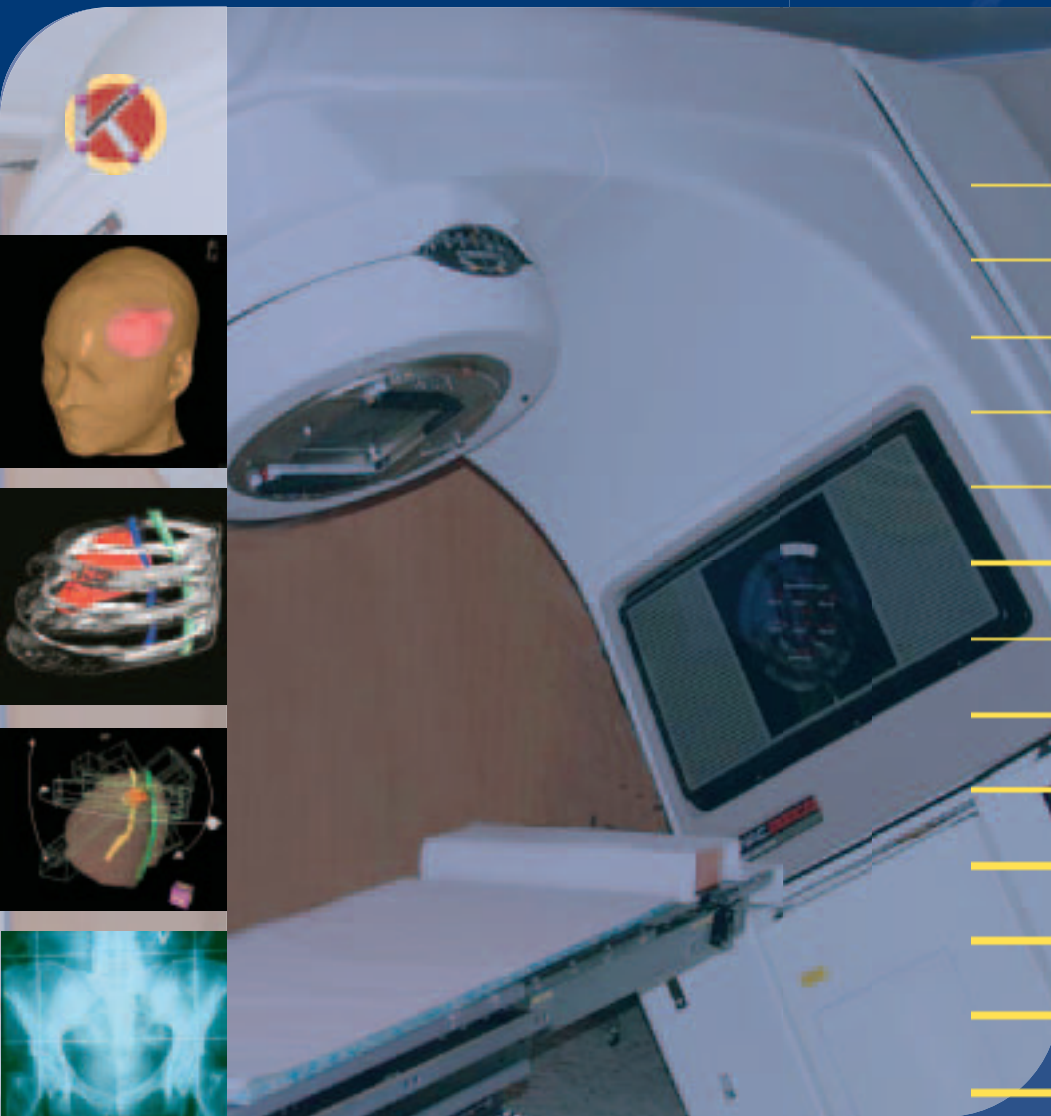


Volum og doser ved strålebehandling

Definisjoner, retningslinjer for bruk, dokumentasjon og rapportering



Utarbeidet av arbeidsgruppe oppnevnt av Statens strålevern som del av arbeidet med kvalitetssikring i stråleterapi (KVIST)

Referanse:

Levernes S, Johannessen DC. Volum og doser i strålebehandling. Definisjoner, retningslinjer for bruk, dokumentasjon og rapportering. StrålevernRapport 2003: 12. Østerås: Statens strålevern, 2003.

Emneord:

Stråleterapi. Definisjoner. Retningslinjer. Volum. Doser. Dokumentasjon. Rapportering.

Resymé:

Inneholder definisjoner for volum og doser i stråleterapi. Beskriver retningslinjer for bruk, dokumentasjon og minimum rapportering for den enkelte pasient.

Reference:

Levernes S, Johannessen DC. Volumes and doses for radiotherapy. Definitions, guidelines for usage, documentation and reporting. StrålevernRapport 2003:12. Østerås: Norwegian Radiation Protection Authority, 2003. Language: Norwegian.

Key words:

Radiotherapy. Definitions. Guide lines. Volum. Dose. Documentation. Reporting.

Abstract:

Defines dose and volume parameters for radiotherapy. Describes guidelines for usage, documentation and minimum reporting for individual patients.

Prosjektleder: Sverre Levernes.

Godkjent:



Gunnar Saxebøl, avdelingsdirektør, Avdeling Strålevern og sikkerhet.

30 sider.

Utgitt 2003-10-25.

Opplag 350 (03-10).

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 0804-4929

Volum og doser ved strålebehandling

Definisjoner, retningslinjer for bruk, dokumentasjon og rapportering

Utarbeidet av arbeidsgruppe oppnevnt av Statens strålevern
som del av arbeidet med kvalitetssikring i stråleterapi (KVIST)

Redigert av Sverre G. Levernes

Forord

Gjennom Kreftplanen er det bevilget midler til et nasjonalt kvalitetssikringsprogram for både fysiske og medisinske aspektet av stråleterapi. Dette arbeidet ledes av Statens strålevern som i 2000 opprettet en egen gruppe, KVIST (KValitetssikring I STRåleterapi), for dette formålet. Til denne gruppen er det tilknyttet en referansegruppe med representanter fra alle stråleterapisentrene og alle relevante faggrupper (onkologer, medisinske fysikere, stråleterapeuter). Mye av arbeidet gjøres i arbeidsgrupper bestående av fagpersoner fra sykehusene og representanter fra KVIST-gruppen. Løsningene baseres på konsensus mellom deltakerne for å få til mest mulig ensartete løsninger, og dermed sikre og forbedre kvaliteten.

Den 26. april 2001 ble det etablert en KVIST-arbeidsgruppe som skulle komme med forslag til anbefalinger for spesifisering av volum og doser ved strålebehandling.

Gruppen har hatt følgende sammensetning:

Sverre Levernes	KVIST, Statens strålevern (leder)
Jan Evensen	Onk. Avd., Det norske radiumhospital HF
Rune Hafslund	Radiofys. Avd., Haukeland sykehus, Helse Bergen HF
Dag Clement Johnnesen	KVIST, Statens strålevern
Jon Reitan	Onk. Avd., Det norske radiumhospital HF/Statens strålevern
Trond Strickert	Kreftavd., Regionsykehuset i Trondheim (St. Olavs hospital HF)
Erik Wist	Onk. Avd., Ullevål universitetssykehus HF
Erlend Åsmul	Senter for kreftbehandling, Vest-Agder sentralsykehus HF (til feb. 2002)

Mandatet for gruppen har vært:

Utarbeide omforente nasjonale anbefalinger og spesifikasjoner for målvolument og doser innen stråleterapi.

I tillegg til selve anbefalingene skal gruppen:

- *Lage til eksempler på hvordan anbefalingene skal forstås og brukes for ulike behandlingsopplegg og for ulike kompleksitetsgrad av planlegging og behandling.*
- *Foreslå hvordan anbefalingene kan implementeres klinisk ved norske sykehus.*

Gruppen har i det foreliggende dokumentet gjennomført sitt mandat med den tolkning som tittelen angir, bortsett fra siste kulepunkt som går på hvordan dette skal implementeres. Medlemmene av referansegruppen for KVIST-arbeidet har sagt seg villig til å ta ansvar for denne implementeringen på hvert sitt sykehus under forutsetning at de får tilgang på informasjonsmateriale.

Anbefalingene utgjør en faglig konsensus, og arbeidsgruppen har derfor valgt å kalle dem for retningslinjer i den forstand at de har pålagt seg selv og hverandre å følge disse.

Disse retningslinjene vil i første rekke definere betegnelser og parametere for å sikre entydig bruk av disse. Dernest gis det retningslinjer om hva som minimum skal kunne rapporteres for den enkelte pasient. Til slutt er det tatt med beskrivelse av en del praktiske aspekter og kliniske eksempler for å belyse bruken av retningslinjene.

Status for dokumentet:

Dokumentet utgis i Statens stråleverns publikasjonsserie. Det utgjør en faglig nasjonal konsensus og vil bli brukt av Statens strålevern som rådgivende dokument i sin myndighetsutøvelse.

Innhold:

	FORORD.....	2
1	INNLEDNING.....	4
2	DEFINISJON AV VOLUM, KONTURER OG MARGINER.....	5
2.1	VOLUM	5
2.2	KONTURER.....	6
2.3	MARGINER	6
2.4	RISIKO- OG INTERESSEVOLUM.....	7
2.5	DELVOLUM.....	8
2.6	DOSERELATERTE VOLUM OG STØRRELSER	8
2.6.1	<i>Generelt:</i>	9
2.6.2	<i>Ekstern terapi:</i>	9
2.6.3	<i>Brachyterapi:</i>	10
3	DEFINISJON AV DOSER.....	11
3.1	GENERELLE STØRRELSER.....	11
3.2	EKSTERN TERAPI.....	11
3.3	BRACHYTERAPI:	12
3.4	DOSEUNIFORMITETSPARAMETRE	12
4	RETNINGSLINJER FOR RAPPORTERING.....	14
4.1	GENERELT OM VOLUM OG DOSER	14
4.2	EKSTERN TERAPI	14
4.3	BRACHYTERAPI	15
4.4	FLERE MÅLVOLUM.....	15
5	PRAKTISK GJENNOMFØRING.....	16
5.1	DIREKTE INNSTILLING PÅ SIMULATOR	16
5.2	PLANLEGGING UT FRA 3D ANATOMI	16
5.3	TABELLGENERERING	17
5.4	BRUK AV ULIKE MARGINER.....	17
5.5	UTFORMING AV PROTOKOLLER.....	18
5.6	BRUK AV DISSE NASJONALE RETNINGSLINJENE ISTEDEFOR ICRU ELLER NACP.....	18
6	REFERANSER.....	20
	VEDLEGG:	
	A. Beskrivelse av ulike begrep og forkortelser	21
	B. Eksempel på definering av volum og delvolum	23
	C. Eksempel på volumdefinisjon og feltoppsett ved pasientbevegelser	25
	D. Kortversjon til daglig bruk.....	26

1 Innledning

I arbeidet med å kvalitetssikre og optimalisere strålebehandling er det viktig at den enkelte pasients behandlingsdata dokumenteres og rapporteres på en mest mulig presis og enhetlig måte slik at dataene kan brukes til internkontroll, evaluering, forbedring og lette utveksling av data mellom sentrene. I denne sammenheng er klar og entydig beskrivelse av ulike volum og doser i pasient av største betydning. Retningslinjene omfatter definisjon av begreper, hvilke parametere som minimum bør kunne rapporteres og hvordan dette skal forstås i praktisk bruk.

Rekvirering av strålebehandling må inneholde nødvendige parametere for planlegging og start av behandling. Dessuten må alle parametere som er nødvendige for å kunne gjenskape og evaluere behandlingen registreres. Det ligger utenfor disse retningslinjene å definere alle disse parametrene. Disse retningslinjene tar hovedsaklig for seg beskrivelse av volum og doser for individuelle pasienter for å sikre entydig rapportering, mens lokal dokumentasjon (rekvirering og registrering) bare dekkes i den utstrekning retningslinjene har direkte konsekvens for disse.

Disse retningslinjene inneholder mer enn rene minimumsanbefalinger da det er ønskelig å sikre entydighet også ved mer omfattende dokumentasjon og rapportering. Definisjonene forutsetter 3D informasjon om pasienten, men det er vist hvordan begrepene kan tillempes når ikke slik informasjon finnes. Dokumentet er utformet slik at det kan være med på å stimulere og ikke hindre utvikling. Flere nasjonale / internasjonale anbefalinger finnes, og retningslinjene her bygger på disse (definisjonene er referert til disse med *-punkter):

Nasjonalt:

- Norsk konsensus om dokumentasjon av volum og doser (1976)

Internasjonalt:

- ICRU* 38: Dose and volume specification for reporting intracavitary therapy in gynecology (1985)
- ICRU* 50: Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy (1993)
- NACP**: Specification of dose delivery in radiation therapy (1997)
- ICRU* 58: Dose and volume specification for reporting interstitial therapy (1997)
- ICRU* 62: Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy (Supplement to ICRU 50) (1999)

*ICRU: International Commission on Radiation Units and Measurement,

** NACP: Nordic Association of Clinical Physics

Det er behov for tilpasning og konkretisering av disse anbefalinger om til norske forhold og å oppnå konsensus i fagmiljøene slik at retningslinjene blir fulgt. Engelske betegnelser står med norsk oversettelse så langt det er naturlig, mens engelske forkortelser stort sett er beholdt der de finnes. Noe av hensikten er også å skape en større forpliktelse til å følge konkrete retningslinjer enn det som er tilfelle med de internasjonale anbefalingene ved at norske fagmiljø dras inn i arbeidet med å konkretisere disse for den kliniske hverdag.

Retningslinjene vil i første rekke ta for seg ekstern terapi og interstitiell brachyterapi. For gynekologisk brachyterapi er rekommandasjonen ICRU 38 gammel og moden for revisjon. Det er derfor naturlig å vente med anbefaling for slik behandling. Annen intrakavitær behandling finnes det ikke internasjonale anbefalinger for og vil derfor heller ikke bli omtalt her. Nye behandlingsformer som intravaskulær brachyterapi er det også litt for tidlig å innlemme i disse retningslinjene.

2 Definisjon av volum, konturer og marginer

Ved definering av volum, konturer og marginer er det viktig med ett referansesystem som også kan brukes for bestråling og dosespesifikasjon. Dette referansesystemet må bestemmes med markeringer ved første gangs pasientoppstilling for å gjenskape samme forhold ved planlegging og behandling. Dette referansesystemet for pasientanatomien blir da det koordinatsystemet som volum (tumor, organer) og utstyr (fikseringsutstyr, posisjoneringslys, behandlingsapparat, strålefelt) må relateres til*. Hver av disse har sitt eget koordinatsystem som må relateres til referansekoordinatsystemet for pasientanatomien.

* NACP kap. 3.2 og 3.3 s.6-14

En viktig forutsetning for et entydig pasientkoordinatsystem og god kontroll med pasient-posisjonering og behandling, er god fiksering og gode markeringer på pasient og fikseringsutstyr. Normalt vil dette være definert ved lett gjenkjennelige punkter på/ved beinstrukturer nær tumor eller på utstyr nøyaktig fiksert til pasienten.

Eksterne referansepunkter*

Eksterne synlige eller palperbare punkter på pasient/fikseringsutstyr (for eksempel for innstilling av felt).

* ICRU 62 s.3, NACP s.8

Interne referansepunkter*

Interne punkter synlige på DRR (digitalt rekonstruert røntgenbilde) og/eller simulatorbilder (for eksempel for kontroll av feltkontrollbildet).

* ICRU 62 s.3, NACP s.8

2.1 Volum

GTV (Gross Tumor Volume, Tumorvolum)*

Dette er den palperbare eller synlig/demonstrerbare utstrekning av malign vekst (i øyeblikksbilde).

* ICRU 50 s.6, ICRU 58 s.2, ICRU 62 s.4, NACP s.14

CTV (Clinical Target Volume, Klinisk målvolum)*

Dette er det vevsvolum som inneholder GTV og/eller subklinisk mikroskopisk malign sykdom (i øyeblikksbilde).

* ICRU 50 s.6, ICRU 58 s.2, ICRU 62 s.5, NACP s.14

Kommentar: CTV er det anatomiske volum i øyeblikksbilde en ønsker å gi en spesifisert dose. Det inngår ikke marginer for bevegelser eller endringer av CTV under behandlingen. CTV kan inneholde ingen, et eller flere GTV. Utstrekningen av CTV må vurderes opp mot hvilken sannsynlighet det er for mikroskopisk sykdom i ulike deler av vevet. Her er rom for skjønn, men det bør følge fastlagte strategier og protokoller spesifikke for de enkelte sykdomsgrupper.

ITV (Internal Target Volume, Målvolum)*

Dette er et volum som inneholder CTV pluss en Indre margin (se kap. 2.3) som tar hensyn til indre bevegelser og endringer av CTV.

* ICRU 62 s.8, NACP s.15

Kommentar: ITV er et geometrisk volum i pasient, definert i pasientkoordinatsystem, og dette vil med stor sannsynlighet omslutte CTV i alle de posisjonene CTV vil ha under behandling. ITV vil være det volumet i pasientkoordinater en ønsker å gi en rekvirert dose.

GTV, CTV og ITV er alle uavhengig av behandlingsteknikk, både for ekstern og interstitiell terapi.

For ekstern terapi er det nødvendig å definere volum og volumprojeksjon som er definert i feltgeometri og følgelig er avhengig av behandlingsteknikk:

PTV (Planning Target Volume, Planleggingsvolum)*

Dette er et geometrisk volum som inneholder ITV med en Setup margin (se kap. 2.3) som tar hensyn til antatte pasientbevegelser, samt variasjoner i pasientoppstilling og feltinnstilling.

* ICRU 50 s.7, ICRU 58 s.3, ICRU 62 s.10, NACP s.15

Kommentar: For praktiske formål kan det være mer hensiktsmessig å definere PTV ut fra CTV med en totalmargin funnet fra analyse av feltkontrollbilder (se kap. 2.3 og kap. 5.4).

2.2 Konturer

Volumet PTV brukes til å bestemme feltgrenser, men for bestemmelse av disse trenger en normalt bare projeksjon av PTV i BEV (Beams Eye View) for det aktuelle feltet:

Planning Contour, Planleggingskontur*

Dette er en projeksjon av PTV i BEV, dvs. en kontur i et plan vinkelrett på sentralstrålen som omslutter projeksjonen av de ulike posisjonene ITV kan ha under behandling sett i stråleretning ved å ta hensyn til Setup marginer.

* NACP s.15 + fig.11

Kommentar: PTV og Planleggingskontur vil kunne gå på utsiden av pasienten. Ved definering av feltgrenser må en også legge til Penumbra bredden $P_{90/50}$ (se kap. 2.5) for det aktuelle feltet.

2.3 Marginer

Ved definering av de ulike volumene er det brukt to marginbegrep:

IM (Internal Margin, Indre margin)*

Dette er en anatomisk margin som legges på aktuelt volum (CTV eller OAR (se kap. 2.4)), for å definere ITV eller IRV p.g.a. forventede bevegelser og/eller endringer av henholdsvis CTV eller OAR.

* ICRU 62 s.8, NACP s.14

Kommentar: Det må også tas hensyn til usikkerhet i inntegning av CTV på grunn av snittykkelse, dvs. partielle volumeffekter ved rekonstruering av snitt. Endringer og bevegelser kan skyldes:

- Fysiologiske egenskaper som pusting, peristaltikk, fyllingsgrad
- CTV endrer størrelse og form over tid.

SM (Set-up Margin, Setup margin)*

Dette er en margin som legges på aktuelt volum (ITV eller IRV (se kap. 2.4)), for å definere PTV eller PRV p.g.a. antatte pasientbevegelser under bestrålingen og usikkerhet i pasientoppstilling og feltinnstilling ved hver behandling.

* ICRU 62 s.9, NACP s.15. Det naturlige ville være å kalle denne for innstillingsmargin på norsk, men denne betegnelsen ville lett bli forkortet til IM som er Indre margin. Den engelske betegnelsen er derfor beholdt på norsk.

Kommentar: Slike bevegelser og usikkerheter kan skyldes:

- Interfraksjonelle bevegelser (posisjonering)
- Intrafraksjonelle bevegelser (under behandling)
- Behandlingsteknikk / planlegging
- Egenskaper eller dårlig justering av behandlingsapparat og tilleggsutstyr

Setup margin er definert i strålefeltets koordinatsystem og skal dekke alle eksterne usikkerheter og variasjoner i forhold til pasientens koordinatsystem. Den avhenger av behandlingsapparat med bord og posisjoneringsslys, og den kan gå på utsiden av pasient.

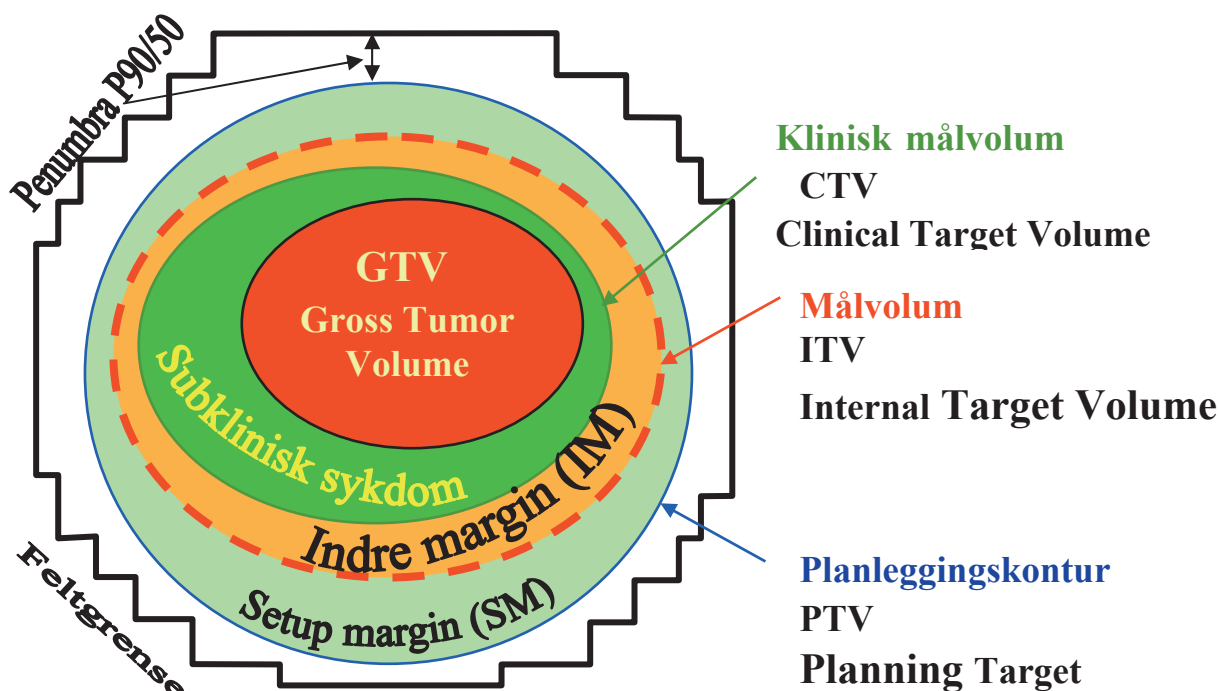


Fig. 1: Skjematisk framstilling av volumer og marginer for definering av feltgrense i BEV

Størrelsen på marginene kan variere i de ulike retningene. Det bør vises forsiktighet ved summering av IM og SM. Disse kan ikke uten videre summeres lineært fordi CTV pluss IM og SM vil gi et unødvendig stort PTV. For en del formål er det praktisk å definere en totalmargin uten å angi størrelse og summeringsmetode for IM og SM (se også drøfting i kap. 5.4):

TM (Totalmargin)*

Dette er en margin som legges på aktuelt volum (CTV eller OAR (se kap. 2.4)), for å definere PTV eller PRV der alle usikkerheter og variasjoner for pasient og utstyr tas i betraktning.

* ICRU 62 og NACP definerer ikke denne. I ICRU 50 er den løselig beskrevet, men ikke definert.

De ulike behandlingsprotokollene bør beskrive hvordan marginene brukes og eventuelt summeres. I tillegg kan også andre faktorer (for eksempel dose-volum forhold) sette begrensninger.

Ved brachyterapi kan en som oftest se bort fra marginene, slik at $CTV=ITV=PTV$. For ekstern terapi kan en også i noen tilfelle se bort fra marginer, for eksempel Indre margin ved bestråling i hoderegionen og Setup margin ved stereotaktisk behandling.

2.4 Risiko- og interessevolum

De ulike risikovolumene defineres etter samme prinsipp som for målvolum.

OAR (Organ at Risk, Risikoorgan)*

Dette er normalvev (i øyeblikksbilde) hvor strålefølsomheten signifikant kan påvirke planlegging og/eller rekvirering av dose. (OAR er analogt til GTV).

* ICRU 50 s.18, ICRU 62 s.13, NACP s.14. ICRU forkorter denne OR, men det er vanlig å bruke tre-bokstavs forkortelser for alle volum.

Kommentar: OAR defineres i pasientens koordinatsystem.

IRV (Internal Risk Volume, Risikovolum)*

Dette er Risikoorgan (OAR) pluss Indre margin for bevegelser og forandringer av dette organet. (IRV er analogt til ITV).

* NACP s.14. NACP kaller denne Risk Volume (RV), men det er vanlig å bruke tre-bokstavs forkortelser for alle volum.

Kommentar: IRV defineres i pasientens koordinatsystem.

PRV (Planning Organ at Risk Volume)*

Dette er et geometrisk volum som inneholder Risikovolum (IRV) med en Setup margin. (PRV er analogt til PTV).

* ICRU 62 s.15

Kommentar: PRV defineres i strålefeltets koordinatsystem.

For en del formål kan det være aktuelt å definere volum som ikke er direkte kritiske når det gjelder dose:

Interesseorgan, Interessevolum*

Dette er et organ / volum der en ønsker å registrere doser med tanke på bivirkninger, men der dette ikke påvirker rekvirering og planlegging som for OAR og IRV.

* ikke definert av ICRU eller NACP, finnes derfor ikke engelsk betegnelse

Kommentar: Dette kan for eksempel være gonader eller kontralateralt bryst.

2.5 Delvolum

Målvolumet kan deles opp i delvolum hvis det skal være ulike dosenivå for ulike deler av volumet, delvolum ITV1, ITV2 osv. Delvolumene kan omslutte andre delvolum, men de kan ikke være en del av hverandre (fig. 2). Summen av delvolumene gir totalvolumet som skal bestråles. Strålefelt kan gis til flere volum/delvolum samtidig. Når det gis en høyere dose til et delvolum, kalles dette ofte for **boost-dose** (se kap. 6).

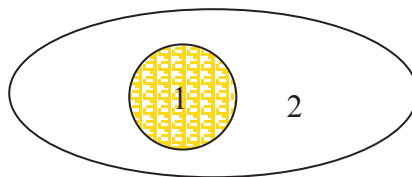


Fig. 2: Delvolum 1 (boost) omsluttet av delvolum 2.

De andre volumene og Planleggingskonturen kan deles på tilsvarende måte selv om en vanligvis ikke spesifiserer dosenivå til disse. For GTV kan det være aktuelt å skille ulike typer: GTV-T (tumor), GTV-N (node, lymfeknute), GTV-M (andre metastaser)(se ICRU 62 s.4). Mens volumene GTV/CTV/ITV/PTV bygger på hverandre, vil delvolumene av samme type, for eksempel ITV1/ITV2, være eksklusive i forhold til hverandre. Også for Risikovolum kan det være aktuelt å bruke delvolum.

2.6 Doserelaterte volum og størrelser

Dette er volumer og størrelser som defineres ut fra doser istedenfor inntegnet anatomi i pasient. Disse volumene brukes mest for å kunne sammenligne dosefordeling for ulike doseplaner.

2.6.1 Generelt:

Behandlet volum (Treated Volume)*

Volumet innenfor en isodoseoverflate som anses tilstrekkelig utfra behandlingsintensjon.

* ICRU 50 s.16, ICRU 58 s.3, ICRU 62 s.12, NACP s.15.

Kommentar: Ofte brukes isodoseverdiene 90% eller 95% av Måldosen. Ved rapportering må det oppgis hvilken prosentverdi som er benyttet.

Bestrålt volum (Irradiated Volume)*

Det volumet som får en dose som er av betydning i forhold til normalvevstoleranse

* ICRU 50 s.16, ICRU 62 s.13, NACP s.16.

Kommentar: Ofte brukes isodoser i området 5 – 10 % av Måldosen. Dette vil variere med hvilke vev/organer som er aktuelle og dosenivå. Ved rapportering må det oppgis hvilken prosentverdi som er benyttet.

2.6.2 Ekstern terapi

I en del situasjoner er det formålstjenlig å bruke et doserelatert volum istedenfor ITV:

Doseringsvolum*

Dette er et hjelpevolum for å kunne bestemme Måldosen i de tilfelle der det ikke kan brukes ITV som grunnlag for denne.

* ikke definert av ICRU eller NACP, finnes derfor ikke engelsk betegnelse

Kommentar: Doseringsvolum brukes for beregning av dosering i de tilfellene der en ikke kan bruke ITV definert ut fra pasientens anatomi. Eksempler på dette er utregning av doseringstabeller (se kap. 5.3), bruk av feltgrenser eller fremre/bakre kant av tumor for bestemmelse av ønsket volum, når ITV omfatter tannfyllinger, luftkaviteter m.m. en ikke vil ta hensyn til, eller det er visse beregnete områder/verdier en ikke vil ha med i beregning av Måldose. Bruk av Doseringsvolum baserer seg mer på skjønn og praktisk tenkning om målvolumet enn individuelt inntegnet Målvolum ITV.

Kaldt volum (Cold Volume)*

Dette er et volum innenfor ITV som mottar en dose som er lavere enn akseptert klinisk grense.

* NACP s.16

Kommentar: Ofte settes denne dosegrensen til 5% under Måldosen hvis ikke annet er anbefalt. Se også kap. 3.1: Minimumsdose.

Varmt volum (Hot Volume)*

Dette er et volum innenfor ITV som mottar en dose som er høyere enn akseptert klinisk grense

* NACP s.16

Kommentar: Ofte settes denne dosegrensen til 5-7% over Måldosen hvis ikke annet er anbefalt. Se også kap. 3.1: Maksimumsdose og Varmt område.

Doser for felt analyseres ofte i plan i stråleretning og gjennom sentralstrålen:

Hovedplan

Dette er plan i xz- eller yz-retning gjennom sentralstrålen (z-retning) for strålefeltet. For kollimatorvinkel 0° vil y gå i gun-target (GT) retning.

* ikke definert av ICRU eller NACP, finnes derfor ikke engelsk betegnelse

For å bestemme feltgrense er det også nødvendig med en parameter som beskriver skarpheten av kantene på strålebunten:

Penumbra ($P_{N/M}$)*

Dette er en bredde som beskriver hvor raskt dosen avtar mellom to angitte doseverdier (N, M) i avgrensingen av strålebunten.

* ICRU 24 s.54

Kommentar: Penumbra oppgis ofte (fysisk penumbrabredde) som avstanden ($P_{80/20}$) mellom 80 % og 20 % dose i feltprofilen, typisk 7-9 mm, men dette avhenger av geometriske forhold ved behandlingsapparat, strålekvalitet og dyp. Ved feltutforming brukes størrelsen $P_{90/50}$, avstand mellom "terapeutisk isodose" og feltgrense, typisk 5-7 mm. Dette er en margin som må legges til Planleggingskonturen eller PTV for å definere feltgrense.

2.6.3 Brachyterapi:

Lavdosevolum (Low Dose Volume)*

Et Lavdosevolum er et volum innenfor ITV** for brachyterapi som er omsluttet av en isodoseflate tilsvarende 90 % av Måldosen.

* ICRU 58 s.6

** ICRU 58 refererer til volum innenfor CTV (men $ITV=CTV$). For konsistens i disse retningslinjene brukes her ITV.

Høydosevolum (High Dose Volume)*

Et Høydosevolum er et volum som ligger innenfor en 150% isodoseflate i forhold til Midlere sentraldose i plan parallelt med Sentralplanet.

* ICRU 58 s.5

Kommentar: Det vil alltid være et høydosevolum rundt hver kilde, men ofte er disse volumene små og kan neglisjeres. Dimensjon på det største Høydosevolumet vil si noe om dette kan ha klinisk betydning.

Det er ofte formålstjenlig, i tillegg til volum, å definere plan for angivelse av doser. Disse blir vanligvis relatert til et sentralplan:

Sentralplan (Central Plane)*

Dette er et plan i kildefordelinger der kildelinjene er tilnærmet rette, parallelle, av lik lengde og med sentre som ligger i et plan vinkelrett på retningen til kildelinjene. Planet gjennom disse sentrene kalles Sentralplanet.

* ICRU 58 s.3

Kommentar: Nøyaktig plassering av Sentralplanet er normalt ikke kritisk. I en del situasjoner er det formålstjenlig å dele opp kildefordelingen slik at en får flere Sentralplan.

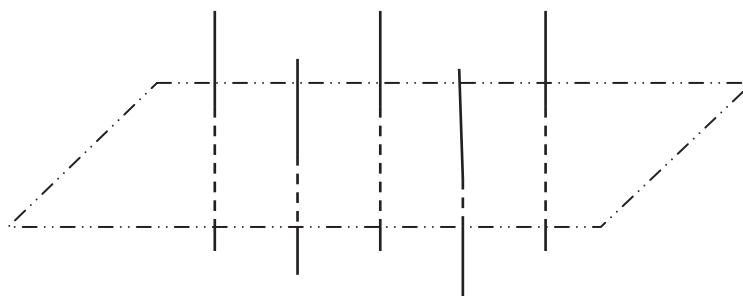


Fig. 3: Prinsippkisse av rette parallelle kilder normalt på Sentralplan.

3 Definisjon av doser

NACP og ICRU atskiller seg lite når det gjelder definisjoner av doser. Derimot er det en del forskjeller når det gjelder anbefalinger. NACP har ikke egne definisjoner for brachyterapi.

3.1 Generelle størrelser

Middeldose (Average Dose/Mean Dose, D_{mid})*

Dette er aritmetisk middelværdi av doseverdiene i alle volumelementer (voksler) innenfor definert volum.

* ICRU 50 s.26, NACP s.18. ICRU kaller denne $D_{average}$ og NACP kaller den D_{mean} . Disse indeksene har begge uheldige sider og norsk forkortelse foretrekkes.

Mediandose (Median Dose, D_{median})*

Dette er den midterste doseverdien når alle doseverdiene i matrisen innenfor definert volum er ordnet etter størrelse.

* ICRU 50 s.26

Minimumsdose (Minimum Dose, D_{min})*

Minimumsdosen innenfor et definert volum (for eksempel ITV).

* ICRU 50 s.26, NACP s.18

Kommentar: Minimumsdosen vil i praksis si den laveste vokseldosen innenfor volumet, men det er ikke noen klinisk nedre begrensning på volumet. Se også kap. 2.5: Kaldt volum.

Maksimumsdose (Maximum Dose, D_{max})*

Maksimumsdosen innenfor et definert volum (for eksempel ITV).

* ICRU 50 s.20, NACP s.18

Kommentar: Maksimumsdosen må gjelde for et volumelement av en viss utstrekning for å være klinisk relevant^a. Se også kap. 2.5: Varmt volum.

Varmt område (Hot Spot)*

Maksimumdose utenfor ITV kalles **Varmt område** når denne er større enn rekvirert dose.

* ICRU 50 s.26, NACP s.16. Betegnelsen område/spot er uheldig for dose, men begrep og definisjon fra de internasjonale rekommendasjonene er beholdt da de er godt innarbeidet.

Kommentar: Dette er dose til et lite volum, men stort nok til å ha klinisk relevans. Det må vurderes hva som er klinisk relevant størrelse^a.

^a ICRU har foreslått at et volum med diameter 15 mm er klinisk relevant for store organ, mens en mindre diameter må velges for mindre organ som øye, larynx osv.

3.2 Ekstern terapi

Måldose (MD)

Måldosen er Middeldose (D_{mid}) til Målvolum (ITV), eller Doseringsvolum når ITV ikke er definert.

Kommentar: Måldose har ingen egen betegnelse/forkortelse i ICRU og NACP. Den engelske TD (Target Dose) brukes med ulike definisjoner i litteraturen, og kan derfor ikke brukes.

ICRUs Referansedose (ICRU Reference Point Dose, D_{ICRU})*

Dette er dosen til ICRUs referansepunkt for ekstern stråleterapi. Dette punktet bestemmes på følgende måte:

- Dosen i punktet bør være klinisk relevant
- Punktet bør være lett å definere på en klar og utvetydig måte
- Punktet bør velges slik at dosen kan bli nøyaktig bestemt
- Punktet bør være i et område uten stor dosegradient

* ICRU 50 s.29, ICRU 62 s.21, NACP s.19. Betegnelsen D_{ICRU} finnes ikke i anbefalingene, men er vanlig i litteraturen.

Kommentar: Disse kravene til ICRUs Referansepunkt blir oppfylt* hvis punktet:

- Alltid ligger i sentrale del av PTV (i praksis også CTV og ITV)
- Når det er mulig: ved skjæringspunktet mellom sentralstrålene

* ICRU 50 s.29

3.3 Brachyterapi:

Måldose (Minimum Target Dose, MTD)*

Dette er Minimumsdosen (D_{min}) til Målvolumet (ITV).

* ICRU 58 s.4

Kommentar: Måldosen vil vanligvis ligge langs periferien av Målvolumet. Ved bruk av Paris-systemet for dosering vil MTD tilsvare referansedosen i dette systemet.

Midlere sentraldose (Mean Central Dose, MCD)*

For interstitiell brachyterapi er dette den aritmetiske middeldosen for de lokale minimumsdosene mellom kildene i Sentralplanet (eller Sentralplanene hvis flere).

* ICRU 58 s.4

Kommentar: Ved bruk av Paris-systemet for interstitiell brachyterapi vil dette tilsvare basaldosen.

Total referanse-luft-kerma (Total Reference Air Kerma, TRAK)*

Den Totale referanse-luft-kerma er summen av produktene av referanse-luft-kerma raten^a og bestrålingstiden for hver kilde.

* ICRU 58 s.2

Kommentar: Den er analog til mgh (milligramtime), proporsjonal til integraldose til pasienten og kan tjene som en praktisk indeks for strålevern av personell.

^a Referanse-luft-kerma rate for brachyterapi-kilder er kerma-raten i luft i en referanseavstand på 1 meter korrigert for attenuering og spredning i luft.

3.4 Doseuniformitetsparametre

Både for ekstern terapi og brachyterapi er det behov for å spesifisere doseuniformitet, men den må uttrykkes på vidt forskjellig måte for de to terapiformene på grunn av svært ulike dosefordelinger.

Ekstern terapi:

Standardavvik for middeldose (Standard Deviation of Mean Dose, σ_D)*

Dette er standardavvik for den aktuelle middeldosen innenfor definert volum.

* NACP s.18

Konformitetsindeks (Conformity Index, CI)*

Dette er forholdet mellom Behandlet volum og ITV*.

* ICRU 62 s.13. CI bør brukes for ITV istedenfor PTV, selv om ICRU sier noe annet.

Kommentar: Konformitetsindeks kan bare bli brukt når ITV er fullstendig omsluttet av Behandlet volum. Denne indeksen kan være nyttig for optimalisering.

Brachyterapi:**Spredning av minimumsdoser for Midlere sentraldose***

Dette er variasjonsbredde av de individuelle minimumsdosene brukt til å beregne

Midlere sentraldose i Sentralplanet uttrykt i prosent.

ICRU 58 s.7

Dosehomogenitetsindeks (Dose Homogeneity Index)*

Dosehomogenitetsindeksen er definert som forholdet mellom Måldose og Midlere sentraldose.

ICRU 58 s.7

4 Retningslinjer for rapportering

4.1 Generelt om volum og doser

Da ITV er det volum som biologisk sett kommer nærmest opp til det volum en ønsker å bestråle, anbefales følgende:

- ITV brukes til rapportering av Måldose både for ekstern terapi og brachyterapi, av praktiske årsaker må ITV i en del tilfelle erstattes av Doseringsvolum
- For rapportering av doser skal minimum de parametere som er nevnt i kap. 4.1 og kap. 4.2 være med.
- Andre volum og doser må tas med i den utstrekning kliniske studier eller protokoller krever det.

Kommentar: Ved rekvirering må slike studier/protokoller spesifiseres klart.

4.2 Ekstern terapi

Til rekvirering og rapportering av ekstern terapi anbefaler ICRU primært å bruke dose til ICRUs Referansepunkt, D_{ICRU} . NACP anbefaler primært å bruke Middeldose til ITV (Måldosen) til rekvirering og rapportering, men anbefaler også å rapportere D_{ICRU} for sammenligning. Både ICRU og NACP anbefaler også at minimumsdoser og maksimumsdoser rapporteres og at andre størrelser tas med i den grad det er ønskelig og praktisk mulig.

Følgende dose bør minimum rapporteres:

- Måldosen (MD)^a og dens standardavvik(σ_D)^b
- Dose til ICRUs Referansepunkt (D_{ICRU})
- Minimumsdose (D_{min})^c i Målvolumet (ITV) eller Doseringsvolumet når dette er definert
- Dose til Varmt område (Hot Spot), eller D_{max} i ITV hvis ikke Varmt område^c
- Dose^d til Risikovolum (IRV)
- DVH^b for Målvolum (ITV) og Risikovolum (IRV) når dette/disse er definert

^a der CT ikke er benyttet eller for ett- og tofelts behandling kan Måldosen settes lik D_{ICRU} inntil det er utarbeidet tabeller basert på MD.

^b standardavvik og DVH kan vanskelig beregnes og rapporteres uten bruk av doseplanleggingssystem og kreves ikke i de tilfellene.

^c bestråling av ulike delvolum vil kunne påvirke hverandres dosefordeling. For konsistent rapportering er dette beskrevet nærmere i kap. 4.3.

^d rapportering avhenger av organstype, om organet er parallelt eller serielt oppbygget, eller kombinasjon av disse. Det bør utarbeides retningslinjer for hvordan doser angis til ulike Risikovolum. For eksempel medulla: midlere og maksimal dose til volumfraksjon (lengde) som får minst 50 % av MD. Det kan også være aktuelt å angi hvor stor del av volumet som får over en angitt dose.

I den grad det er mulig bør også andre doser som er relevant for aktuell behandling registreres og rapporteres.

4.3 Brachyterapi

Disse retningslinjene vil primært gjelde interstitiell brachyterapi, da internasjonale rekommandasjoner for gynekologisk brachyterapi vil bli revidert i nær framtid, og anbefalinger for annen intrakavitær terapi ikke finnes ennå. Når full 3D-informasjon ikke er tilgjengelig er det tilstrekkelig å angi Målvolumet med L, W, H (lengde, bredde, høyde).

Følgende doser eller doserelaterte størrelser bør minimum rapporteres:

- Måldose (MTD)
- Midlere sentraldose (MCD)
- Total referanse-luft-kerma (TRAK)
- Maksimale dimensjoner på det største Høydosevolumet i dosefordelingen
- Lavdosevolum om slikt finnes (av hensyn til residiv)
- Doseuniformitetsdata i form av Dosehomogenitetsindeks, Spredning av minimumsdoser for Midlere sentraldose eller Dose-volum histogram (hvis CT-grunnlag)

4.4 Flere Målvolum

Doser registreres og rapporteres for hvert enkelt Målvolum. Ved bruk av delvolum og boost kan dette gi problem da dosen fra behandling av ett volum influerer på totaldosen til andre behandlede volum. For volum behandlet innenfor et kortere tidsavsnitt eller samtidig (konkomittant, se appendiks A) er det mulig å ta hensyn til dette i dokumentasjonen, mens dette normalt ikke vil være tilfelle når det er avstand i tid mellom behandlingene. For ensartet og entydig dokumentasjon og rapportering bør derfor følgende retningslinjer følges:

- Retningslinjer for minimum rapportering i kap. 4.1 og kap. 4.2 skal også følges ved flere ITV uansett om behandlingen gis konkomittant eller ikke.
- Ved boost-behandling og ved skjøting vil dosen i overgangen mellom volumene variere. Disse forhold trengs normalt ikke dokumenteres og rapporteres.
- Ved overlapp med tidligere behandling angis dosene til gammelt og nytt Målvolum hver for seg. I tillegg må doser til overlappsvolumet og til Risikovolum / Interessevolum angis.

5 Praktisk gjennomføring

Det er prinsipielt to ulike måter å planlegge feltoppsettet på avhengig om pasientanatomien finnes på digital form eller ikke.

5.1 Direkte innstilling på simulator

Uten digital pasientanatomisk lokaliseres de ulike volumene direkte på simulator og strålefeltene utformes der. Feltene formes ut fra tenkt Målvolum med Setup margin (SM) og Penumbra ($P_{90/50}$) for aktuell stråle kvalitet. Vurdering av størrelse på Indre margin og Setup margin må da gjøres ved utforming av strålefeltene.

Dosering må beregnes manuelt, vanligvis ut fra tabeller for ett eller to motgående felt. Uten eksplisitt kjennskap til lokalisering av Målvolumet (ITV), må tabellene baseres på mer generisk plassering av Doseringvolum:

- For to felt vil beliggenheten av målvolumet ikke være så kritisk for doseringen fordi dosevariasjonen i stråleretning ikke er så stor. Den rimeligste antakelsen er at det ligger sentralt i tverrsnittet med utstrekning proporsjonalt med tverrsnittet. Doseringen blir da en form for ”midtplandosering” med hensyntagen til et standard symmetrisk volum. Dersom forutsetningene for dette ikke er til stede, bør doseringen være basert på doseplanlegging.
- For ett felt må målvolumet ha liten utstrekning innover i dypet. Adekvat dosering i forhold til intensjonen krever at utstrekningen (forkant – bakkant) av Målvolumet blir definert. For fotoner er det praktisk (god tilnærming) å bruke doseringsdyp som tabell-parameter, definert som dypet midt mellom forkant og bakkant av Målvolumet. For elektroner vil bakkant av Målvolumet bestemme energivalget slik at terapeutisk rekkevidde overensstemmer med dette. Den terapeutiske rekkevidden bør ikke være dypere enn R_{90} for radikal behandling (se kap. 5.4). For dosering bør det da angis to dyp (forkant – bakkant), og dosering gjøres ut fra dette (tabell for Doseringvolum eller fast isodoseverdi for antatt MD/D_{ICRU}).
- Eventuell bolus må tas med i tverrmål eller doseringsdyp / terapeutisk rekkevidde.

5.2 Planlegging ut fra 3D anatomi

Behandlingen kan planlegges på doseplanleggingsystem hvis anatomien finnes tilgjengelig i 3D digital form tilpasset behandlingssituasjonen.

Målvolumet defineres med nødvendige marginer (IM) enten direkte eller ut fra GTV/CTV. Om ikke annet er kjent vil en bruke standard (ut fra protokoll eller annet) Indre margin rundt den aktuelle lokalisasjon, der det tas hensyn til at anatomien er framstilt ut fra et øyeblikksbilde.

Feltene utformes deretter i kildeprojeksjon (BEV) etter samme prinsipp som på simulator. Etter godkjenning kan feltene deretter:

- markeres på pasient på simulator/CT ut fra interne/eksterne Referansepunkt eller
- innstilles direkte på behandlingsapparat ut fra interne/eksterne Referansepunkt

Markering på simulator kan gi ny informasjon om marginer (som kan kreve ny planlegging) fordi planlegging har foregått ut fra øyeblikksbilder. Vær oppmerksom på at simulator-innstilling også kan innføre en systematisk feil hvis pasientoppstilling ikke stemmer helt overens med den ved planlegging.

5.3 Tabellgenerering

Prinsippet om at doseringen skal være *uavhengig av behandlingsteknikken* og at *Måldosen er Middeldosen i Målvolumet*, legger premissene for hvordan doseringstabellene må utformes for ekstern terapi. Det betyr at dosen til Doseringvolum må midles over det aktuelle volum, og dette bør baseres på oppmålte dosefordelinger for aktuelt behandlingsapparat. Matematisk uttrykkes dette slik:

$$MD = \frac{\int D(x, y, z) dx dy dz}{\int dx dy dz}$$

Målvolum

Integrasjonsgrenser og doseringsdyp bestemmes på følgende måte:

- Integrasjonsgrenser skal være innenfor 90 % dekrementnivå for tverrprofilene
- Ett felt elektroner: Integrasjonsgrenser innenfor 90 % isodosenivå for dybdedose.
- Ett felt fotoner: Integrasjonsgrenser fra dyp for dosemaksimum til et dyp like langt på andre siden av doseringsdypet. Minste doseringsdyp = dyp for dosemaksimum.
- To motgående felt: Integrasjon over et Doseringvolum i dypet lik halve tverrmålet, symmetrisk om midtplanet.

Tabeller ut fra ICRUs Referansepunkt bør også genereres i tillegg til tabeller over minimumsdoser i Doseringvolumet og dose til Varmt område (Hot Spot) for ulike tverrmål og dyp.

5.4 Bruk av ulike marginer

Oppdeling i Indre margin og Setup margin er gjort ut fra opprinnelse til variasjoner og usikkerheter. Det er stor usikkerhet hvordan disse skal settes sammen til en totalmargin for bestemmelse av feltgrense. NACP (se NACP s. 29-30) foreslår å kombinere ulike marginer i kvadrat: $TM = (IM^2 + SM^2)^{1/2}$. Dette forutsetter at de ulike bidragene er uavhengige, normalfordelte og har lik effekt på totaldosefordelingen. Dette vil være en maksimalverdi for totalmarginen, og NACP antyder at den i mange praktiske tilfelle kan settes til 0,6 av denne verdien. ICRU refererer også til kvadratisk summering av ulike marginer, men sier at totalmarginen ofte må bestemmes ut fra klinisk skjønn.

Ved bruk av feltkontrollbilder kan størrelsen på usikkerheter og variasjoner kvantiteres. Det går da ikke å skille mellom IM og SM, men derimot kan det finnes verdier for systematiske (Σ) og tilfeldige (σ) variasjoner. Ut fra større pasientmaterialer kan sannsynligheten (for eksempel 95 %) for at et volum er innenfor gitte marginer bestemmes. Alle variasjoner som kan relateres til planleggingsfasen, blant annet IM, vil opptre som systematiske feil, mens variasjoner ved behandling vil kunne være både tilfeldige og systematiske. Systematiske feil vil ha større betydning for totaldosefordelingen enn det tilfeldige feil vil ha. Det er foreslått å sette totalmarginen til $TM = 2 \Sigma + 0,7 \sigma$ (se Stroom (1999)) eller $TM = 2,5 \Sigma + 0,7 \sigma$ (se van Herk (2000)). Forskjellen på disse skyldes litt ulike statistiske kriterier og ulikt grunnlagsmateriale, se også Stroom (2002) og van Herk (2002).

Uansett hvilken metode som brukes, IM og SM eller Σ og σ , må en skaffe seg oversikt over størrelsen på disse. De er ikke automatisk overførbare fra klinikk til klinikk da de avhenger av utstyr, behandlingsteknikker og prosedyrer på de ulike stedene. I klinikken er det to størrelser som trengs: å kjenne IM for å bestemme ITV og middeldose til dette volumet, og TM pluss Penumbra for bestemmelse av feltgrenser. Vær oppmerksom på at IM vil kunne variere mye i ulike retninger, særlig mot beinstrukturer og luft kan den være liten. Det mest naturlige er å bestemme TM ut fra feltkontrollbilder ved bruk av formelen til Stroom eller van Herk, spesifisering av SM er da ikke

nødvendig. For bestemmelse av feltgrenser bruker en størrelsen $TMP = TM + P_{90/50}$. Feltgrensene kan da settes opp direkte i BEV ut fra CTV/ITV uten bruk av PTV, men visse protokoller krever PTV definert. Størrelser på marginer bør beskrives i de ulike protokollene og dokumentert for hver enkelt pasient.

5.5 Utforming av protokoller

Retningslinjene i dette dokumentet bør brukes i de ulike nasjonale og/eller lokale studier og de ulike behandlingsprotokoller. For internasjonale studier vil det være vanskeligere å gjøre dette, og det kan bli nødvendig å tilfredsstille to ulike retningslinjer. Gamle protokoller bør også bli gjennomgått for å sørge for at de er i tråd med disse retningslinjene. Følgende punkter bør vurderes ved utforming av protokoll:

- Hvilke volum skal defineres. Disse retningslinjene sier minimum ITV, men også GTV, CTV og PTV er aktuelle. For CTV kan det være aktuelt å angi hvilke subkliniske områder som skal være med. I en del tilfelle vil det også være behov for å bruke delvolum for ulike dosenivå. For enkle ettfeltsbehandlinger kan det være aktuelt bare å angi forkant og bakkant av ITV istedenfor definering av dette.
- Hvilke Indre marginer skal brukes for Målvolum og Risikovolum. Det kan være aktuelt å angi disse i antall millimeter i de ulike retningene, eller spesielle begrensninger mot Risikoorgan, beinstrukturer og ytterkontur. For PTV og PRV kan en normalt ikke angi marginer i protokoller da de vil avhenge av pasientfiksering og behandlingsapparat.
- Spesifisering av doser. Det må gå klart fram hvilket volum angitte doser gjelder for og hva slags dose det er: for eksempel Middeldose, Mediadose, Minimumsdose eller Maksimumsdose for ekstern terapi og Minimumsdose eller Midlere sentraldose for brachyterapi.
- Det skal doseres til ITV (eller delvolum av dette) med Måldosen, for ekstern terapi kan også dose til et definert ICRU-referansepunkt brukes (dette må spesifiseres). Ved rekvirering er det vanlig å bruke bare en doseverdi, det er derfor viktig at det er klart hva den gjelder for. Ved rapportering skal både Måldose og D_{ICRU} oppgis, slik at normalt vil en se der hvordan det er normalisert.
- For optimalisering av ITV kan også en veiledende Minimumsdose oppgis for ekstern terapi og Midlere sentraldose for brachyterapi.
- Alle aktuelle Risikoorgan/Risikovolum bør angis med sine maksimalgrenser for dose, eventuelt om det gjelder hele eller deler av volumet.
- Eventuelle interessevolum kan det også være aktuelt å angi.

5.6 Bruk av disse nasjonale retningslinjene istedenfor ICRU eller NACP

Alle tre anbefalingene definerer stort sett de samme volumene. Anbefalingene skiller seg mest ut i valg av dosespesifikasjoner. ICRU anbefaler dosering til et punkt, NACP anbefaler middeldose til volum, mens disse retningslinjene går inn for å rapportere begge. Forskjellene mellom disse to doseringsmetodene er i de fleste tilfellene ikke store og de går like mye i begge retninger. Middeldose er en rent objektiv verdi, mens punktdosen baserer seg på en subjektiv plassering av et representativt punkt. Erfaring viser at i de fleste tilfeller skiller disse to metodene seg ikke veldig mye fra hverandre. En polsk/nederlandsk studie (Kukołowicz (1997)) med 60 doseplaner viste 88 % av planene hadde mindre enn 3 % forskjell og 72 % hadde mindre enn 2% forskjell. En norsk studie med 400 doseplaner (Levernes) fant henholdsvis 84 % og 68 % for de samme forskjellene. Den polsk/nederlandske studien fant at i 75 % av planene var D_{ICRU} høyere enn for D_{mid} , mens den norske undersøkelsen ikke fant noen klar tendens. I noen situasjoner er det vanskelig å vite hvor en skal plassere et representativt punkt. I andre tilfelle kan den beregnete middeldosen bli lite representativ, blant annet på grunn av artefakter i

CT-bilder eller egenskaper ved beregningssystemet. Disse retningslinjene har derfor innført begrepet Doseringsvolum som blant annet skal kunne brukes i slike situasjoner.

Nye behandlingsteknikker, som intensitetsmodulert stråleterapi (IMRT,) vil kunne gjøre det vanskelig å bruke punktdosering. Nye forbedrete beregningsalgoritmer, som Collapsed Cone og Monte Carlo, vanskeliggjør bruk av middeldose til ITV når dette inneholder kaviteter. For å ta hånd om alle disse ulike aspektene sier disse retningslinjene at både middeldose og punktdose skal rapporteres. Dessuten gis det anledning til å bruke et Doseringsvolum istedenfor ITV der det er nødvendig.

Disse retningslinjene baserer seg på inntegning av ITV (og om ønskelig GTV, CTV). Dette er legens ansvar. ICRU derimot krever at PTV skal inntegnes. PTV inneholder usikkerheter som går på pasientoppfølging, fikseringsutstyr og behandlingsapparat, men disse aspektene er normalt fysikers og stråleterapeuts ansvar. En nordisk undersøkelse (Aaltonen) viste at dette lett skapte misforståelser om en ikke skilte klart mellom ITV og PTV.

6 Referanser

ICRU Report 24. Determination of absorbed dose in a patient irradiated by beams of X or gamma rays in radiotherapy procedures: ICRU, Bethesda, MD, 1976.

ICRU Report 38. Dose and volume specification for reporting intracavitary therapy in gynecology: ICRU, Bethesda, MD, 1985.

ICRU Report 50. Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy: ICRU, Bethesda, MD, 1993.

ICRU Report 58. Dose and volume specification for reporting interstitial therapy: ICRU, Bethesda, MD, 1997.

ICRU Report 62. Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy (Supplement to ICRU Report 50): ICRU, Bethesda, MD, 1999.

Kukołowicz PF, Mijnheer BJ. Comparison between dose values specified at the ICRU reference point and the mean dose to the planning target volume: *Radiotherapy and Oncology* 1997, 42: 271-277.

Levernes S. Det norske radiumhospital: personlig kommunikasjon.

NACP, red. Aaltonen P, Brahme A, Lax I, Levernes S, Näslund I, Reitan JB, Turesson I. Specification of dose delivery in radiation therapy – Recommendations by Nordic Association for Clinical Physics (NACP). *Acta Oncologica* 1997, 36: Suppl. 10.

Norsk konsensus om dokumentasjon av volum og doser. 1976.

Stroom JC, de Boer HC, Huizenga H, Visser AG. Inclusion of geometrical uncertainties in radiotherapy treatment planning by means of coverage probability: *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 1999, 43: 905-919.

Stroom JC, Heijmen BJM. Geometrical uncertainties, radiotherapy planning margins, and the ICRU-62 report: *Radiotherapy and Oncology* 2002, 64: 75-83.

van Herk M, Remeijer P, Rasch C, Lebesque JV. The probability of correct target dosage: dose-population histograms for deriving treatment margins in radiotherapy: *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2000, 47: 1121-1135.

van Herk M, Remeijer P, Lebesque JV. Inclusion of geometric uncertainties in the treatment plan evaluation. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2002, 52: 1407-1422.

Appendix A. Beskrivelse av ulike begrep og forkortelser

I rapporten er brukt en rekke begrep som her er beskrevet nærmere for klargjøring:

BEV (Beams-Eye-View) er å se pasientanatomien i kildeprojeksjon, dvs. i stråleretningen. Simulatorbilder tas normalt i BEV for å dokumentere strålefeltet på gjennomlysingsbilde av pasienten.

Boost (betyr tillegg, forsterkning) brukes ofte om et mindre volum (delvolum) som skal ha høyere dose enn resten av Behandlet område. Det brukes ofte boost-dose mot GTV med Indre margin (ITV2).

Dekrementlinje er linje i et plan gjennom punkter som har et likt relativt nivå til dosen i samme dyp på sentralstrålen. For eksempel vil 50 % dekrementlinjen ligge i feltgrensen, mens det terapeutiske området bør være innenfor 90 % dekrementlinjen.

Dokumentasjon brukes i denne sammenheng om den lokale dokumenteringen av hva som er gjort ved aktuell strålebehandling. Dette omfatter rekvirering, planleggingsdokumentasjon og registrering av gjennomført behandling.

Dose-respons modeller* er strålebiologiske modeller som brukes til å evaluere doseplaner. Det finnes ulike modeller i bruk, men ingen har ennå pekt seg ut som tilfredsstillende. Modellene krever også ulike parametere som kan være vanskelig å vite nøyaktig verdi for, og de er derfor bare i begrenset grad tatt i bruk i klinikken foreløpig.

* NACP s.19

DRR (Digitalt rekonstruert røntgenbilde) er et syntetisk røntgenbilde, dvs. generert ut fra en serie med CT-bilder. Normalt gjøres dette i BEV-projeksjon ved virtuell simulering for å lage syntetiske simulatorbilder.

DVH (Dose-volum histogram)* er en grafisk framstilling av hvor store (deler av et) volum som får ulike doser. Det kan fremstilles som kumulativt eller frekvensdiagram. Hvilken type som bør brukes avhenger av formålet. DVH er en visuell framstilling av hele dosefordelingen i et volum, men mangler geometrisk informasjon.

* ICRU 62 s.19, NACP s.18

Konkomittant (ledsagende) blir brukt som betegnelse på boost som gis samtidig med bestråling av hele ITV (alle delvolum). Den konkomittante boosten kan dekke ett eller flere delvolum. (Konkomittant brukes også for annen type behandling med tilsvarende definisjon.)

Palliativ behandling vil si behandling som har lindrende målsetting og er ikke ment å kunne gi kurasjon.

R₉₀ er dybden til 90 % av maksimumsdosen på den synkende del av dybdedosekurven.

Rapportering av strålebehandling omfatter den delen av den lokale dokumentasjonen for behandlingen som rapporteres videre i journal, databaser etc utenfor stråleterapienheten.

Registrering av strålebehandling er den lokale dokumentasjonen som genereres under selve behandlingen.

Rekvirering er anmodningen om strålebehandling. Denne må inneholde tilstrekkelige opplysninger som er nødvendig for rett planlegging og gjennomføring av behandling.

Virtuell simulering er simulering av strålefeltsinnstilling på 3D digital anatomi på datamaskin. Dette i motsetning til konvensjonell simulering som gjøres med gjennomlysning av pasient i ulike stråleretninger på konvensjonell simulator (røntgenapparat). Det finnes separate virtuelle simuleringssystemer, men ofte er de en del av et doseplanleggingssystem som i tillegg kan beregne doser.

Appendix B. Eksempel på definering av volum og delvolum

Det er påvist tumor i livmorhalsen. Denne kan på CT-bildene tegnes inn som GTV (rødt volum). Utenfor dette er det et område med subklinisk sykdom som på CT-bildene kan inntegnes som CTV (grønt + rødt volum). På grunn av fysiologiske endringer (fylningsgrad av blære og endetarm, peristaltikk) vil posisjon av CTV variere over behandlingsserien. Det må derfor legges på en Indre margin IM utenpå CTV, denne vil variere i ulike retninger. Lateralt mot beinstrukturer vil IM være minimal, da CTV ikke vil bevege seg inn i ben. Fortil og baktill vil derimot IM være vesentlig større, og en bør tilstrebe så lik fylningsgrad som mulig under de ulike behandlingene for å kunne minimalisere IM. CTV sammen med IM utgjør Målvolumet ITV (innenfor tykk grønn linje). Usikkerheter og unøyaktigheter knyttet til pasientposisjon og feltinnstilling gjør at det må legges på en Setup margin SM rundt ITV i Beams-Eye-View (BEV) for hvert felt for å få en Planleggingskontur til å bestemme feltform. Alternativt (men unødvendig) kan en legge på en SM i alle snitt som influeres av ITV for å definere PTV (stiplet fiolett linje). Da feltgrensen defineres av 50% dekrementlinjen, må feltgrensen legges i avstanden $P_{90/50}$ utenfor PTV (se plassering av feltgrensen midt i penumbraområdet på fig. 1).

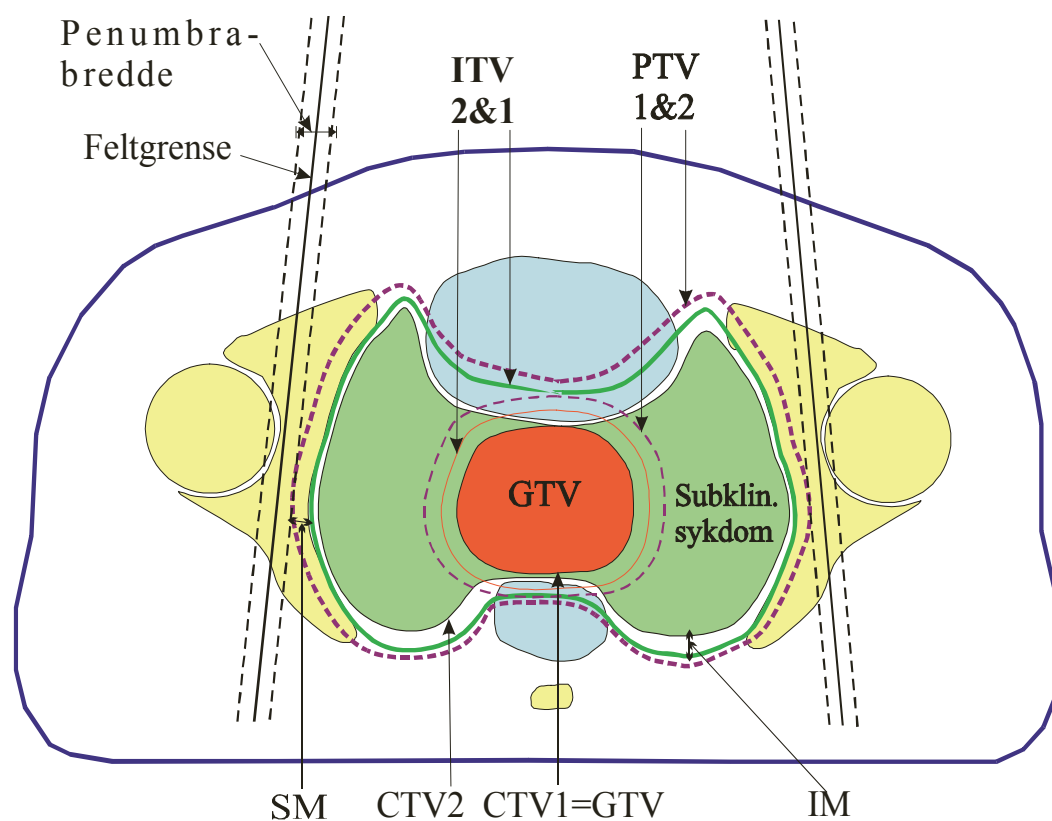


Fig. 1: Skjematisert snitt gjennom bekken med inntegnede volum og feltgrenser

Fordi GTV i dette tilfellet ønskes bestrålt til en høyere totaldose enn det subkliniske området, må ITV deles i to delvolum: ITV1 lik subklinisk område (grønt) med IM (begrenset av grønn linje) og inne i dette ITV2 lik GTV (rødt) med IM (begrenset av rød linje). (Hva som defineres som delvolum 1 og 2 er likegyldig, men det må være konsekvent gjennomført). Noe av det grønne området hører til ITV2 og skal følgelig ikke regnes med i ITV1 ved rapportering av doser (se merknad ^c under Ekstern terapi i kap. 4.1).

Rundt ITV1 og ITV2 må det legges en Setup margin (SM) på grunn av usikkerhet og unøyaktighet i pasientoppstilling og feltinnstilling. Til vanlig er det tilstrekkelig å gjøre det i BEV for hvert felt (gir en Planleggingskontur for feltform), men det kan også legges på SM i hvert enkelt snitt (fiolette stiplete

linjer), noe som til sammen gir et Planleggingsvolum PTV. Ut fra Planleggingskontur/PTV bestemmes feltgrenser (kun feltgrenser mot ITV1/PTV1 er vist på fig. I). Fig. II viser variasjon i feltposisjon i BEV fra dag til dag.

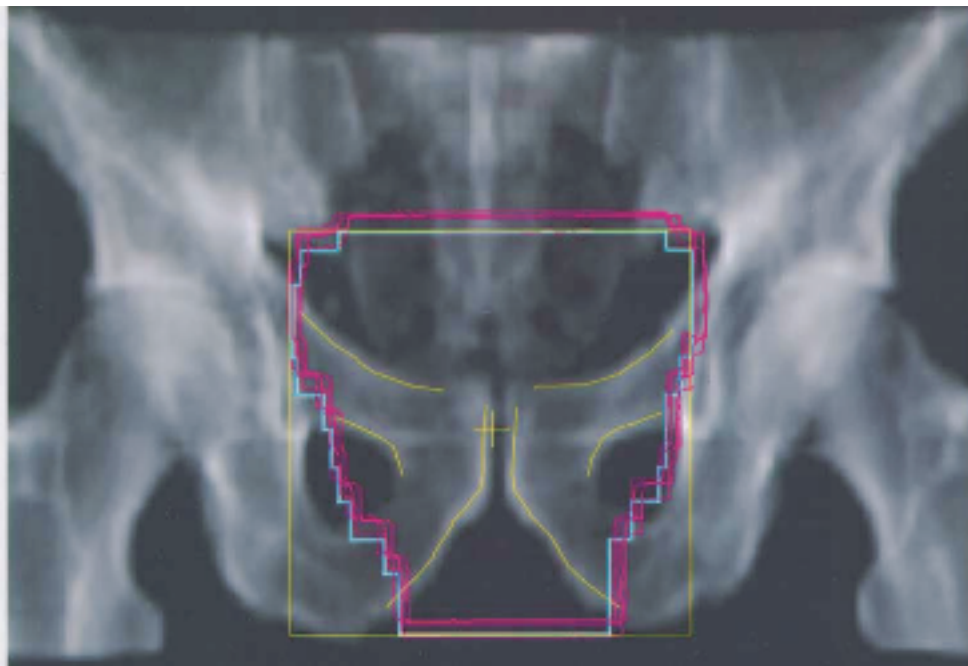


Fig. II: Planlagt felt i bekkenregionen med indikasjon av dag-til-dag variasjon

Hvilke volum/konturer som skal tegnes inn bør angis i protokollen for aktuell behandling. GTV/CTV trengs ofte ikke inntegnes, med mindre CTV med IM brukes for å generere ITV.

Appendix C. Eksempel på volumdefinisjon og feltoppsett ved pasientbevegelser

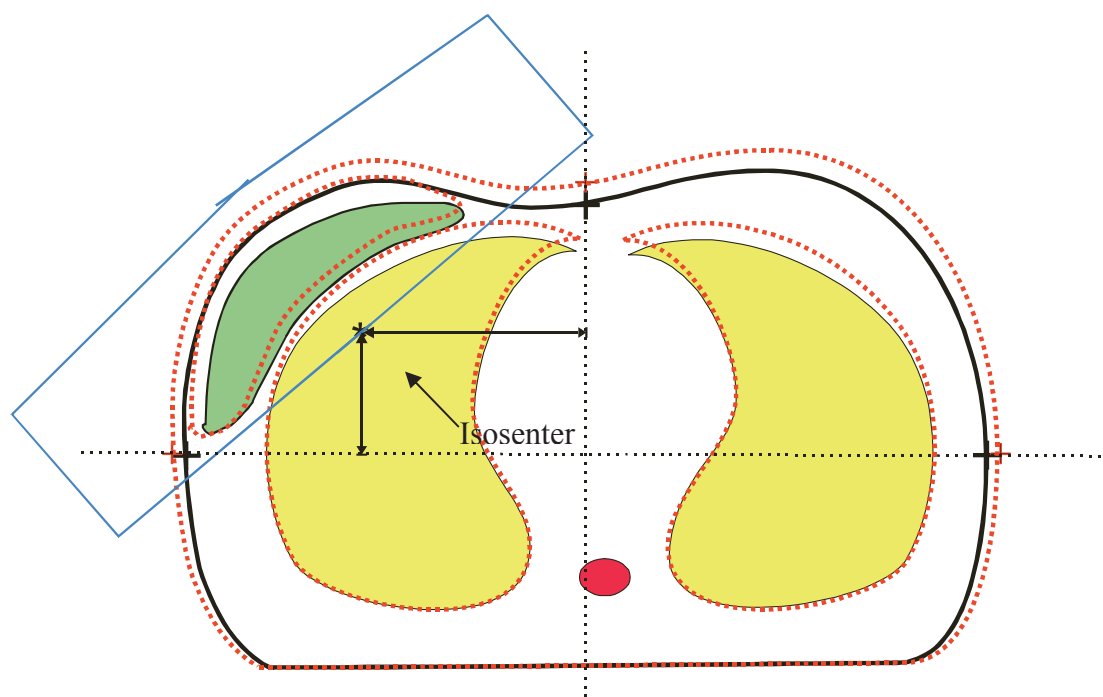


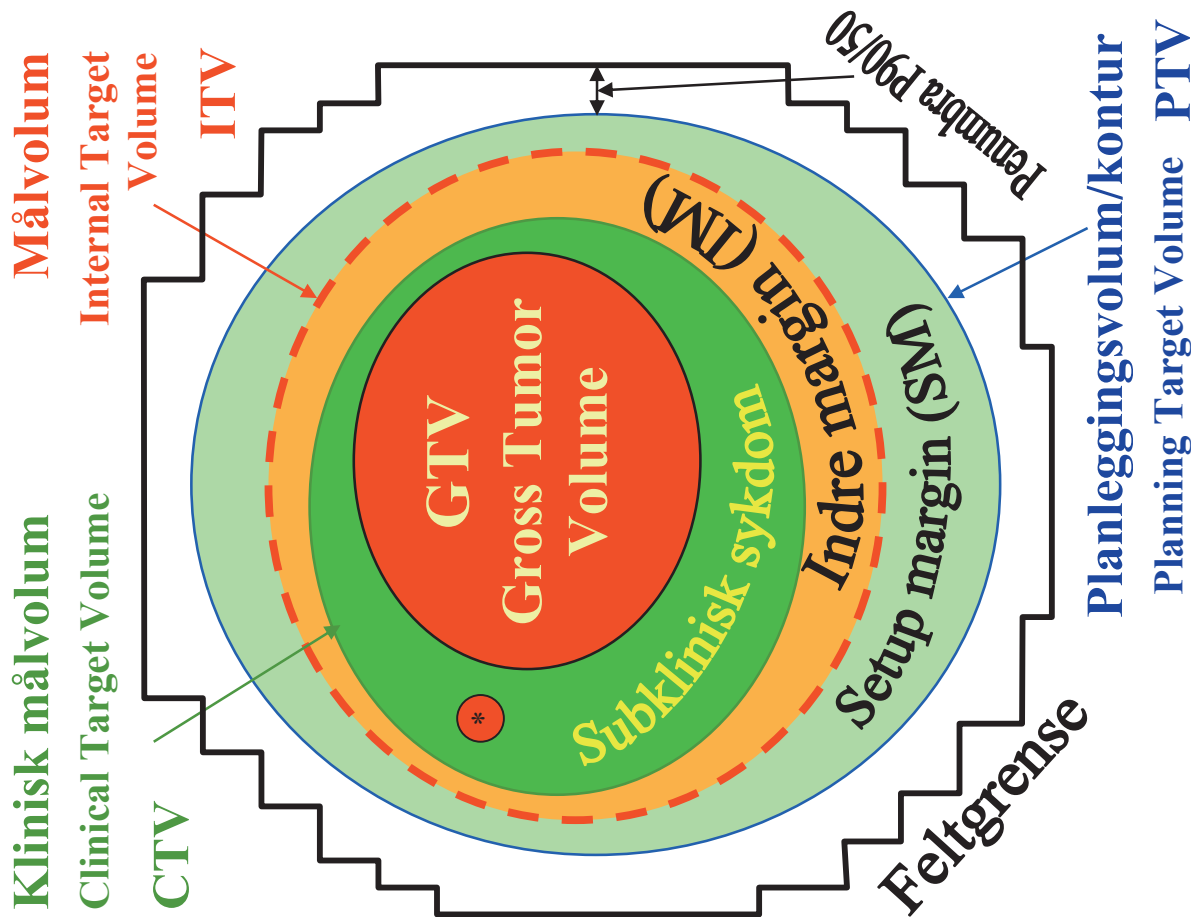
Fig. III: Skjematiske snitt gjennom tangensialfelt for brystbehandling med indikasjon av variasjoner p.g.a pusting

Det er her antatt (i dette eksemplet) at CT-snittene er tatt ved maksimal ekspirasjon, mens begrensningen av organstrukturer ved maksimal inspirasjon er antydning med rødstiplede linjer. Målvolumet ITV er inntegnet grønt, mens klinisk målvolum CTV ikke er inntegnet da det ikke vil skille seg mye fra ITV. Pustebevegelsene regnes hovedsakelig som eksterne bevegelser fordi de påvirker posisjonen til de anatomiske referansemåkene. Målvolumet ved maks inspirasjon vil kunne komme utenfor inntegnet ytterkontur for maks ekspirasjon, noe som medfører at planleggingsvolumet PTV (og Planleggingskonturen) vil kunne gå utenfor ytterkontur brukt for planleggingen (PTV vil være unionen av de to inntegnede posisjonene av ITV).

Feltene er innstilt med isosenterteknikk, og det er brukt asymmetriske felt for ikke å få divergens inn i lungene. Isosenterets avstand fra horisontale / vertikale linjer gjennom anatomiske referansepunkter (angitt med +) er avmerket med piler. Pustebevegelsene vil påvirke disse to avstandene vesentlig mindre enn skråfeltenes avmerking på hud, det vil derfor normalt være bedre å basere feltinnstillingen på plassering av isosenter ut fra disse avstandene enn skråfeltenes feltgrenser på hud. For kontroll av isosenter vil horisontale og vertikale bilder med sentralstråler gjennom isosenter kunne gi vel så god posisjonerings-nøyaktighet som vanlige feltkontrollbilder, men de vil ikke kunne si noe om feltform.

Feltstørrelse og feltform må tilpasses utforming av PTV (eller Planleggingskontur). Optimalisering av dosefordelingen bør derimot gjøres ut fra ITV siden dette er volumet en ønsker å gi en terapeutisk dose til. Plasseringen av ICRU's referansepunkt bør ligge mest mulig sentralt i ITV. Vær oppmerksom på at det kan være en dosegradient vinkelrett på thoraxveggen i det området ICRU's referansepunkt blir liggende.

Viktige volumer for stråleterapi



GTV (Tumorvolum)*: Palperbar, synlig, demonstrerbar malign vekst. Påviste lymfeknuter kan angis som GTV-N, andre påviste metastaser med GTV-M.

CTV (Klinisk målsvolum)*: Vevsvolum som inneholder GTV og/eller subklinisk mikroskopisk malign sykdom.

ITV (Målsvolum): Pasientvolum som inneholder CTV med Indre margin for indre bevegelser og endringer av CTV.

PTV (Planleggingsvolum): Geometrisk volum som inneholder ITV med Setup margin for pasientbevegelser og variasjoner i pasientoppstilling og feltinnstilling.

Planleggingskontur: Beams-Eye-View projeksjon av PTV.

IM (Indre margin) og SM (Setup margin) kan ikke summeres lineært. Totalmargin må angis spesifikt for ulike tumorlokalisasjoner.

Risiko- og interessevolum:

OAR (Risikoorgan)*: Normalvev hvor strålefølsomhet kan signifikant påvirke planlegging og/eller rekvirering.

IRV (Risikovolum): Pasientvolum som inneholder OAR med Indre margin (analogt ITV).

PRV: Geometrisk volum som inneholder IRV med Setup margin (analogt PTV).

Interesseorgan/Interessevolum: Organ/pasientvolum hvor doser ønskes registrert selv om dette ikke påvirker rekvirering eller planlegging.

*GTV-N: Påvist tumor i lymfeknute

*Definert i øyeblikksbilde

Doser og doserelaterte volum

Ekstern terapi

Måldose (MD): Middeldose til Målvolumet ITV.

ICRUs referansedose (D_{ICRU}): Dose til ICRUs referansepunkt: dosen bør være klinisk relevant, punktet lett å definere i område uten stor dosegradient, og dosen der kunne nøyaktig bestemmes.

Doseringsvolum: Hjelpevolum for bestemmelse av Måldose når ITV ikke finnes/kan brukes.

Kaldt volum: Volum innenfor ITV med dose lavere enn akseptert klinisk grense.

Varmt volum: Volum innenfor ITV med dose høyere enn akseptert klinisk grense.

Minimumsdose (D_{min}): minste doseverdi innenfor definert volum

Middeldose (D_{mid}): aritmetisk middel av doseverdiene innenfor definert volum.

Mediandose (D_{median}): Midterste doseverdi når alle doseverdier i definert volum er ordnet etter størrelse.

Maksimumsdose (D_{max}): Største doseverdi til område* innenfor definert volum.

Varmt område (Hot Spot): Doseverdi til område^a utenfor ITV hvor dosen er høyere enn rekvirert dose.

^aUtstrekning på området må være stort nok til å være klinisk relevant (15 mm hvis ikke i små organ).

Minimum rapportering^b:

Måldosen (MD) m/ standardavvik

Dose til ICRUs referansepunkt (D_{ICRU})

Minimumsdose i Målvolumet (ITV)/Doseringsvolumet

Dose til Varmt område og Risikovolum

DVH til Målvolum og Risikovolum (hvis definert)

^bdet er unntak til disse hvis ikke CT-bilder og doseplanleggingssystem er brukt

Interstitiell brachyterapi

Måldose (MTD): Minimumsdose til Målvolumet ITV.

Midlere sentraldose (MCD): Middeldose for lokale Minimumsdoser mellom kildene i Sentralplanet.

Total referanse-luft-kerma (TRAK): Summen av produktene av referanse-luft-kerma raten og bestrålingstiden for hver kilde.

Lavdosevolum: Volum av ITV omsluttet av isodoseflate tilsvarende 90% av rekvirert dose.

Høydosevolum: Volum innenfor 150% isodoseflate relativt Midlere sentraldose i plan parallelt Sentralplanet.

Sentralplan: Sentralt plan i kildefordeling der kildelinjer er tilnærmet rette, parallelle, av lik lengde og med sentre i plan vinkelrett på retningen til kildelinjene.

Minimum rapportering:

MTD, MCD og TRAK

Maks. dimensjoner på største Høydosevolum

Lavdosevolum om slikt finnes

Doseuniformitetsdata

StrålevernRapport 2003:1
Virksomhetsplan for 2003

StrålevernRapport 2003:2
Utslipp av radioaktive stoffer fra Sellafield-anleggene
En gjennomgang av britiske myndigheters
regulering av utslippstillatelser

StrålevernRapport 2003:3
MOX, En del av kjernebrenselsyklusen

StrålevernRapport 2003:4
LORAKON
Resultater fra Ringtest i 2000 og 2001

StrålevernRapport 2003:5
Monitoring of ⁹⁹Tc in the Norwegian Arctic marine environment

StrålevernRapport 2003:6
Treårig tilstandsrapport for konsesjonsbelagte anlegg ved Institutt
for energiteknikk

StrålevernRapport 2003:7
Environmental impact assessments for the marine environment
– transfer and uptake of radionuclides

StrålevernRapport 2003:8
Radioactivity in the Marine Environment 2000 and 2001
Results from the Norwegian National Monitoring Programme (RAME)

StrålevernRapport 2003:9
Kartlegging av radon i 44 kommuner 2003
Kort presentasjon av resultatene

StrålevernRapport 2003:10
Virksomhetsrapportering i stråleterapi
Definisjoner og beskrivelser 2001/2002

StrålevernRapport 2003:11
Dosimetry in Norwegian radiotherapy
Implementation of the absorbed dose to water standard and code
of practice in radiotherapy in Norway