte prosedyrer som OnkoNett)

Kilder:

- ✓ Erfaren fysiker (evt. prosedyreansvarlig ved avd.).
- ✓ OnkoNett (beskrivelse fra Haukeland sykehus).
- ✓ Lokale kvalitetssikringsprogram/internkontrollsystem/elektronisk kvalitetshåndbok (EK-bok).

Øvinger:

- ✓ Ø 5.2 Prosedyreskriving

5.3 Kvalitetskontroll av utstyr ved avdelingen

Temaer:

- ✓ Generelt: typer, innhold og hyppighet av kontroller, hvorfor kontroller er nødvendig, tiltaksgrenser, tiltak ved avvik [7]
- ✓ Spesielt: gjennomgang av lokale kvalitetskontrollrutiner for apparater som
 - Lasere (G)
 - Imcon/XimaVision/SomaVision, etc (A)
 - Digitizer (G)
 - Filmscanner (G)
 - Blokkemutter og blokkemateriale (G/A)
 - Filterfreser og filtermateriale (G/A)
 - Spesielle/lokale apparater (var)

MERK! Kvalitetskontroll av Linac, Simulator, CT, Doseplansystem, Brachyterapienhet og Informasjons- og verifikasjonssystemer inkl. EPID dekkes under egne hovedkapitler.

Kilder:

- ✓ Erfaren fysiker ved avdelingen (feks. dosimetriansvarlig)
- ✓ Lokale protokoller

Øvinger:

- ✓ Ø 5.3 Kvalitetskontroll av utstyr ved avdelingen

5.4 Informasjons- og verifikasjonssystemer

5.4.1 Visir og Varis (og evt. andre aktuelle systemer i Norge)

Temaer:

- ✓ Historikk, oppbygging, funksjon, bruken i stråleterapien [19, kapittel 14]
- ✓ Grundig gjennomgang av den lokale løsningen.
- ✓ Fysikers viktigste oppgaver: feks. feiloppretting, kontrollering, hjelp ved vanlige problemer, søking, rapportgenerering, kjenne til begrensinger/svakheter/bugs i systemet og kunne takle disse.
- ✓ Superbrukeroppgaver: feks. opprette nye brukere og tildele rettigheter, oppbygging og vedlikehold av databasen.

Kilder:

- ✓ Erfaren fysiker (gjerne informasjons- og verifikasjonssystemansvarlig ved avdelingen).
- ✓ Lokale håndbøker / prosedyrer.
- ✓ Referansemanualer for Visir, Varis, etc.

Øvinger:

- ✓ Ø 5.4 Informasjons- og verifikasjonssystemet

5.4.2 Verifikasjon av behandling med EPID og film

Temaer:

- ✓ Oppbygging/teknikk for forskjellige EPID-systemer [9, 10]
- ✓ Klinisk implementering (kalibrering, praktisk bruk, kriterier for matching, kvalitetskontroll) [9, 11,12, 13, 14, 15]
- ✓ Muligheter for alternativ bruk, f.eks. dosimetri [9,10]

Kilder:

- ✓ Erfaren fysiker (EPID-ansvarlig ved avdelingen).

Øvinger:

- ✓ Ø 5.5 EPID – kvalitetssikring av utstyr og prosedyrer

5.4.3 Utvidede systemer

Temaer:

- ✓ HIS, Elektroniske pasientjournaler inkl. verifikasjonsbit (Medfolio etc)

Kilder:

- ✓ Erfaren fysiker / IT-ansvarlig
- ✓ Kurs ved det enkelte sykehus i aktuelle systemer

Øvinger:

Ingen

5.4.4 QA av info- og verifikasjonssystemer

Temaer:

- ✓ Kvalitetssikring av informasjons- og verifikasjonssystemer, inkl. solid kunnskap om oppbygging.
- ✓ Funksjon som systemansvarlig [7]

Kilder:

- ✓ Erfaren fysiker (gjerne informasjons- og verifikasjonssystemansvarlig ved avdelingen)
- ✓ Lokale håndbøker / prosedyrer
- ✓ Referansemanualer Visir / Varis

Øvinger:

Ingen

5.5 Avvikshåndtering

Temaer:

- ✓ Bakgrunn (avvikstyper: vanlige og sjeldne avvik, systematiske og tilfeldige, hvorfor inntreffer avvik, følger, omfang) [16, 17, 18]
- ✓ Rutiner ved avdelingen
- ✓ Fysikers rolle (begrunnelse for fysikerkontroller, tiltak ved avvik (enkeltilfeller og generelt), vurdering og beregning av kompensering, fysikers ansvarsområde)
- ✓ Hvordan få ned avviksfrekvensen, eliminere avvikskilder [21]
- ✓ Kategorisering av avvik [21]

Kilder:

- ✓ Erfaren fysiker ved avdelingen, gjerne kvalitetssikringsansvarlig.

Øvinger:

- ✓ Ø 5.6 Håndtering av avvik

6 Praktisk dosimetri

Forkunnskaper:

Sentrale dosimetribegreper samt prinsipp og funksjon for ulike detektorer. Fysiker skal være kjent med dosimetriens sentrale plass i stråleterapikjeden. Det anses som en betydelig fordel at kandidaten har gjennomgått litteraturen beskrevet under avsnittet om dosimetri under kapittel 1 Klinisk strålingsfysikk.

Omfatter:

Gjøre seg kjent med dosimetriutstyr ved avdelingen (oppbygging og bruk)

Lokale rutiner og internasjonale dosemetriprotokoller.

Oppmåling og apparat.

Øvinger basert på EMERALD og deltagelse ved avdelingens dosimetrirutiner.

Større dosimetrioppgaver som oppmåling av nytt behandlingsapparat.

Litteratur:

1. Attix FH. Introduction to radiological physics and radiation dosimetry. New York: John Wiley & Sons, 1986.
2. Khan FM. The physics of radiation therapy. Third ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2003.
3. Absorbed dose determination in external beam therapy: An international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water. International Atomic Energy Agency, IAEA. Technical reports series no. 398. Wien: IAEA, 2000.
4. Absorbed dose determination in photon and electron beams: An international code of practice. Second ed. International Atomic Energy Agency, IAEA. Technical reports series no. 277. Wien: IAEA, 1997.
5. The use of plane parallel ionization chambers in high energy electron and photon beams: An international code of practice for dosimetry. International Atomic Energy Agency, IAEA. Technical reports series no. 381. Wien: IAEA, 1997.
6. Procedures in external radiation therapy dosimetry with electron and photon beams with maximum energies between 1 and 50 MeV: Recommendations by the Nordic Association of Clinical Physics (NACP). Acta Radiologica. Oncology 1980; 19: 55- 79.
7. Dutreix A et al. Monitor unit calculation for high energy photon beams, ESTRO booklet No. 3. Brussel: European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, ESTRO, 1997.
8. International Commission on Radiation Units and Measurements. Dosimetry of high-energy photon beams on standards of absorbed dose to water. ICRU report 64. Ashford, Kent: Nuclear Technology Publishing, 2001. Journal of the ICRU 2001; 1 (1): 1-91.
9. Almond PR et al. AAPM's TG-51 protocol for clinical reference dosimetry of high-energy photon and electron beams. Medical Physics 1999; 26: 1847-70.
10. Niroomand-Rad A et al. Radiochromic film dosimetry: Recommendations of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 55. Medical Physics 1998; 25: 2093-2115.
11. International Commission on Radiation Units and Measurements. Tissue substitutes in radiation dosimetry and measurement. ICRU report 44. Bethesda, Maryland: ICRU, 1989.
12. van Dam J, Marinello G. Methods for in vivo dosimetry in external radiotherapy. European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, ESTRO booklet No. 1. Leuven: Garant, 1994.

-
13. Essers M, Mijnheer BJ. In vivo dosimetry during external photon beam radiotherapy. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics 1999; 43: 245-259.
14. www.worldatom.org/nahunet/

Kurs:

- ✓ Strålings vekselvirkning med materie (NTNU etterutdanningskurs) (A)
- ✓ Strålingsdosimetri (NTNU etterutdanningskurs) (A)
- ✓ Dose determination in radiotherapy: Beam characterization, dose calculation and dose verification (ESTRO) (A)

6.1 Elektrometer

Temaer:

[1, *kapittel 12*]

- ✓ Oppbygning, virkemåte og anvendelse
- ✓ Mottakskontroll, kvalitetssikring, kalibrering

Kilder:

- ✓ Dosimetriansvarlig ved avdelingen
- ✓ Elektrometermanual

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Terapi -1.1 Quality assurance of the electrometer

6.2 Dosimetre

Temaer:

- ✓ Oppbygning og virkemåte for aktuelle dosimetre ved avdelingen [1, *kapittel 11, 12 og 14*; 2, *kapittel 6*; 10] (G)
- ✓ Bruk (praktisk, når de forskjellige egner seg best, fordeler og ulemper) (G)
- ✓ Kalibrering [1, *kapittel 11, 12 og 14*; 2, *kapittel 6*; 10]
 - Ionisasjonskamre (G)
 - TLD (G)
 - Dioder (G)
 - Film (G/A)
 - Geldosimetri (A)
 - Kalorimetrisk dosimetri (A)

Kilder:

- ✓ Dosimetriansvarlig ved avdelingen
- ✓ Lokale prosedyrer
- ✓ Manualer

Øvinger:

- ✓ Ø 6.1 Demonstrasjon av de aktuelle dosimeterne ved avdelingen

-
- ✓ EMERALD: Terapi 1.2 Quality assurance of the ionization chamber
 - ✓ EMERALD: Terapi 5 Calibration of an in –vivo detector
 - ✓ Ø 6.2 Kalibrering på Strålevernets dosimetrlaboratorium

6.3 Stabilitetstest av dosimetriutstyr

Temaer:

- ✓ Stabilitetstest av dosimetriutstyr.

Kilder:

- ✓ Dosimetriansvarlig ved avdelingen
- ✓ Lokale prosedyrer
- ✓ Manualer

Øvinger:

- ✓ Ø 6.3 Stabilitetstest av referanseinstrument ved hjelp av ^{90}Sr kilde

6.4 Fantomer

Temaer:

- ✓ Oppbygning og bruk av de enkelte fantomene: [11]
 - Faststoffantomer:
 - Plastmaterialer (perspex, etc)
 - Solid water
 - Minifantom
 - Gelfantomer
 - Aldersonfantomet
 - Spesialfantomer (feks. fantomer sammensatt av forskjellige materialer som perspex og kork, om konstruksjon av fantom for å undersøke noe spesifikt)
 - Vannfantomer
 - Stort (m/ styring og programvare)
 - Lite (horisontal bestråling)
 - Bolus
 - Gelboluser (Elastogel, superflab)
 - Voksboluser (Bivoks, parafinvoks)
 - Andre boluser (Vannbolus, wire mesh bolus)

Kilder:

- ✓ Dosimetriansvarlig ved avdelingen

Øvinger:

- ✓ Ø 6.4 Effekt av forskjellig fantommateriale

6.5 Kalibrering av foton- og elektronstråler ved bruk av ionisasjonskamre

Temaer:

- ✓ Bakgrunn og historikk [1, *kapittel 13*; 2, *kapittel 8*] (G)
- ✓ Internasjonale protokoller [4; 5; 6; 7; 8; 9,14] (G/A)
- ✓ Rutiner ved avdelingen (G)

Kilder:

- ✓ Dosimetriansvarlig ved avdelingen
- ✓ Lokale prosedyrer
- ✓ Arbeidsark fra IAEA for bestemmelse av dose i fotonfelt og elektronfelt. [14]
- ✓ Dosimetriprogram (lokale eller feks. programmet laget av Harald Valen)

Øvinger:

- ✓ Ø 6.5 Gjennomgang av kalibreringsbevis og IAEA-regneark
- ✓ EMERALD: Terapi 3 Calibration of a MVXR beam (følg TRS 398 kap 6)
- ✓ EMERALD: Terapi 4 Calibration of an electron beam (følg TRS 398 kap 7)
- ✓ Ø 6.6 Kalibrering av lineærakselerator
- ✓ Se også 'Kontroll av utregnet monitor fra doseplansystemet'

6.6 Opptak av data for utregning av monitor

Temaer:

- ✓ Faktorer som inngår ved utregning av monitor [2, *kapittel 9 og 10*, 7]
 - Manuell utregning
 - Doseplanlagt
- ✓ Lokale prosedyrer
 - Begrunnelse for valg av målinger
 - Interpolasjon for tabeller
 - Beregninger, f.eks. regne om fra % dd til TPR
 - Gjennomgang og drøfting av data som kreves til doseplansystemet
- ✓ Prosedyrer ved spesielle felt
 - Asymmetriske felt – egne tabeller med asymmetrifaktorer?
 - Sterkt formede elektronfelt som for eksempel avlange; måle feltstørrelsesfaktor i det enkelte tilfellet?

Kilder:

- ✓ Erfaren fysiker (gjerne dosimetriansvarlig ved avdelingen)
- ✓ Lokale protokoller
- ✓ Manual for doseplanleggingssystemet

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Terapi 6 Acquisition of open beam data
- ✓ EMERALD: Terapi 7 Acquisition of dose distributions and beam profiles
- ✓ EMERALD: Terapi 8 Acquisition of wedged beam data
- ✓ Ø 6.7 Opptak av data for doseplansystem eller for generering av doseringstabeller

6.7 Pasientdosimetri**Temaer:** [12, 13]

- ✓ Bakgrunn
 - Rasjonale, bruk, fordeler/ulempes v/ i) TLD og ii) dioder.
- ✓ Måling på pasient
 - Hele prosessen: utstyr, forberedelser, målepunkter, avlesning, tolkning/omregning til dose, usikkerheter, dokumentasjon, formidling av resultater til lege, tiltaksgrenser).
 - For i) TLD og ii) dioder.
 - Måling fotonfelt og elektronfelt.
- ✓ Kobling dioder – informasjons- og verifikasjonssystem
 - Eks. Visir – Apollo, ionekamre-elektrometer
- ✓ Kommersielle systemer
 - Invidos

Kilder:

- ✓ Erfaren fysiker (evt. pasientdosimetriansvarlig ved avd.)

Øvinger:

- ✓ Ø 6.8 Pasientdosimetri

7 Lineærakselerator

Forkunnskaper

Generell kjennskap til stråleterapiprosessen

Omfatter

Oversikt over en lineærakselerators oppbygning og virkemåte.

Innføring i praktisk håndtering for feltinnstilling i klinikken.

Litt om tilknyttede datasystemer; først og fremst verifikasjonssystemer og systemer for feltkontrollbilder.

Litteratur

1. Greene D, Williams PC. Linear accelerators for radiation therapy. Second edition. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1997.
2. Mayles WPM et al, red. Physics aspects of quality control in radiotherapy. Institute of Physics and Engineering in Medicine, IPEM report 81. York: IPEM, 1999.
3. Langmack KA. Portal imaging. British Journal of Radiology, BJR 2001; 74: 789-804.
4. Antonuk LE. Electronic portal imaging devices: A review and historical perspective of contemporary technologies and research. Physics in Medicine and Biology 2002; 47: 31-65.
5. van Herk M et al. Inclusion of geometric uncertainties in treatment plan evaluation. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics 2002; 52:1407-22.
6. Stroom JC et al. Inclusion of geometrical uncertainties in radiotherapy treatment planning by means of coverage probability. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics 1999; 43: 905-19.

Kurs

- ✓ Leverandørspesifikke kurs for fysikere

7.1 Oppbygning

Temaer:

- ✓ Oversikt over komponenter og sammensetning av en lineærakselerator [1, *kapittel 1*]. (G)
- ✓ Prinsipper for akselerasjon av elektroner. [1, *kapittel 2*] (G)
- ✓ Produksjon og transport av elektronstrålen. [1, *kapittel 5*] (G)
- ✓ Gantryhodet; fotonproduksjon, kollimering og modulering. [1, *kapittel 6*] (G)
- ✓ Kontrollsystemer for monitor, energi og felthomogenitet. [1, *kapittel 7*] (G)

Lokale kilder

- ✓ Stråleterapiingeniør.

Øvinger:

- ✓ Ø 7.1 Oppbygning av lineærakselerator

7.2 Håndtering

7.2.1 Klinisk modus

Temaer:

- ✓ Innstilling av feltparametre ved hjelp av håndkonsoll (manuell og automatisk innstilling) i behandlingsrom og tastatur i kontrollrom. (G)
- ✓ Akseleratorens koordinatsystem; definisjoner av parametrene som beskriver bordforflytning, gantryrotasjon og kollimatorinnstilling. (G)
- ✓ Innmating av monitorgrunnlag og annen informasjon nødvendig for å kunne gi stråling. (G)
- ✓ Bruk av verifikasjonssystem i forbindelse med behandling. (G)
- ✓ System for feltkontrollbilder. (G)
- ✓ Rutiner for morgenkontroll av apparatets output. (A)
- ✓ Gjennomgang av vanlige interlocks; hvordan de oppstår og hvordan man løser dem. (A)
- ✓ Sikkerhetsrutiner ved behandling; hva som forårsaker nødstands og hva som ikke gjør det. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.
- ✓ Lokale prosedyrer.
- ✓ Brukermanual for lineærakselerator.

Øvinger:

- ✓ Ø 7.2 Lineærakselerator i klinisk modus

7.2.2 Servicemodus

Temaer:

- ✓ Kjøring med og uten overrides, parametre som *ikke* bør overrides. (G)
- ✓ Innstillingsparametre som kan kjøres fra konsoll. (G)
- ✓ Innføring i output- og doseratejusteringer. (G)

Lokale kilder:

- ✓ Stråleterapiingeniør.
- ✓ Brukermanual for lineærakselerator.

Øvinger:

- ✓ Ø 7.3 Lineærakselerator i servicemodus

7.3 Kvalitetskontroll

Temaer:

- ✓ Periodiske kontroller, hyppighet, toleransenivå [2] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Metodebøker

Øvinger:

- ✓ Ø 7.4 Periodiske kontroller av lineærakselerator

7.3.1 Prosedyrer for behandling**Temaer:**

- ✓ Opplegging av pasient. (G)
- ✓ Innstilling av felt; blokking, påtegning, bolus. (G)
- ✓ Registrering av gitt behandling i behandlingskort og verifikasjonssystem; rutiner for stråleterapeut og fysiker. (G)
- ✓ Rutiner for korreksjon av feltinnstilling. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder.
- ✓ Lokale prosedyrer.

Øvinger:

- ✓ Ø 7.5 Pasientbestråling

7.4 Verifikasjonssystem**Temaer:**

- ✓ Innmating av pasient med og uten doseplan. (G)
- ✓ Registrering av avvikskjøring. (G)
- ✓ Simulering av behandlinger. (G)
- ✓ Oppretting av feil i verifikasjonssystem (evt database). (A)
- ✓ Søk i database. (A)
- ✓ Oversikt over andre systemer enn det som anvendes lokalt. (A)

Kilder:

- ✓ Veileder.
- ✓ Verifikasjonssystemansvarlig fysiker.
- ✓ Lokale prosedyrer.

Øvinger:

- ✓ Ø 7.6 Bruk av verifikasjonssystem

7.5 Feltkontrollsystem

Temaer:

- ✓ Systemer for feltverifikasjon (film, ulike EPIDs) [3; 4]
- ✓ Registrering av pasient og bildeopptak.
- ✓ Matching av feltkontroll- og referansebilder.
- ✓ Håndtering av avvik (protokoller) [5; 6]

Kilder:

- ✓ Veileder.
- ✓ Verifikasjonssystemansvarlig fysiker.
- ✓ Feltkontrollsystemansvarlig fysiker.

Øvinger:

- ✓ Ø 7.7 Bruk av feltkontrollsystem

8 Anatomi og sykdomslære

Forkunnskaper

Ingen forkunnskaper

Omfatter

Introduksjon med nomenklatur, retninger og plan i kroppen

Generell onkologi

Organer og organsystemer, anatomi og onkologi

Stråleterapi som behandlingsmodalitet

Cytostatikabehandling og endokrin behandling

Litteratur

1. Nylenna M, Kåss E. Medisinsk ordbok. 6. utg. Oslo: Kunnskapsforlaget, 2004. (Andre medisinske ordbøker kan også brukes)
2. Budowick M et al. Anatomisk atlas. 2. opplag. Oslo: Universitetsforlaget, 1994. (Andre anatomiske atlas kan også brukes)
3. Ulike nettsteder for anatomi: <http://www.vh.org> (13.12.04) [http://www.med.uio.no/ioks/radiologius/\(13.12.04\)](http://www.med.uio.no/ioks/radiologius/(13.12.04))
4. Jacob SW, Francone CA, Lossow WJ. Anatomi og fysiologi. 2. utgave. Oslo: Universitetsforlaget, 1993.
5. Bryan GJ. Skeletal anatomy. Third edition. New York: Churchill Livingstone, 2002.
Bomford CK, Kunkler IH, Sherriff SB. Walter and Miller's Textbook of radiotherapy: radiation physics, therapy and oncology. Sixth edition. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2003.
6. Ringborg U, Henriksson R, Friberg S. Onkologi. Stockholm: Liber, 1998.
7. Washington C, Leaver DT, red. Practical applications: Principles and practice of radiation therapy. St. Louis: Mosby, 1997.
8. Brændengen M, Bruland ØS, Olsen DR. Strålebehandling av skjelettmetastaser. Tidsskrift for den Norske Lægeforening 2000; 120: 1870-1874.
9. Lote K et al. Langtidsoverlevelse etter kirurgi og strålebehandling av hjernesvulster i barnealder. Tidsskrift for den norske Lægeforening 2000; 120:1142-1145.
10. Brystkreft: diagnostikk og behandling: Blåboka. Oppdatert 18.12.2003. Oslo: Norsk bryst cancer gruppe (NBCG), 2003. [http://www.nbcg.net/default.asp?page=40\(13.12.04\)](http://www.nbcg.net/default.asp?page=40(13.12.04))
11. Postoperativ strålebehandling av cancer mammae. Oslo: Norsk Bryst Cancer Gruppe, NBCG, 2000.
12. Handlingsprogram for lungekreft: diagnostikk og behandling. Oslo: Kreftforeningen, 2000. http://kreftforeningen.no/dt_archive_general.asp?gid=2291 (13.12.04)
13. Kolorektalcancer og analcancer. Oslo: Kreftforeningen, 2001. http://kreftforeningen.no/dt_archive_general.asp?gid=2355 (13.12.04)
14. Skjelettmetastaser: diagnostikk og behandling. Novartisserien nr 7, 2002. Oslo: Novartis Norge, 2002.
15. Hagen B, Skjeldestad FE, red. Veileder i gynekologisk onkologi 2002. 2. utg. Skriftserie for leger: Utdanning og kvalitetsutvikling. Oslo: Den Norske Lægeforening / Norsk gynekologisk forening, 2002.

Kurs

Ingen

8.1 Introduksjon til nomenklatur, retninger og plan i kroppen

Tema:

- ✓ Medisinsk terminologi [1; 4, *kapittel 1*]
- ✓ Plan og retninger i kroppen [1; 4, *kapittel 1*]

Lokale kilder:

Ingen

Øvinger:

- ✓ Ø 8.1 Kroppens plan og retninger

8.2 Generell onkologi

Tema:

- ✓ Celler og vev [4, *kapittel 2 og 3*]
- ✓ Epidemiologi, risikofaktorer, forebygging [1; 6, *kapittel 16*]
- ✓ Biologi og patologi [1; 6, *kapittel 17; 7, kapittel 4-10*]
- ✓ Cellegiftbehandling, oversikt [6, *kapittel 34; 7, kapittel 15*]
- ✓ Endokrin behandling, oversikt [6, *kapittel 35; 7, kapittel 16*]

Lokale kilder:

Ingen

Øvinger:

Ingen

8.3 Bryst

Tema:

- ✓ Anatomi brystkjertel m/lymfeknuter [2; 3; 8, *kapittel 13; 6 kapittel 26*]
- ✓ Diagnose [7, *kapittel 23; 8, kapittel 13; 11;12*]
- ✓ Patologi, stadielinndeling [7, *kapittel 23; 8, kapittel 13; 11; 12*]
- ✓ Behandling av brystkreft [7, *kapittel 23; 8, kapittel 13; 11; 12*]
- ✓ Prognose

Lokale kilder:

- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

- ✓ Ø 8.2 Bryst og brystvegg
- ✓ Ø 8.3 Case, Ca. Mammae

8.4 Urinveiene hos menn og prostata

Tema:

- ✓ Nyrer og urinblære [2; 3; 6, *kapittel 28*; 8, *kapittel 12*]
 - Anatomi m/topografi
 - Patologi
 - Behandling
- ✓ Prostata [2; 3; 6, *kapittel 28*; 8, *kapittel 12*]
 - Anatomi, patologi
 - Diagnose, PSA og screening
 - Ulike behandlingsmodaliteter
 - Nye stråleterapimetoder i Norge
 - Prognose
- ✓ Penis og testis [2; 3; 6, *kapittel 28*; 8, *kapittel 12*]
 - Anatomi
 - Patologi
 - Behandling

Lokale kilder:

- ✓ SPCG-protokoller
- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

- ✓ Ø 8.4 Prostata og urinveier
- ✓ Ø 8.5 Case, Ca. Prostatæ

8.5 Hode- halsområdet

Tema:

- ✓ Anatomi [2; 3; 4, *kapittel 12*]
- ✓ Kreft i hode- halsområdet [6, *kapittel 23-24*; 8, *kapittel 8*]
 - Årsaker og forekomst
 - Lymfeknutespredning
 - Symptomer
 - Diagnostikk
 - Behandling

Lokale kilder:

- ✓ Dahanca-protokollene
- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

- ✓ Ø 8.6 Hode-/ halsområdet

8.6 Lunger

Tema:

- ✓ Anatomi av lunger [2; 3; 4, *kapittel 12*]
- ✓ Kreft i lunger [6, *kapittel 25*; 8, *kapittel 7*; 13]
 - Årsaker og forekomst
 - Lymfeknutespredning
 - Symptomer
 - Diagnostikk og ”staging”
 - Behandling

Lokale kilder:

- ✓ Oslo-studien
- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

- ✓ Ø 8.7 Lunger
- ✓ Ø 8.8 Case, Ca.Pulm

8.7 Fordøyelsessystemet

Tema:

- ✓ Anatomi og topografi [2; 3; 4, *kapittel 13*; 8, *kapittel 10*]
- ✓ Kreft i spiserøret [6, *kapittel 25*, 8, *kapittel 10*]
 - Patologi, diagnose, behandling
- ✓ Kreft i tykktarm [6, *kapittel 25*; 8, *kapittel 8*; 14]
 - Patologi, diagnose, behandling
- ✓ Kreft i endetarm [6, *kapittel 25*; 8, *kapittel 8*; 14]
 - Patologi, diagnose, behandling

Lokale kilder:

- ✓ Protokoller på strålebehandling av ca. recti
- ✓ Protokoller på strålebehandling av kreft i spiserøret
- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

- ✓ Ø 8.9 Fordøyelsessystemet
- ✓ Ø 8.10 Case, Ca. Recti

8.8 Hud

Tema:

- ✓ Hudens funksjoner [4, *kapittel 4*]
- ✓ Hudkreft [6, *kapittel 21*; 8, *kapittel 1*]
 - Malignt melanom, Basalcellekarsinom
 - Aktiniske keratoser, plateepitelkarsinom
 - Behandling

Lokale kilder:

- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

Ingen

8.9 Sentralnervesystemet

Tema:

- ✓ Anatomi sentralnervesystemet (hjernen, ryggmargen) [2; 3; 4, *kapittel 8*, 8, *kapittel 10*]
- ✓ Kreft i sentralnervesystemet [6, *kapittel 30*; 8, *kapittel 10*]
 - Symptomer
 - Behandling
 - Prognose
- ✓ Øyets anatomi [3, *kapittel 9*]
- ✓ Svulster i øye og øyehule, symptomer og behandling [6, *kapittel 30*; 7, *kapittel 32*]

Lokale kilder:

- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

Ingen

8.10 Skjelett- og muskelsystemet

Tema:

- ✓ Skjelettets anatomi/røntgen anatomi [4, *kapittel 5*; 5, *kapittel 2-5*, 7]
 - (med vekt på de store og de sentrale knoklene)
- ✓ Svulster i bløtvev og skjelett [6, *kapittel 31*; 8, *kapittel 2-3*; 9]
- ✓ Skjelettmetastaser, diagnostikk og behandling [15]

Lokale kilder:

- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

- ✓ Ø 8.11 Skjelettet, røntgenanatomi

8.11 Blod- og lymfeåresystemet

Tema:

- ✓ Hovedkomponentene i blodet; arterier og vener [4, *kapittel 10*]
- ✓ Lymfeåresystemet, lymfeødem [4, *kapittel 11*]
- ✓ Maligne lymfomer, symptomer, diagnose, behandling [6, *kapittel 29*; 8, *kapittel 4*]
- ✓ Myelomatose, symptomer, diagnose, behandling [6, *kapittel 29*;]
- ✓ Leukemi, symptomer, diagnose, behandling [6, *kapittel 29*; 8, *kapittel 5*]

Lokale kilder:

- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

Ingen

8.12 Gynekologi

Tema:

- ✓ Kvinnelige genitalia anatomi [2; 3; 4, *kapittel 17*; 8, *kapittel 11*]
- ✓ Livmorhalskreft [6, *kapittel 34*; 8, *kapittel 11*; 16]
 - Etiologi og forekomst
 - Symptomer
 - Diagnose, screening
 - Multimodal behandling
- ✓ Kreft i livmor, ovarier, vagina, vulva [6, *kapittel 34*; 8, *kapittel 11*; 16]
 - Symptomer
 - Behandling

Lokale kilder:

- ✓ NSGO-rapporter
- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

- ✓ Ø 8.12 De kvinnelige kjønnsorganer.
- ✓ Ø 8.13 Case, Ca. Cervicis uteri

8.13 Kreft hos barn**Tema:**

- ✓ Generelt om kreft hos barn [6, *kapittel 32*; 10]
- ✓ Ulike diagnoser, symptomer og behandling [6, *kapittel 32*; 14, *kapittel 14*]
- ✓ Sene bivirkninger etter behandling [10]

Lokale kilder:

- ✓ Lokale metodebøker

Øvinger:

Ingen

9 Strålebiologi

Forkunnskaper:

Ingen

Omfatter:

Innføring i sentrale temaer innen, makro- og mikrodosimetri, reparasjons- og restitusjonsprosesser, "dose-respons"-relasjoner, direkte og indirekte effekter, oksygeneffekt og strålesensibiliserende og strålebeskyttende forbindelser. Hovedprinsipper for bruk av ioniserende stråling i kreftbehandling, herunder "Tid-dose-Fraksjonerings"-relasjoner. Modellering av strålebiologisk effekt på friskvevsrespons og tumor control.

Litteratur:

1. Hall EJ. Radiobiology for the radiobiologist. Fifth edition. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2000.
2. Steel GG. Basic clinical radiobiology. Third edition. London: Arnold Publisher, 2002.
3. Fetal dose from radiotherapy with photon beams: report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 36. Medical Physics 1995; 22: 63-82.
4. Hendry JH et al. A modelled comparison of the effects of using different ways to compensate for missed treatment days in radiotherapy. Clinical oncology (Royal College of Radiologists) 1996; 8: 297-307.
5. Hopewell JW. The volume effect in radiotherapy: its biological significance. British Journal of Radiology, BJR 1997; 70 (Special number): S32-S40.
6. Emami B et al. Tolerance of normal tissue to therapeutic irradiation. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics 1991; 21: 109-122.
7. Stewart F. Re-treatment after full-course radiotherapy: Is it a viable option? Acta Oncologica 1999; 38: 855-862.
8. Schultheiss TE et al. Radiation response of the central nervous system. International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics 1995; 31: 1093-1112.
9. Travis EL. Organizational response of normal tissues to irradiation. Seminars in Radiation Oncology 2001; 11: 184-196.
10. Yorke ED. Modeling the effects of inhomogeneous dose distributions in normal tissues. Seminars in Radiation Oncology 2001; 11: 197-209.
11. Schultheiss TE. The controversies and pitfalls in modeling normal tissue radiation injury/damage. Seminars in Radiation Oncology 2001; 11: 210-214.
12. Proceedings of the AIFM course "The Practical use of TCP and NTCP models for the evaluation of treatment plans in radiotherapy", Como (Italy), October 13-15, 1999. Physica Medica 2001; XVII (Supplement 2).
13. Dale RG et al. Practical methods for compensating for missed treatment days in radiotherapy, with particular reference to head and neck schedules. Clinical oncology (Royal College of Radiologists) 2002; 14: 382-93.

Kurs

- ✓ Basic Clinical Radiobiology (ESTRO)

9.1 Basal strålebiologi

9.1.1 Elementær strålingsabsorpsjon

Temaer:

[1, kapittel 1 og 7]

- ✓ Energideponering i biomateriale ved bestråling med ioniserende stråling. DNA-skade.
- ✓ Direkte/Indirekte effekt.
- ✓ Sammenhengen mellom LET og RBE.

Øvinger:

Ingen

9.1.2 DNA trådbrudd og kromosomale aberrasjoner

Temaer:

[1, kapittel 2; 2, kapittel 8 og 9]

- ✓ DNA trådbrudd, kromosomale aberrasjoner.
- ✓ Genetisk kontroll av cellulær respons til stråling.

Øvinger:

Ingen

9.1.3 Celleoverlevelseskurver

Temaer:

[1, kapittel 3; 2, kapittel 6 og 7]

- ✓ Klonogene celler.
- ✓ Mekanismer for celledrap.
- ✓ Modeller for celleoverlevelseskurver.
- ✓ Lineærkvadratisk formelverk.
- ✓ Apoptotisk og mitotisk død.

Øvinger:

Oppgaver i slutten av kapittel 3 i [1]

9.1.4 Cellesyklus og strålingseffekter

Temaer:

[1, kapittel 4; 2, kapittel 6]

- ✓ Cellesyklus.
- ✓ Variasjon i strålefølsomhet over cellesyklus
- ✓ Synkronisering.
- ✓ 'Checkpoint'-gener.

Øvinger:

Ingen

9.1.5 *Reparasjon og doserateeffekter*

Temaer:

[1, kapittel 5; 2, kapittel 18]

- ✓ Klassifikasjon av stråleskade.
- ✓ Potensielt lethal skade.
- ✓ Sublethal skade.
- ✓ Reparasjonsmekanismer ved sublethal skade.
- ✓ Doserateeffekter ved forskjellige stråleterapiformer.

Øvinger:

Ingen

9.1.6 *Oksygeneffekten og reoksygenering*

Temaer:

[1, kapittel 6; 2, kapittel 15 og 16]

- ✓ Definisjon av oksygeneffekten.
- ✓ Oksygeneffektmekanismer.
- ✓ Oksygenering og tumororganisering.
- ✓ Akutt og kronisk hypoksi.
- ✓ Hypoxisk fraksjon.
- ✓ Reoksygenering.
- ✓ OER

Øvinger:

Ingen

9.1.7 *LET, RBE og OER for ulike stråletyper*

Temaer:

[1, kapittel 7; 2, kapittel 19]

- ✓ Definisjon av LET, RBE og OER.
- ✓ Mekanismer.
- ✓ Celleoverlevelseskurver for ulike stråletyper

Øvinger:

Ingen

9.2 **Generelle biologiske effekter av stråling**

9.2.1 *Akutt strålereaksjon ved helkroppbestråling.*

Temaer:

[1, kapittel 8]

- ✓ Prodromalt strålesyndrom.
- ✓ Hematologisk syndrom.
- ✓ Gastrointestinalt syndrom.

-
- ✓ Cerebrovaskulært syndrom.
 - ✓ Lethale doser.

Øvinger:

Ingen

9.2.2 Stråleindusert kreft

Temaer:

[1, kapittel 10]

- ✓ Deterministiske og stokastiske effekter.
- ✓ Humane erfaringer med karsinogenese.
- ✓ Dyreforsøk.
- ✓ Latensperiode og tidsaspekt.
- ✓ Risikovurderinger.
- ✓ Stråleinduksjon av ulike kreftformer.
- ✓ Doserateeffekter

Øvinger:

Ingen

9.2.3 Arvelige effekter ved stråling

Temaer:

[1, kapittel 11]

- ✓ Basal genetikk.
- ✓ Mutasjoner.
- ✓ Stråleinduserte arvelige effekter

Øvinger:

Ingen

9.2.4 Stråleeffekter på embryo og foster

Temaer:

[1, kapittel 12; 3]

- ✓ Potensielle stråleeffekter.
- ✓ Erfaringer fra dyreforsøk.
- ✓ Observasjoner for mennesker.

Øvinger:

Ingen

9.3 Klinisk strålebiologi

9.3.1 Tumorbiologi

Temaer:

[1, kapittel 1; 2, kapittel 2, 3 og 17]

- ✓ Mekanismer for karsinogenese.
- ✓ Reguleringsgener.
- ✓ Ataxi telangiectasi og cancer.
- ✓ Tumorvekstrate.
- ✓ Celleproliferasjon og tumorer.
- ✓ Strålebiologi for tumorer.

Øvinger:

Ingen

9.3.2 Fraksjonering i stråleterapien

Temaer:

[1, kapittel 23; 2, kapittel 12,13 og14; 4; 13]

- ✓ Strålebiologiens 4 R'er.
- ✓ Isoeffektkurver.
- ✓ LQ-formelverket.
- ✓ Tidlig og sentreagerende vev.
- ✓ Repopulasjon og total behandlingstid.
- ✓ Akselerert behandling.
- ✓ Hypo-, hyperfraksjonering.
- ✓ Tidsintervall mellom fraksjoner.
- ✓ Doseressponsammenhenger.
- ✓ Terapeutisk vindu.
- ✓ Pausekorreksjoner.

Øvinger

- ✓ Ø 9.1 Hyperfraksjonering og akselerert behandling
- ✓ Ø 9.2 Hypofraksjonering
- ✓ Ø 9.3 Kompensering for pauser

9.3.3 Stråleeffekter på normalvev

Temaer:

[2, kapittel 4 og 22; 5; 6; 7; 8; 9]

- ✓ Proliferativ organisering og strålingsrespons.
- ✓ Tidlig, senskade.
- ✓ Effekter på ulike vevstyper.
- ✓ Volumeffekter.
- ✓ Klinisk beskrivelse og rapportering av normalvevsskader.
- ✓ Rebehandling av normalvev.

Øvinger:

- ✓ Ø 9.4 Rebehandling

9.3.4 Modellering – NTCP & TCP

Temaer: [10; 11; 12]

- ✓ Modeller for beskrivelse av NTCP og TCP

Øvinger:

Ingen

9.3.5 Stråleterapi kombinert med andre modaliteter

Temaer: [1, kapittel 9; 2, kapittel 4, 5, 11 og 22]

- ✓ Mekanismer for bedret terapeutisk indeks ved kombinert behandling.
- ✓ Interaksjonsmekanismer.
- ✓ Tidsaspekter (Adjuvant, Neoadjuvant og Concomitant kjemoterapi).
- ✓ Kliniske erfaringer.
- ✓ Hypertermi

Øvinger:

Ingen

10 Brachyterapi

Forkunnskaper:

Grunnleggende kunnskaper innen klinisk brachyterapi fysikk (kapittel 1)

Omfatter:

Forståelse for klinisk bruk av brachyterapi og kvalitetssikringen av utstyret og prosedyrene

Hver student må i samarbeid med sin veileder avgjøre hvilke deler av denne brachyterapi-modulen som er mulig og gjennomføre ut i fra hvilket utstyr som er tilgjengelig på den aktuelle avdelingen.

Litteratur:

1. Khan FM. The physics of radiation therapy. Third ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2003.
2. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Dose and volume specification for reporting intracavitary therapy in gynecology. ICRU report 38. Bethesda, Maryland: ICRU, 1985.
3. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Dose and volume specification for reporting interstitial therapy. ICRU report 58. Bethesda, Maryland: ICRU, 1999.
4. Thomadsen BR. Achieving quality in brachytherapy. Medical Science Series. Bristol: Institute of Physics Publishing, 2000.
5. Recommendation for the calibration of iridium-192 high dose rate source. Netherlands Commission on Radiation Dosimetry Commission, NCS Report 7. Delft: Netherlands Commission on Radiation Dosimetry, 1994.
6. Quality control in brachytherapy. Netherlands Commission on Radiation Dosimetry Commission, NCS Report 13. Delft: Netherlands Commission on Radiation Dosimetry Commission, 2000.
7. Nath R et al. Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: Recommendations of AAPM Radiation Therapy Task Group No. 43. Medical Physics 1995; 22: 209-34.
8. Nath R et al. Code of practice for brachytherapy physics: recommendations of AAPM Radiation Therapy Task Group No. 56. Medical Physics 1997; 24: 1557-1598.
9. Kubo HD et al. High dose-rate brachytherapy treatment delivery: Recommendations of AAPM Radiation Therapy Task Group No. 59. Medical Physics 1998; 25: 375-403.
10. Mayles WPM et al. Physics aspects of quality control in radiotherapy. Institute of Physics and Engineering in Medicine, IPEM report 81. York: IPEM, 1999.
11. Nath R et al. Intravascular brachytherapy physics; Report of AAPM Radiation Therapy Task Group No. 60. Medical Physics 1999; 26: 119-152.
12. Pötter R et al. Recommendation of the EVA GEC ESTRO Working Group: prescribing, recording and reporting in endovascular brachytherapy. Quality assurance, equipment and education, Rad. Onc.
13. Gerbaulet A et al, red. The GEC ESTRO handbook of brachytherapy. Brussel: ESTRO, 2002
14. Venselaar J, Pérez-Calatayud J, red. A practical guide to quality control of brachytherapy equipment: European guidelines for quality assurance in radiotherapy. European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, ESTRO ; Booklet No. 8. - Brussel : ESTRO, 2004

Kurs

- ✓ Moderen brachytherapy techniques (ESTRO)
- ✓ Moderen brachytherapy (EFOMP, Archamps)
- ✓ Brachytherapy for prostate cancer (ESTRO)
- ✓ Brachytherapy for gynecological malignancies (ESTRO)

10.1 Apparatlære HDR/PDR (avhengig av utstyr)

10.1.1 Stepping-source-enhet

Temaer:

- ✓ Forståelse for hvordan denne apparaturen fungerer (G)

Lokale kilder:

- ✓ Apparat-manualer
- ✓ Service-ingeniører

Øvinger:

- ✓ Ø 10.1 'Stepping-source'-enheten

10.1.2 Kontroll-enheten

Temaer:

- ✓ Gjøre seg kjent med programvaren (G)

Lokale kilder:

- ✓ Apparat-manualer
- ✓ Brachy-fysiker, Ansvarlig stråleterapeut

Øvinger:

- ✓ Ø 10.2 HDR-kontrollenhet

10.1.3 Applikatorer

Temaer:

- ✓ Gjøre seg kjent applikatorer som benyttes i HDR/PDR behandling (G)

Lokale kilder:

- ✓ Brosjyrer fra leverandører
- ✓ Brachyfysiker

Øvinger:

Ingen

10.2 Kvalitetsikring

10.2.1 Kalibrering av kilder

Temaer:

- ✓ Kalibrering av brachyterapikilder [1, *kapittel 15.2*; 2; 5; 6; 7; 14] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Brachyfysiker
- ✓ Lokale prosedyrer

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Terapi - 15.1 HDR/PDR In-Air Calibration, Direct Measurement of Air Kerma Rate (G)
- ✓ EMERALD: Terapi - 15.2 Calibration with a Well Type Ionisation Chamber (G)
- ✓ EMERALD: Terapi - 15.3 Calibration using a Thimble Ionisation Chamber and a Phantom (G)
- ✓ EMERALD: Terapi - 15.4 Measurement of Linear Uniformity and Calibration Using the Kermascan (A)

10.2.2 Kvalitetssikring av utstyr

Temaer:

- ✓ Kvalitetssikring av etterladningsutstyret og kontroll-enheten, stråleverns-aspekter rundt radiaktive kilder [2; 6; 8; 9; 10; 14] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Brachyfysiker
- ✓ Lokale prosedyrer

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Terapi – 20.4.1 QA for Radioactive Sources (G)
- ✓ EMERALD: Terapi – 20.4.2 Manuel Loading and Afterloading (G)
- ✓ EMERALD: Terapi – 20.4.3 Remote Controlled Afterloading Systems (G)

10.3 Doseplanlegging

10.3.1 Manuell doseplanlegging

10.3.1.1 Manuell doseplanlegging ved interstitiell behandling

Temaer:

- ✓ Bruk og forståelse av Paris-systemet [1, kapittel 15.4; 3; 13] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Brachyfysiker
- ✓ Lokale prosedyredokumenter

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Terapi – 16 Manual treatment planning using ^{192}Ir sources for interstitial brachytherapy (G)

10.3.1.2 Manuell doseplanlegging ved intracavitær behandling

Temaer:

- ✓ Forståelse for intracavitær behandling [1, kapittel 15.6; 2; 13] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Brachyfysiker
- ✓ Lokale prosedyredokumenter

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Terapi – 17 Manual treatment planning for intracavitary brachytherapy

10.3.2 Datamaskinassistert doseplanlegging

10.3.2.1 Systemoversikt

Temaer:

- ✓ Grunnleggende funksjonaliteter for å produsere en doseplan (G)
- ✓ DVH. (G)
- ✓ Kommunikasjon med andre systemer (CT/MR, verifikasjonssystem). (G)
- ✓ Beregningsalgoritmer. (A)

-
- ✓ Utviklingsmuligheter for det lokale systemet. (A)
 - ✓ Oversiktsinformasjon om andre typer doseplansystemer. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Brachyfysiker.
- ✓ Systemmanualer.
- ✓ Doseplanansvarlig fysiker.

Øvinger:

Ingen

10.3.2.2 Datamaskinassistert planlegging fra røntgenbilder

Temaer:

- ✓ Lage doseplaner på grunnlag av to eller flere røntgenbilder [1, *kapittel 15.5*; 13] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Brachyfysiker
- ✓ Manual for doseplansystemet
- ✓ Lokale prosedyredokumenter

Øvinger:

EMERALD: Terapi – 19 Computerised treatment planning systems for brachytherapy

10.3.2.3 Datamaskinassistert planlegging fra CT/MR-grunnlag

Temaer

- ✓ Lage doseplaner på grunnlag av CT/MR-bilder [13] (G/A)
- ✓ Produsere DVH (G/A)

Lokale kilder:

- ✓ Brachyfysiker
- ✓ Manual for doseplansystemet
- ✓ Lokale prosedyredokumenter

Øvinger:

- ✓ Ø 10.3 Datamaskinassistert planlegging fra CT/MR-grunnlag

10.3.3 Kvalitetssikring av doseplansystemet

Temaer:

- ✓ Geometrisk og dosimetrisk kvalitetssikring av doseplansystem i brachyterapi [6; 10, *kapittel 4*; 14] (A)

Øvinger:

Ingen

10.4 Prosedyrer for behandling

Temaer:

- ✓ Hvordan bør en sikker behandling planlegges og gjennomføres [4; 8; 9; 13] (G)
- ✓ Gjøre seg kjent med lokale prosedyrer ved brachyterapi behandling (logistikk, godkjenningsrutiner, hygiene, ansvarsforhold) (G)

Lokale kilder:

- ✓ Brachyfysiker
- ✓ Stråleterapeut på brachy-enheten
- ✓ Lokale dokumenter

Øvinger:

- ✓ Ø 10.4 Pasientbehandling

10.5 Endovaskulær brachyterapi

Temaer:

- ✓ Kalibrering av kilden [11;12] (A)
- ✓ Kvalitetsikring [11;12] (A)
- ✓ Doseplanlegging [11;12] (A)
- ✓ Behandling [11;12] (A)

Lokale kilder:

- ✓ Brachyfysiker
- ✓ Manual for doseplansystemet
- ✓ Lokale prosedyredokumenter

Øvinger:

Ingen

11 Pasienthåndtering og ansvarsforhold

Forkunnskaper:

Ingen.

Omfatter:

Gjennomgang av arbeidsflyt og ansvarsforhold ved klinikken.

Grunnleggende om kommunikasjon med pasienter.

Kommunikasjon

Etikk (menneske syn, hvordan oppfører man seg som fysiker overfor kreftpasienter og deres pårørende)

Taushetsplikt

Litteratur:

1. Reitan AM, Schjølberg TK, red. Kreftsykepleie. Oslo: Akribes, 2000.
2. Barraclough J. Cancer and emotion: A practical guide in psycho-oncology. Third edition. Chichester: Wiley, 1999.
3. Warberg LA. Helsearbeidere og pasienter: Om rettigheter og plikter. Oslo: LAW-forlaget, 1997.
<http://www.medfys.no/> (13.12.04)

Kurs:

Introduksjonskurs for nyansatte

11.1 Ansvarsforhold mellom yrkesgrupper (G)

Temaer:

- ✓ Sykehuset
- ✓ Pasientflyt i en onkologisk avdeling
- ✓ Pasientflyt i stråleterapiavdelingen
- ✓ Generelt om arbeid på sykehus (tverrfaglig samarbeid)
- ✓ Etske retningslinjer for Medisinske fysikere [4]

Lokale kilder:

- ✓ Avdelingsledelsen

Øvinger:

Ingen

11.2 Pasienter ved en kreftavdeling (G)

Temaer:

- ✓ Hva er en kreftpasient
- ✓ Hva kan vi forvente oss av inntrykk ved en stråleterapiavdeling
- ✓ Pasienter med livstruende sykdom, reaksjonsfaser
- ✓ Informasjon og kommunikasjon

Lokale kilder:

- ✓ Stråleterapeut
- ✓ Sykepleier, prest, lege

Øvinger:

Ingen.

11.3 Informasjonsflyt på avdelingen

Temaer:

- ✓ Informasjonstyper, omfang og kilder for den enkelte pasient
- ✓ Kommunikasjon av informasjon (involverte parter/avdelinger/yrkesgrupper, elektronisk, avskrift / håndskreven, muntlig, formell / ikke-formell)
- ✓ Lagring av informasjon (lagringsmedia, krav til lagring og dokumentasjon (hva må lagres, hvor lenge må informasjonen være tilgjengelig, hvordan lagres informasjon), vedlikehold av lagret informasjon (back-up, arkivering, stabilitet, hvor lett er det å hente fram lagret informasjon), dokumentasjon og rapportering)

Lokale kilder:

- ✓ Erfaren, data- og informasjonsflytkyndig fysiker
- ✓ Annet sentralt personale ved avdelingen, som erfaren stråleterapeut, lege, sykepleier, administrasjon.
- ✓ Personale fra andre relevante avdelinger, feks. røntgen.

Øvinger:

- ✓ Ø 11.1 Flyt av pasientdata ved en stråleterapiavdeling

12 Strålevern, nasjonal og internasjonale reguleringer

Forkunnskaper:

Ingen

Omfatter:

Grunnleggende begreper innen strålevern (optimalisering, berettigelse og dosenivåer).

Spesielle problemer knyttet til medisinsk bruk av stråling.

Litteratur

1. Hall EJ. Radiobiology for the radiologist. Philadelphia: J.B. Lippincott Company, 1994. Kapittel 25.
2. Khan FM. The physics of radiation therapy. Third ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2003.
3. Lov om strålevern og bruk av stråling. Lov 2000-05-12 nr. 36. Oslo: Helsedepartementet, 2000. (<http://www.lovdatab.no/all/hl-20000512-036.html> (13.01.05))
4. Forskrift om strålevern og bruk av stråling: Forskrift nr. 1362 av 21. november 2003. (<http://www.lovdatab.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20031121-1362.html> (13.01.05))
5. Council Directive 97/43/Euratom of 30 June 1997 on health protection of individuals against the dangers of ionizing radiation in relation to medical exposure, and repealing Directive 84/466/Euratom. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 1997. Official Journal of the European Communities 1997; 40 (L 180): 22-27. (http://europa.eu.int/celex/cgi/sga_rqst?SESS=30091!CTXT=7!UNIQ=6!APPLIC=celexext!FILE=VISU_visom_7_0_10!DGP=0!VI_txt9 (13.01.05))
6. International Commission on Radiological Protection. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 60. Oxford: Pergamon Press, 1991. Annals of the ICRP 1990; 21 (1-3).
7. Bjerke H, red. Om strålevern ved høyenergetisk stråleterapi: midlertidig veiledning. StrålevernHefte 21. Østerås: Statens strålevern, 2000. (<http://www.nrpa.no/dokumentarkiv/StraalevernHefte21%20.pdf> (16.09.2004))
8. Henriksen T. Stråling og helse. 2. utgave. Oslo: Universitetet i Oslo, Fysisk institutt, 1995. Elektronisk utgave oppdatert 1998. (http://www.afl.hitos.no/mfysikk/rad/straling_innh.htm (16.09.2004))
9. National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP. Structural shielding design and evaluation for medical use of x rays and gamma rays of energies up to 10 MeV (App. B). NCRP report no. 49. Washington D.C.: NCRP, 1976.
10. National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP. Radiation protection design guidelines for 0.1-100 MeV particle accelerator facilities. NCRP report no. 51. Washington D.C.: NCRP, 1977.
11. Stedeford B, Morgan HM, Mayles WPM, red. The design of radiotherapy treatment room facilities. Institute of Physics and Engineering in Medicine, IPEM report 75. York: IPEM, 1998. Kapittel 4, 6 og 8.
12. International Commission on Radiological Protection, ICRP. Protection against ionising radiation from external sources used in medicine. ICRP publication 33. Oxford: Pergamon Press, 1982.

Kurs

Radiation Protection Training Course (Royal Marsden, London).

12.1 Grunnleggende strålevern, nasjonal og internasjonale reguleringer

Temaer:

- ✓ Kjennskap til dosegrenser og retningslinjer gitt av Strålevernet. [3; 4] (G)
- ✓ Størrelser og enheter. Naturlige strålingsnivåer [1; 2; 8] (G)
- ✓ Helseeffekter av lave doser. Ulike risikomodeller [1; 2] (G)
- ✓ Nasjonale og internasjonale reguleringer (lover, forskrifter, EU-direktiv) [3; 4; 5] (G)
- ✓ Måling av lave doser. (G)
- ✓ Personelldosimetri ved sykehuset. (G)
- ✓ Kort om ikke-ioniserende stråling. (A)

Lokale kilder:

- ✓ Strålevernansvarlig ved avdelingen.

Øvinger:

- ✓ Ø 12.1 Undervisning om en aktuell problemstilling innen strålevern.
- ✓ EMERALD: Diagnostikk - 10.3 International recommendations, EU directives and national legislation.

12.2 Strålevern ved faste installasjoner

12.2.1 Diagnostikklaboratorier

Temaer:

- ✓ Hva påvirker dose til pasient? (G)
- ✓ CT vs. konvensjonell diagnostikk. (G)
- ✓ Skjerming av røntgenlaboratorier [9] (G)
- ✓ Gjennomgang av beregninger og kontrollmålinger for simulator. (G)

Lokale kilder:

- ✓ Strålevernansvarlig ved avdelingen.

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Diagnostikk - 10.1 Shielding measurements for a variety of materials.

12.2.2 Lineærakseleratorer

Temaer:

- ✓ Skjerming av høyenergianlegg [9; 10; 11] (G)
- ✓ Sikkerhetssystemer [9; 10; 11] (G)
- ✓ Gjennomgang av beregninger og kontrollmålinger for akselerator <10MV (G)
- ✓ Gjennomgang av beregninger og kontrollmålinger for akselerator >10MV (G)

-
- ✓ Kort gjennomgang av strålenivåer og beregninger ved andre installasjoner. (brachyterapi, Strålekniv.) (A)
 - ✓ Spesielle rutiner og prosedyrer for strålevern ved stråleterapien. [7] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Strålevernansvarlig ved avdelingen.

Øvinger:

- ✓ Ø 12.3 Beregning av skjerming rundt lineæraksellerator

12.3 Strålevern ved åpne radioaktive kilder

12.3.1 Åpne kilder ved avdelingen

Temaer:

- ✓ Plassering av åpne kilder ved avdelingen (G)
- ✓ Kort beskrivelse av hva kildene brukes til (G)
- ✓ Sikker håndtering av kildene [12] (G)

Lokale kilder:

- ✓ Strålevernansvarlig ved avdelingen.

Øvinger:

Ingen.

12.3.2 Åpne kilder til diagnostikk

Temaer:

- ✓ Gjennomgang av nuklider som benyttes. [12] (A)
- ✓ Hvordan informeres pasient og omgivelser? (A)

Lokale kilder:

- ✓ Fysiker ved nukleærmedisinsk avdeling.

Øvinger:

- ✓ EMERALD: Nukleærmedisin - 13 Radiation protection of nuclear medicine staff.

12.3.3 Åpne kilder i terapi

Temaer:

- ✓ Gjennomgang av nuklider som benyttes [12] (A)
- ✓ Gjennomgang av strålevern ved bruk av ¹³¹I. [12] (A)
- ✓ Hvilken informasjon gis til pasient, pleiere og pårørende? (A)

Lokale kilder:

- ✓ Strålevernsansvarlig

Øvinger:

- ✓ Ø 12.2 Vurdering av rutiner for behandling med ^{131}I

13 Statistikk

Forkunnskaper:

Grunnleggende statistikk: ulike sannsynlighetsfordelinger, konfidensintervall, p-verdi

Omfatter:

Grunnleggende statistikk, hypotesetesting, regresjon, studiedesign, overlevelsesanalyser

Litteratur

Det vil være en rekke lærebøker som dekker de ulike temaene. Noen eksempler vil være.

1. Riffenburgh RH. Statistics in medicine. San Diego: Academic Press, 1999.
2. Mould RF. Introductory medical statistics. Third edition. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1998.
3. Swinscow TDW. Statistics at square one. Ninth edition. London: BMJ Publishing Group, 1997. <http://bmj.bmjournals.com/collections/statsbk/index.shtml> (16.09.2004)
4. Klein JP, Moeschberger ML. Survival analysis: Techniques for censored and truncated data. New York: Springer, 1998.

Kurs

- ✓ Grunnleggende statistikk
- ✓ Applied statistics, ST301, Universitetet i Oslo

13.1 Grunnleggende statistikk

Temaer:

- ✓ Ulike sannsynlighetsfordelinger [1, *kapittel 1-3*; 2, *kapittel 1-7*; 3, *kapittel 1-3*]
- ✓ Konfidensintervall [1, *kapittel 4*; 2, *kapittel 8*; 3, *kapittel 4*]
- ✓ P-verdi, signifikans [1, *kapittel 4*; 2, *kapittel 8*; 3, *kapittel 4*]

Lokale kilder:

- ✓ Veileder
- ✓ Lokal statistiker

Øvinger:

Grunnleggende statistikk

Se også oppgaver i referanse 1 og 3

13.2 Hypotesetesting

Temaer:

- ✓ Analyse av Gauss-modeller (et sett variable, to sett variable)
- ✓ Analyse av modeller (binomisk, Poisson, multinomiske)

Lokale kilder:

- ✓ Veileder
- ✓ Lokal statistiker

Øvinger:

- ✓ Hypotesetesting av Gauss-modeller
- ✓ Se også oppgaver i referanse 1 og 3

13.3 Regresjonsanalyser og variansanalyser

Temaer:

- ✓ Linear regresjon
- ✓ Multippel regresjon
- ✓ Logistisk regresjon
- ✓ Variansanalyse, ANOVA

Lokale kilder:

Veileder
Lokal statistiker

Øvinger:

- ✓ Se oppgaver i referanse 1 og 3

13.4 Studiedesign

Temaer:

- ✓ Hvor stor må en studie være?
- ✓ Retrospektive/prospektive studier
- ✓ Randomiserte studier

Lokale kilder:

- ✓ Lokal statistiker

Øvinger:

- ✓ Se oppgaver i referanse 1 og 3

13.5 Overlevelsesanalyser

Temaer:

- ✓ Overlevelseskurver
- ✓ Kaplan-Meier-kurver
- ✓ Sammenligning av overlevelseskurver

Lokale kilder:

- ✓ Lokal statistiker

Øvinger:

- ✓ Se oppgaver i referanse 1, 3 og 4

VEDLEGG 1, BASISPROGRAM

Innledning

I dette kapitlet beskrives et kronologisk strukturert program for de seks første månedene av opplæringen for medisinske fysikere.

Programmet for basiskunnskap er blitt til ut i fra erkjennelsen av at alle stråleterapiinstitusjoner ikke nødvendigvis har en utdanningsstilling å tilby sin nye fysiker, men i stedet ønsker vedkommende inn i klinikkrettet arbeid så snart som mulig. Basisprogrammet er satt sammen med tanke på at en nyansatt fysiker etter tre måneder skal kunne utføre de grunnleggende oppgaver som tilfaller en medisinsk fysiker i klinikken (fase 1). Etter ytterligere tre måneder skal vedkommende kunne utføre selvstendig kvalitetssikringsarbeid (fase 2).

Arbeidsmetodikken i basisprogrammet baserer seg – i enda større grad enn for opplæringsprogrammet for øvrig – på at den nye fysiker får tett oppfølging av en erfaren medisinsk fysiker. Denne veilederen bør være tilgjengelig for å svare på faglige spørsmål, eventuelt henvise til andre ressurspersoner. I tillegg anbefaler KVIST-arbeidsgruppen at veilederen og kandidaten en gang i måneden evaluerer gjennomføring av forrige måned i opplæringsprogrammet og planlegger neste måned.

Innholdet i basisprogrammet hviler på fire søyler: Litteraturstudium, internundervisning, hospitering i klinikk og selvstendige øvingsoppgaver. Litteratur og øvingsoppgaver anses allmenngyldig, og er derfor spesifisert med stor grad av detalj. Undervisning og hospitering må i større grad legges opp tilpasset den enkelte institusjon, og det forventes at veileder tar ansvar for organiseringen av dette.

Kronologien i basisprogrammet er spesifisert ned til perioder på en måned. Periodenes er satt sammen i en rekkefølge som er ment å gi en naturlig progresjon, men dette er selvsagt en kun en anbefaling som det står hver institusjon fritt å følge eller se bort fra.

Fase 1 – Litteraturstudier og innføring i kliniske rutiner

Innhold

Den første tremånedersperioden i basisprogrammet vektlegger tilegning av kunnskap om strålebehandlingens anvendelse i klinikken. Litteraturemnene er hovedsakelig stråleterapifysikk, onkologi, anatomi og strålebiologi. Undervisning, hospitering i klinikken og arbeidsoppgaver er lagt opp til å dekke planlegging, simulering og utføring av stråleterapi.

Målsetning

Fysikeren som er under opplæring bør etter fase 1 kunne nok stråleterapifysikk til å veilede stråleterapeuter og leger i vanlige, kliniske spørsmål (energivalg, bolusbruk, konturkompensering, etc). Vedkommende bør også ha ervervet onkologikunnskaper nok til å forstå og gjøre seg forstått i diskusjoner vedrørende diagnoser og behandlingsopplegg. Den nye fysiker bør også kjenne igjen de mest brukte referansestrukturer og indre organer i røntgen- og CT-bilder.

Forslag til gjennomføring

Tabellen under viser forslag til gjennomføring av fase 1 i basisprogrammet. Tabellen er delt inn i 4 kolonner; litteratur, undervisning, klinikk og oppgaver. Foreslått litteraturen er et utplukk fra

hoveddokumentet og referansene er fullstendig gjengitt i slutten av dette appendikset. Undervisningen er tenkt gitt av lokale krefter. Punktene i hver kolonne er angitt i en hensiktsmessig rekkefølge og tabellen er ikke ment å leses på tvers.

Tid	Litteratur	Undervisning	Klinikk	Oppgaver
Første måned	Planlegge gjennomføring av første måned i opplæringsprogrammet.			
	<p><i>Kahn</i> [1]: Kapitlene 5, 9 og 10 (vekselvirkning, dosefordeling og doseberegninger).</p> <p><i>Bomford & Kunkler</i> [6]: Kapittel 12 (Prinsipper for doseplanlegging).</p> <p><i>Jacob & Francone</i> [9] Kapittel 5 (Skjelett-oversikt, store strukturer), se <i>Bryan</i> [10] for rtg.bilder.</p> <p>Generell onkologi. <i>Bomford & Kunkler</i> [8]: Kapittel 17, s.280-285. <i>Ringborg</i> [11]: Kapittel 6, 8 og 10</p>	<p>Stråleterapiprosessen slik den gjennomføres ved avdelingen.</p> <p>Veien fra dose målt i referanseoppsett til MU som må gis ved pasientbestråling.</p> <p>Gjenfinning av mest brukte skjelettstrukturer på undervisningsskjelett og i røntgenbilder</p>	<p>Observatør ved simulering av enkle feltopplegg for tabelldosering.</p> <p>Observatør ved behandling av tabelldoserte felt.</p>	<p>Ø.4.1. Hospitering på simulator, tidlig fase Ø.4.3. Praktisk bruk av simulator.</p> <p>Ø.2.1. Generering av dybdedosekurver med ulik energi og feltstørrelse. Ø.2.2. Generering av doseprofiler og beregning av penumbra for fotonstråling Ø.2.3. Generering av isodoser for fotonstråling Ø.2.5. Utregning av monitor v.h.a. dybdedosekurver. Ø.2.6. Utregning av monitor v.h.a. TPR-kurver. Ø.3.3. Manuell doseplanlegging uten konturkompensasjon.</p>
Andre måned	Evaluere første og planlegge gjennomføring av andre måned i opplæringsprogrammet.			
	<p><i>Bomford & Kunkler</i> [6]: Kapittel 13 (Praktisk doseplanlegging).</p> <p><i>Kahn</i> [1]: Kapitlene 11, 12 og 13 (behandlingsplanlegging).</p> <p>eller</p> <p><i>Bentel</i> [3]: Kapittel 6, 7 og 8 (behandlingsplanlegging).</p> <p>CT/MR-anatomi: Anatomisk atlas</p> <p>Spesiell onkologi: <i>Bomford & Kunkler</i> [6]: Kapittel 23, 24, 27 og 28 <i>Ringborg</i> [11]: Kapittel 23 og 32</p>	<p>Skjøting av felt ved simulatorinnstilling.</p> <p>Manuell doseplanlegging med konturkompensasjon.</p> <p>Datamaskinassistert doseplanlegging.</p> <p>Gjennomgang av snittanatomi</p>	<p>Hospitering ved simulator.</p> <p>Hospitering ved CT.</p> <p>Hospitering ved doseplanavsnitt.</p>	<p>Ø.4.8. Direkte simulatorinnstilling Ø.3.6 Datamaskinassistert doseplanlegging på grunnlag av 2D-kontur. Ø.4.7 CT-opptak for doseplanlegging Ø.3.7.Datamaskinassistert doseplanlegging med CT-grunnlag Ø. 4.12 Simulatorkontroll av doseplan Ø.3.9.1. Vurdering av teknikker for skjøting.</p>
Evaluere andre og planlegge gjennomføring av tredje måned i opplæringsprogrammet.				

Tid	Litteratur	Undervisning	Klinikk	Oppgaver
Tredje måned	<p><i>Washington & Leaver</i> [5]: Kapitlene 8, 11, 12 og 13 (epidemiologi, symptomer, diagnostikk, patologi og behandling av de fire store kreftgruppene hode/hals, gyn, prostata og bryst.</p> <p><i>Bomford & Kunkler</i> [6]: Kapitlene 18, 19 og 20 (Intro til strålebiologi).</p> <p><i>Steel</i> [4]: Kapitlene 10, 12, 13 og 14 (doserrespons, LQ-modellen og fraksjonering).</p> <p><i>Hendry</i> [12], <i>Royal College of Radiologists</i> [14]: Håndtering av avbrudd i behandling.</p> <p><i>Stewart</i> [13]: Rebehandling.</p> <p><i>Emami et al</i> [15]: Normalvevstoleranse.</p>	<p>Gjennomgang av funksjonaliteter ved lineær-akselerator.</p> <p>Kvalitetssikring av behandling; verifikasjonssystem, <i>in vivo</i>-dosimetri og feltkontrollbilder.</p>	<p>Hospitering ved behandlingsapparater.</p> <p>Følge klinisk fysiker ved aktuelle problemstillinger</p>	<p>Ø.7.2 Lineærakselerator i klinisk modus</p> <p>Ø.7.5. Pasientbestråling</p> <p>Ø.7.6 Bruk av verifikasjonssystem</p> <p>Ø.7.7 Bruk av feltkontrollsystem</p> <p>Ø.6.7. Pasientdosimetri</p> <p>Ø.9.1.Hyperfraksjonering og akselerert behandling</p> <p>Ø.9.2.Hypofraksjonering.</p> <p>Ø.9.3. Kompensering for pauser</p> <p>Ø.9.4. Rebehandling</p>

Fase 2 – kvalitetssikring av rutiner og apparatur

Innhold

Denne delen av basisprogrammet er rettet mot kvalitetssikring i stråleterapi, det være seg teknisk eller prosedyremessig.

Målsetning

Fysikeren som er under opplæring bør etter fase 2 beherske grunnleggende kvalitetskontroll av behandlingsapparater (monitorkalibrering, vannfantommålinger, etc). Vedkommende bør dessuten ha ervervet nok praktisk stråleterapikunnskap til å selv kunne gjennomføre CT-scanning, simulering, doseplanlegging, bestråling og behandlingsverifikasjon.

Gjennomføring

Tid	Litteratur	Undervisning	Klinikk	Oppgaver
Evaluere tredje og planlegge gjennomføring av fjerde måned i opplæringsprogrammet.				
Fjerde måned	<p><i>Bentel</i> [3]: Kapitlene 1 og 2 (historikk og grunnleggende om linacoppbygning).</p> <p><i>IAEA</i> [7]. Dosimetriprotokoll TRS398.</p> <p><i>Kahn</i> [1]. Kapitlene 6 og 8 (ionisasjonsmåling og doseberegning).</p> <p><i>IPEM 81</i>[8]. Kapittel 5</p> <p><i>Williams & Thwaites</i> [2]: Kapittel 3 (kalibrering av høyenergetisk foton- og elektronstråling)</p>	<p>Gjennomgang av lokale behandlingsapparater, inkludert hvordan disse kommuniserer med øvrig utstyr så som verifikasjonssystem, MLC, feltkontrollsystem, etc.</p> <p>Gjennomgang av lokalt tilgjengelig dosimetriutstyr og anvendelse av dette (fantomer, kamre, dioder, elektrometre Gjennomgang av lokale rutiner for dosimetrisk kvalitetskontroll., film, etc).</p>	<p>Utføre konstanstsjekker (morgenkontroll, fysikers rutinekontroller på lasere, lysfelt/strålefelt, trådkors osv).</p> <p>Gjennomføre kontroll av absoluttdosimetrien ved et behandlingsapparat.</p>	<p>Ø.7.3 Lineærakselerator i servicemodus</p> <p>EMERALD-øving 3: Calibration of a MVXR beam</p> <p>EMERALD-øving 4: Calibration of an electron beam</p> <p>Ø.6.5. Gjennomgå kalibreringsbevis og IAEA-regneark</p> <p>Ø.6.6 Kalibrering av en lineærakselerator</p> <p>Ø.6.4. Effekt av forskjellig fantommateriale</p>
Evaluere fjerde og planlegge gjennomføring av femte måned i opplæringsprogrammet.				
Femte måned	<p><i>Kahn</i> [1]. Kapittel 14 (elektronbehandling).</p> <p><i>Kahn</i> [1]. Kapittel 14 (brachyterapi).</p>		<p>Måling av dybdeosekurver, tverrscan, isodoser osv. i stort</p> <p>Kalibrere brachykilde dersom dette er en tilgjengelig modalitet. (vannfantom)</p>	<p>EMERALD-øving 6: Acquisition of open beam data</p> <p>EMERALD-øving 7: Acquisition of dose distributions and beam profiles</p> <p>EMERALD-øving 8: Acquisition of wedged beam data</p> <p>EMERALD-øving 15: Calibration of brachytherapy sources</p>
Evaluere femte og planlegge gjennomføring av sjette måned i opplæringsprogrammet.				

Tid	Litteratur	Undervisning	Klinikk	Oppgaver
Sjette måned	<p><i>Williams & Thwaites</i> [2]: Kapitlene 11 og 14 (behandlingsverifikasjon og kvalitetssikring).</p> <p><i>IPEM 81</i>[8]. Kapittel 5</p> <p><i>AAPM</i> [16]: Klinisk anvendelse av EPID.</p>	Gjennomgang av lokale rutiner for kvalitetskontroll på simulator, CT og doseplan	QA av simulator, CT og doseplan	<p>Ø.4.4. Periodiske kontroller av simulator</p> <p>Ø.4.5. Periodiske kontroller av CT</p> <p>Ø.7.4. Periodisk kontroll av lineærakselerator</p> <p>Ø.3.11. Kontroll av utregnet monitor fra doseplansystemet</p>

Litteraturliste

Bøker

1. Kahn FM. *The physics of radiation therapy*. Williams & Wilkins, 1984.
2. Williams JR & Thwaites DI. *Radiotherapy physics, 2nd ed.* Oxford University Press, 2000.
3. Bentel GC. *Radiation therapy planning, 2nd ed.* McGraw Hill Companies Inc, 1996.
4. Steel GG. *Basic clinical radiobiology, 2nd ed.* Arnold, 1997.
5. Washington CM & Leaver DT. *Principles and Practice of radiation therapy. Practical Applications*. Mosby-Year Book Inc, 1997.
6. Bomford CK & Kunkler IH. *Walter and Miller's Textbook of Radiotherapy, 6th ed.* Churchill Livingstone, 2003.
7. IAEA. *Technical Report Series No 398*. Wien, 2000.
8. WPM Mayles et al, The Institute of Physics and Engineering in Medicine (IPEM) Report nr.81, *Physics Aspects of Quality Control in Radiotherapy*, 1999
9. Jacob & Francone. *Anatomi og Fysiologi*. Universitetsforlaget
10. Bryan GJ. *Skeltal Anatomy, 3rd ed.* Churchill Livingstone, 2002.
11. Ringborg U. *Onkologi*, Liber, 1998

Artikler

12. Hendry JH et al. *A modelled comparison of the effects of using different ways to compensate for missed treatment days in radiotherapy*. Clin.Oncol.R.Coll.Radiol. 1996; 8; 297-307.
13. Stewart FA. *Re-treatment after full-course radiotherapy: is it a viable option?* Acta Oncol. 1999; 38; 855-62.
14. Royal College of Radiologists. *Guidelines for the management of the unscheduled interruption or prolongation of a radical course of radiotherapy. 2nd ed*, 2002.
15. Emami B et al. *Tolerance of normal tissue to therapeutic radiation*. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 1991.
16. Herman MG et al. *Clinical use of electronic portal imaging; report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 58*. Med Phys 28, 712-737, 2001.

Vedlegg 2

Nøkkellitteratur

Litteraturlistene i dette opplæringsprogrammet er naturlig nok omfattende. Listene består av bøker, rapporter og vitenskapelig artikler publisert i nasjonale og internasjonale tidsskrifter. Mye av litteraturen er tilgjengelig på Internett, men en del må også kjøpes. For å lettegjøre anskaffelse av sistnevnte litteratur er det nedenfor gitt en liste over de viktigste bøkene (i alfabetisk rekkefølge) som benyttes i dette opplæringsprogrammet. I tillegg er det utarbeidet en liste over rapporter og standarder som bør foreligge på en stråleterapiavdeling.

Bokliste

1. Khan FM. The physics of radiation therapy. Baltimore: Williams & Wilkins, 1994
2. Hallstadius L, Hertzman S. Joniserende strålnings växelverkan med materia. LUNFD6/(NFRA-3040)/1-126. Lund: Lunds Universitet, Radiofysiska Institutionen, 1983.
3. Attix FH. Introduction to radiological physics and radiation dosimetry. New York: John Wiley & Sons, 1986.
4. Anderson DW. Absorption of ionizing radiation. Baltimore: University Park Press, 1984.
5. Bentel GC. Radiation therapy planning. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1996.
6. Washington CM, Leaver DT, eds. Physics, simulation and treatment planning: Principles and practice of radiation therapy. St. Louis: Mosby, 1996.
7. Washington C, Leaver DT, red. Practical applications: Principles and practice of radiation therapy. St. Louis: Mosby, 1997.
8. van Dyk J, red. The modern technology of radiation oncology: a compendium for medical physicists and radiation oncologists. Madison: Medical Physics Publishing, 1999.
9. Webb S. The physics of three-dimensional radiation therapy: conformal radiotherapy, radiosurgery and treatment planning. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1993.
10. Webb S. The physics of medical imaging. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1988.
11. Bomford CK, Kunkler H, Sherriff SB. Walter and Miller's textbook of radiotherapy: Radiation physics, therapy and oncology. Fifth edition. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1993.
12. Greene D, Williams PC. Linear accelerators for radiation therapy. Second edition. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1997.
13. Ringborg U, Henriksson R, Friberg S. Onkologi. Stockholm: Liber, 1998
14. Hall EJ. Radiobiology for the radiobiologist. Fifth edition. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 2000.
15. Steel GG. Basic clinical radiobiology. Third edition. London: Arnold Publisher, 2002
16. Gerbaulet A et al, red. The GEC ESTRO handbook of brachytherapy. Brussel: ESTRO, 2002
17. Dutreix A et al. Monitor unit calculation for high energy photon beams. ESTRO Booklet No. 3. Brussel: European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, ESTRO, 1997.
18. van Dam J, Marinello G. Methodes for in vivo dosimetry in external radiotherapy. European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, ESTRO Booklet No. 1. Leuven: Garant, 1994.
19. Leer JWH et al. Practical guidelines for the implementation of a quality system in radiotherapy. ESTRO Booklet No 4. Brussel: European Society for Therapeutic Radiology and Oncology, ESTRO, 1998.

Rapporter og standarder

1. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Radiation, quantities and units. ICRU report 33. Washington, D.C.: ICRU, 1980.
2. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Fundamental quantities and units for ionizing radiation. ICRU report 60. Bethesda, Maryland: ICRU, 1998.

3. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Dosimetry of high-energy photon beams based on standards of absorbed dose to water. ICRU report 64. Ashford, Kent: Nuclear Technology Publishing, 2001. *Journal of the ICRU* 2001; 1(1): 1-91
4. Nath R et al. Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: Recommendations of AAPM Radiation Therapy Task Group No. 43. Published for the American Association of Physicists in Medicine, AAPM. AAPM report no. 51. New York: American Institute of Physics, 1995. *Medical Physics* 1995; 22: 209-234.
5. Rivards M et al. Update of AAPM Task Group No. 43: A revised AAPM protocol for brachytherapy dose calculations. *Medical Physics* 2004; 31: 633-674.
6. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy. ICRU report 50. Bethesda, Maryland: ICRU, 1993.
7. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy. (Supplement to ICRU Report 50) ICRU report 62. Bethesda, Maryland: ICRU, 1999.
8. Specification of dose delivery in radiation therapy: Recommendations by the Nordic Association of Clinical Physicists (NACP). *Acta Oncologica* 1997; 36 (supplement 10): 1-32.
9. Mayles WPM et al, red. Physics aspects of quality control in radiotherapy. Institute of Physics and Engineering in Medicine, IPEM Report 81. York: IPEM, 1999.
10. Levernes S, red. Volum og doser ved strålebehandling. StrålevernRapport 2003:12. Østerås: Statens strålevern, 2003.
11. Systemer for kvalitetsstyring: Grunntrekk og terminologi. Norsk standard NS-EN ISO 9000. Oslo: Norges standardiseringsforbund, 2000.
12. Absorbed dose determination in external beam therapy: An international code of practice for dosimetry based on standards of absorbed dose to water. International Atomic Energy Agency, IAEA. Technical reports series no. 398. Wien: IAEA, 2000.
13. Absorbed dose determination in photon and electron beams: An international code of practice. Second ed. International Atomic Energy Agency, IAEA. Technical reports series no. 277. Wien: IAEA, 1997.
14. The use of plane parallel ionization chambers in high energy electron and photon beams: An international code of practice for dosimetry. International Atomic Energy Agency, IAEA. Technical reports series no. 381. Wien: IAEA, 1997.
15. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Dose and volume specification for reporting intracavitary therapy in gynecology. ICRU report 38. Bethesda, Maryland: ICRU, 1985.
16. International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU. Dose and volume specification for reporting interstitial therapy. ICRU report 58. Bethesda, Maryland: ICRU, 1999.
17. International Commission on Radiological Protection. 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP publication 60. Oxford: Pergamon Press, 1991. *Annals of the ICRP* 1990; 21 (1-3).
18. National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP. Structural shielding design and evaluation for medical use of x rays and gamma rays of energies up to 10 MeV (App. B). NCRP report no. 49. Washington D.C.: NCRP, 1976.
19. National Council on Radiation Protection and Measurements, NCRP. Radiation protection design guidelines for 0.1-100 MeV particle accelerator facilities. NCRP report no. 51. Washington D.C.: NCRP, 1977.
20. International Commission on Radiological Protection, ICRP. Protection against ionising radiation from external sources used in medicine. ICRP publication 33. Oxford: Pergamon Press, 1982

Anbefalte kurs

Det finnes dessverre ikke et fullstendig kurstilbud i Norge som korresponderer med innholdet i dette opplæringsprogrammet. På Europeisk nivå finnes det derimot et relativt bredt spekter av kurs, spesielt i regi av ESTRO. ESTRO har ett kurstilbud som skal ligge tett opptil de publiserte retningslinjene for utdanning og opplæring av medisinske fysikere i stråleterapi. Nedenfor gis en liste over relevante og tilgjengelige kurs pr. januar 2005.

- ✓ Medisinsk Fysikk for Strålterapi (FYS 398 Universitetet i Oslo)
- ✓ Klinisk fysikk for stråleterapi (SIF40AF, NTNU)
- ✓ Ioniserende strålings vekselvirkning med materie, etterutdanningkurs (NTNU)
- ✓ Dosimetri, etterutdanningkurs (NTNU)
- ✓ Radiotherapy Physics (Royal Marsden, London), 2 kurs
- ✓ Medical Imaging Physics, Diagnostics, CT, MRI (Royal Marsden, London)
- ✓ Radiation Protection Training Course (Royal Marsden, London).
- ✓ Physics for Clinical Radiotherapy (ESTRO)
- ✓ Dose determination in radiotherapy: Beam characterization, dose calculation and dose verification (ESTRO)
- ✓ Radiotherapy Treatment Planning: Principles and Practice (ESTRO)
- ✓ Physics for Clinical Radiotherapy (ESTRO)
- ✓ Imaging for Target Volume Determination in Radiotherapy (ESTRO)
- ✓ IMRT and Other Conformal Techniques in Practice (ESTRO)
- ✓ Evidence-based radiation oncology: Methodological basis and clinical application (ESTRO)
- ✓ Basic Clinical Radiobiology (ESTRO)
- ✓ Moderen brachytherapy techniques (ESTRO)
- ✓ Brachytherapy for prostate cancer (ESTRO)
- ✓ Brachytherapy for gynecological malignancies (ESTRO)

StrålevernRapport 2005:1
Virksomhetsplan 2005

StrålevernRapport 2005:2
Natural Radioactivity in Produced Water from the
Norwegian Oil and Gas Industry in 2003

StrålevernRapport 2005:3
Kartlegging av historiske utslipp til Kjeller-området
og vurdering av mulige helsekonsekvenser

StrålevernRapport 2005:4
Assessment of environmental, health and safety consequences of
decommissioning radioisotope thermal generators in NW Russia

StrålevernRapport 2005:5
Environmental Impact Assessments in Arctic Environments
Protection of plants and animals