

Kategori: Pasientbehandling/Fagprosedyrer/Kreft	Gyldig fra/til: 27.06.2024/27.06.2026
Organisatorisk plassering: Helse Bergen HF/Avdeling for kreftbehandling og medisinsk fysikk	Versjon: 1.00
Godkjenner: Oddbjørn Straume	Retningslinje
Dok. ansvarlig: Einar Waldeland, ++	Dok.id: D78861

OBS! Majoriteten av krav og anbefalinger i dette dokumentet, som f.eks. dekningskrav og planleggingsteknikker er tentative. Det kreves uttesting og diskusjoner for å etablere endelige anbefalinger.

Innhold

1	Hensikt og omfang	2
2	Ansvar	2
3	Bildegrunnlag og fiksering.....	3
3.1	Fiksering	3
3.2	Anestesi	3
3.3	Bildegrunnlag	3
4	Inntegning av volumer	3
4.1	Ikke-biologisk materiale	3
4.2	Risikoorgan.....	4
4.3	Målvolum	4
5	Protonplanlegging.....	5
5.1	Forberedelser	5
5.2	Planoppsett	5
5.2.1	Feltoppsett.....	5
5.3	Robust optimering.....	5
6	Planevaluering	5
6.1	Doser til målvolum	5
6.2	Doser til risikoorgan	6
6.2.1	Dose til vekstsoner.....	7
6.2.2	Sekundærkreftisiko.....	7
6.3	Robust evaluering.....	8
6.3.1	Målvolum	8
6.3.2	Risikoorganer	8
7	Image guidance.....	9
8	Kontrollbilder og adaptasjon.....	9
9	Tiltak og prioritering ved nedetid	9
10	Referanser.....	9
11	Endringer siden forrige versjon.....	10

1 Hensikt og omfang

Retningslinjen skal være til hjelp for stråleterapeuter, doseplanleggere, fysikere og leger som er involvert i planlegging av protonstrålebehandling av barn.

De fleste barn som behandles med kurativ intensjon, samt barn med lang forventet levetid etter strålebehandling, kan ha fordel av at strålebehandlingen gis med protoner, særlig hvis målvolumet ligger nær viktige og/eller strålesensitive strukturer. Hovedmålet vil være å spare normalvev for stråling, slik at man minsker risiko for seneffekter, deriblant sekundær malignitet. Noen diagnoser og/eller målvolum vil ha proton som standard indikasjon, for eksempel CNS-aksebestråling, mens andre vil vurderes fra gang til gang, eventuelt med hjelp av komparative planer. De vanligste indikasjonene for strålebehandling finner man i Tabell 1.

Tabell 1 Fraksjoneringsmønstre for de hyppigst forekommende barnesvulstene aktuelle for protonstrålebehandling.

Gruppe	Diagnose	Fraksjonering	Protokoller/Internreferanser
CNS			
	Medulloblastom	1.8 Gy (RBE) x 10-20 + 1.8 Gy (RBE) x 10-20 1.3 Gy x 2 x 15 + 1.3 Gy x 2 x 18 (HART)	HR-MB2, PNET 6, PNET 5, HIT MED Guidance, Cerebri - Retningslinje for protonplanlegging , Total CNS-akse - Retningslinje for protonplanlegging ,
	Ependymom	1.8 Gy (RBE) x 30-33 + evt boost 4 Gy (RBE) x 2 (SRS)	SIOP EP II, Cerebri - Retningslinje for protonplanlegging , Total CNS-akse - Retningslinje for protonplanlegging ,
	Lavgradig gliom	1.8 Gy (RBE) x 28-30	SIOP LGG 2004, LOGGIC
	Germinalcellesvulster	1.6 Gy (RBE) x 15-20 + 1.6 Gy (RBE) x 10-19 1.5 Gy (RBE) x 20 + 1.6 Gy (RBE) x 15	SIOP CNS GCT II Avh av germinom vs non-germinom og M0 vs M+
	AT-RT	1.8 Gy (RBE) x 30-33	SIOP ATRT01, EU-RHAB,
Sarkom			
	Rhabdomyosarkom	1.8 Gy (RBE) x 23-33	Far-RMS, Sarcom - Retningslinje for protonplanlegging ,
	Ewing sarkom	1.8 Gy (RBE) x 25-36	Inter-Ewing-1, EuroEwing, Sarcom - Retningslinje for protonplanlegging ,
Lymfom			
	Hodgkin lymfom		Euro-Net PHL-C2
Andre			
	Neuroblastom	1.8 Gy (RBE) x 12 - 20	HR-NBL2
	Nephroblastom	1.8 Gy (RBE) x 6-14	UMBRELLA
	ØNH-tumorer	1.8 Gy (RBE) x 33	NPC2003GPOH

2 Ansvar

Denne retningslinjen er utviklet av en gruppe bestående av sentrale fagpersoner innenfor strålebehandling av barn ved Oslo Universitetssykehus og Haukeland Universitetssykehus. Retningslinjen er avstemt ved stråleterapimiljøer på St. Olavs hospital og Universitetssykehuset Nord-Norge. Fremtidige revisjoner skal gjennomføres i samarbeid mellom OUS og HUS, og skal videre avstemmes med SOH og UNN før ny publisering.

3 Bildegrunnlag og fiksering

3.1 Fiksering

Pasienten skal fikseres med hensiktsmessig protonfiksering avhengig av behandlingsområde, som angitt i dokumentet [Protonfiksering - oversikt](#).

3.2 Anestesi

Ved behov for anestesi anbefales det at fiksering og avbildning gjøres i samme anestesisesjon. Dersom maskefiksering tillages på CT, skal man likevel ta seg tid til at masken kjøles helt ned, og denne skal tas av og på igjen før CT-bildene tas.

Anestesipersonalet bør ha en aktiv rolle ved utforming av fikseringen, særlig ved utforming av pasientspesifikt utstyr, som formbare puter, maske og vakuumpute. Det er avgjørende at anesthesiutstyr nær behandlingsområdet kan reproduseres likt ved hver behandlingsfraksjon. Ha gjerne en plan for fiksering og plassering av anesthesiutstyr før barnet kommer, og sørg for at det dokumenteres godt. Samme anestesistrategi bør benyttes ved planleggings-CT og behandling.

Dersom det er usikkert om anestesi er nødvendig kan egen fikseringstime bookes uten anestesi en dag eller to før CT-timen, i tråd med lokal praksis. Opplegg med egen fikseringstime først, hvor man beregner god tid og hvor ikke pasienten er fastende, kan gi større mulighet for å unngå anestesi for barn med usikkert anestesibehov. Hvis man konkluderer at anestesi likevel er nødvendig, tilpasses fiksering i forbindelse med CT-timen og CT tas med anestesi.

3.3 Bildegrunnlag

Se generell retningslinje for avbildning ([Avbildning for protonterapi - retningslinje](#)), samt aktuell barnespesifikk CT-protokoll.

CT for doseplanlegging rekonstrueres med hensiktsmessig tynne snitt, for fremstilling av små strukturer og god kalkuleringsoppløsning ved doseplanlegging. Det er ønskelig å begrense Field of View og skannlengden for hhv. bedret oppløsning og dosereduksjon, men det er samtidig viktig å påse at skannet dekker et stort nok område for pålitelig doseberegning. Dette inkluderer også alt fikseringsutstyr av betydning for strålefeltene, der nevnte utstyr ikke modelleres på annen måte i doseplanleggingssystemene.

MR foretrekkes fremfor CT der det er mulig, eksempelvis for inntegningshjelp, da man ikke ønsker unødvendig avbildningsdose.

Ved behov for sentralt venekateter (SVK) bør dette på plass før CT-timen. Tenk gjennom plassering relativt målvolumet, dvs. se til at SVK ikke unødvendig blokkerer gunstige feltinnganger. For CT-opptak med kontrast kan det være behov for venflon i tillegg. Dette er særlig viktig å være forberedt på dersom barnet ikke skal ha anestesi, da barnet gjerne trenger god informasjon på forhånd og som oftest skal ha emla-plaster (lokalbedøvende krem) på stikkstedet, som trenger tid for å virke.

4 Inntegning av volumer

4.1 Ikke-biologisk materiale

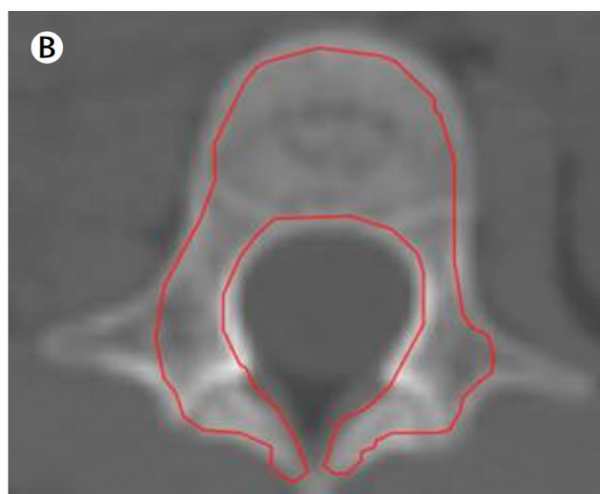
Alt fikseringsutstyr bør tegnes inn og tas hensyn til ved doseberegning. Metaller og implantater bør tegnes inn og håndteres i tråd med dokumentet [Håndtering av implantat og artefakter ved protonbehandling](#). Anestesiutstyr, inklusive eksterne slanger og ledninger, håndteres som implantater.

4.2 Risikoorgan

Hvilke risikoorganer som skal tegnes må vurderes individuelt avhengig av diagnose, målvolumets lokalisasjon, behandlingsintensjon, fraksjonering og totaldose. Generelt tegnes risikoorganer som angitt i aktuell behandlingsprotokoll. Om ikke annet er angitt følges områdespesifikke prosedyrer, og risikoorganer tegnes på lik linje som for voksne pasienter. Utviklingsfølsomme organer skal tegnes i tillegg, og er gjengitt i Tabell 2. Merk at tabellen ikke nødvendigvis er utfyllende og andre risikoområder som ikke dekkes her kan være aktuelle å tegne.

Tabell 2 Oversikt over risikoorganer særskilt for barn og unge.

Struktur	Beskrivelse/Merknad
Bone	Defineres også mtp. vekstsoner, f.eks. i pelvis eller ekstremiteter. Vær obs på at doseplanleggingssystemenes autosegenteringsalgoritmer ofte definerer bein basert på høyere HU-verdier og vekstsoner blir ikke alltid fullstendig inkludert; inntegning må følgelig justeres manuelt Risks of Spinal Abnormalities and Growth Impairment After Radiation [1].
Breast_L/R	
BreastBud	
Cerebellum	
Dentition	Tann-anlegg
FrontalLobe	
Ovary	Se beskrivelse i Far-RMS protokollen og RTOG Consensus Panel ATLAS [2].
TeporalLobe_L/R	
Testis	
VB	Vertebral Body er en hjelpestruktur som skal tegnes på prepubertale barn for å sikre jevn dose over columna. Dette minsker sjansen for skjev vekst. Tegnes som beskrevet i Consensus recommendations from the SIOPE radiotherapy working group [3], eksempel vist i Figur 1



Figur 1 Eksempel på inntegning av Vertebral Body, som inkluderer primære ossifikasjonssentre. Sekundære ossifikasjonssentre er ikke av betydning for vekstutviklingen og kan utelates. Illustrasjonen er et utsnitt av figur 3 i [Consensus recommendations from the SIOPE radiotherapy working group](#) [3].

4.3 Målvolum

De fleste barneprotokollene har egne inntegningsretningslinjer, som må følges. Påse alltid at de siste oppdaterte retningslinjene følges.

5 Protonplanlegging

Doseplanlegging av barn følger i all hovedsak samme tilnærming som ved doseplanlegging av aktuelt behandlingsområde hos voksne. For generelt planoppsett henvises det derfor til aktuelle områdespesifikke retningslinjer for protonplanlegging, om ikke annet er gitt av aktuell behandlingsprotokoll. Under følger en oversikt over spesielle hensyn ved protonplanlegging av barn, som skal følges i tillegg. Der informasjon i aktuell planleggingsretningslinje avviker fra denne retningslinjen, er det informasjonen i dette dokumentet som gjelder.

5.1 Forberedelser

Egne kalibreringskurver for mindre pasienter?

5.2 Planoppsett

Endelig doseberegning kan med fordel gjøres med en dosegrid med mindre vokselstørrelse for mindre pasienter.

Komplekst behandlingsoppsett som krever lang liggetid ved protonbehandling bør vurderes opp mot pasientens alder og modenhet, eventuelt mot anestesi for yngre barn.

5.2.1 Feltoppsett

Unngå feltvinkler som fører til unødvendig bestråling av vekstsoner.

5.3 Robust optimering

Planen bør robustoptimeres med robusthetsparametere som er avhengig av målvolumets plassering. Om ikke annet er nevnt i aktuell behandlingsprotokoll, kan marginer oppgitt i områdespesifikke planleggingsprosedyrer (for voksne) ofte benyttes som et utgangspunkt. Mindre marginer bør vurderes dersom anestesi, fiksering, og/eller (mindre) størrelse på målvolum tilsier at man forventer en mer presis match ved behandling og mindre interfraksjonell variasjon. Ved behandling av yngre pasienter, særlig ved behandling under anestesi, vil man også kunne forvente mindre intrafraksjonell bevegelse siden utslag av pustebevegelse typisk er mindre sammenlignet med voksne pasienter.

Noen ganger, særlig hos mindre barn, vil normal geometrisk setup-margin ofte omslutte en uforholdsmessig stor andel normalvev. Kliniker kan i disse tilfellene ønske å redusere margin for å begrense den totale strålebelastningen til pasienten. I disse tilfellene er det viktig å kommunisere at margin ikke er redusert pga. økt presisjon, men for å redusere strålebelastning, og hyppig kontrollavbildning og behov for adaptasjon må påregnes.

6 Planevaluering

Planen skal evalueres både nominelt og robust. I tillegg bør dosefordelingen evalueres på feltbasis. Alle doser skal oppgis i Gy (RBE), hvor $RBE = 1.1$

6.1 Doser til målvolum

Plandosen rekvireres til median ($D_{50\%}$) i CTV, alternativt i croppet CTV. Ved forskjellige dosenivå til flere CTV-er bør median dose for hvert CTV være innenfor $\pm 2\%$ av respektive måldoser.

Tabell 3: Nominelle dekningskrav.

Målvolum	Nominelt dekningskrav	Maksimum
CTV_XX*	$D_{98\%} \geq 95\%$	$D_{2ccm} \leq 107\%$

* Gjelder croppet CTV der dette er aktuelt volum. XX er dosen i Gy (RBE).

6.2 Doser til risikoorgan

Egne DVH-krav for barn skal benyttes der disse finnes. Tabell 4 oppsummerer toleransedoser angitt av [PENTEC](#) [4] som enten ikke er nevnt eller er lavere enn de som står oppført i de nasjonale retningslinjene for protonplanlegging. Mange av behandlingsprotokollene for barn har egne toleransekrav for risikoorganer, som må innfris i tillegg. Toleransedoser for organer som eventuelt ikke finnes i tabellen eller i aktuell behandlingsprotokoll kan vurderes opp mot retningslinjer for andre diagnosegrupper med kurativ stråleterapi i aktuelle behandlingsregion. Vær obs på at ulike kjemoterapiregimer kan påvirke toleransen i negativ retning. ALARA prinsippet gjelder alltid.

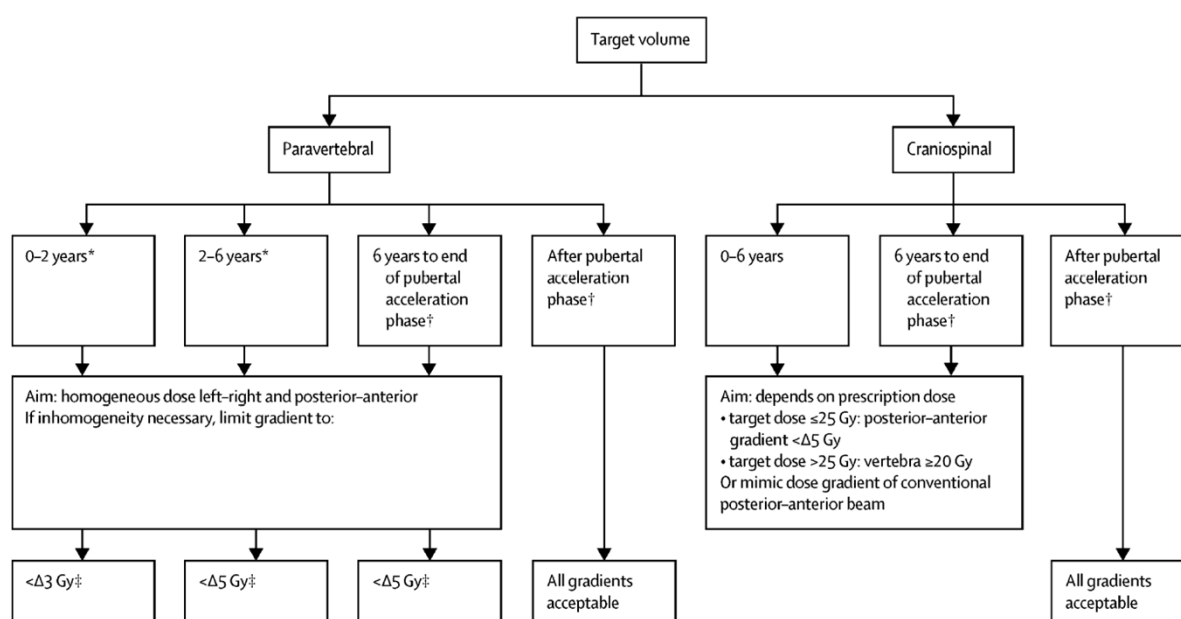
Tabell 4: Viser til de mest konservative toleransegrensene fra [PENTEC](#) [4] som enten ikke er nevnt, eller er lavere enn de som står oppført, i de nasjonale retningslinjene for protonplanlegging. Merk at grenseverdiene i tabellen er preget av stor usikkerhet. Det anbefales å lese rapporten før man anvender tallene under.

Hode/hals	Struktur	Nominell toleransegrense	Endepunkt (risiko)	Kommentar
Brain		ALARA	Symptomatisk nekrose (5%) Reduksjon av IQ (5%) Reduksjon av IQ (5%) Reduksjon av IQ (5%)	Sannsynlighet for redusert IQ øker med lavere alder.
		$D_{max} \leq 59$ Gy (RBE)		
		$V_{36Gy(RBE)} \leq 10\%$		
		$V_{29Gy(RBE)} \leq 20\%$ $V_{22Gy(RBE)} \leq 50\%$		
Dentition (tannsett)		$D_{max} \leq 20$ Gy (RBE)	Utviklingsavvik i tannhelse	Spesielt viktig for barn under 4 år. Sannsynlighet øker med lavere alder.
Pituitary		$D_{min} \leq 15$ Gy (RBE)	Veksthormonmangel (5%)	
ThyroidGland		$D_{mean} \leq 10$ Gy (RBE)	Kompensert subklinisk hypotyreose (12%) Ukompensert klinisk hypotyreose (12%)	Større risiko for jenter enn gutter. Større risiko for alder > 14 enn for yngre pasienter.
Thorax				
Breast bud (brystknoppen)		ALARA	Underutviklede bryster	Også veldig lave doser (<1 Gy (RBE)) gir stor økning i risiko for underutviklede bryster, spesielt hos barn under 4 år.
SpinalCord		$D_{0.03cc} < 50$ Gy (RBE) $D_{1cc} < 45$ Gy (RBE)	Myleopati (sjeldent)	
Abdomen/ bekken				
Kidney_L/R		$D_{min} \leq 9.6$ Gy (RBE)	Hypertensjon (5%)	
Liver		$D_{min} \leq 10$ Gy (RBE)	Hepatisk sinusoidal obstruktivt syndrom (6.1%)	Større risiko for barn under 20 år enn for voksne
Ovaries		ALARA Ingen kjemoterapi $D < 2$ Gy (RBE)	Akutt ovariesvikt (1-5%)	Høyere alder og høyere dose av alkylator øker

	D < 24 Gy (RBE) (<1 år)	"	risiko/reduserer
	D < 20 Gy (RBE) (<2 år)	"	toleransgrenser.
	D < 10 Gy (RBE) (<20 år)	Prematur ovarieinsuffisiens (12%)	
	Mellomdose av alkylator		
	D < 2 Gy (RBE)	Akutt ovariesvikt (4-7%)	
	D < 22.5 Gy (RBE) (<1 år)	"	
	D < 17 Gy (RBE) (<2 år)	"	
	D < 10 Gy (RBE) (<20 år)	Prematur ovarieinsuffisiens (41%)	
	Høydose av alkylator		
	D < 17 Gy (RBE) (<1 år)	Akutt ovariesvikt (6-13%)	
	D < 13 Gy (RBE) (<2 år)	"	
Testis	ALARA	Oligozoospermi (>90%)	Sannsynlighet for oligozoospermi er over 90% ved gjennomsnittsdoser over 1 Gy (RBE).

6.2.1 Dose til vekstsoner

Dose til vekstsoner bør alltid vurderes ved planevaluering og bør tas hensyn til ved planlegging når mulig. Se [A Road Map for Important Centers of Growth in the Pediatric Skeleton](#) [5] for beskrivelse av ulike vekstsoner og aktuelle stråleinduserte senskader. For å redusere sannsynligheten for skjevvekst hos prepubertale barn skal dosegradientene til Vertebral Body følge [Consensus recommendations from the SIOPE radiotherapy working group](#) [3], se Figur 2 for oversikt. [Dedikert PENTEC publikasjon](#) [1] om temaet gir lignende anbefalinger, se særlig kapittelet *Summary of recommendations*.



Figur 2 Anbefalte dosegradienter ved paravertebral og craniospinal stråling fra [Consensus recommendations from the SIOPE radiotherapy working group](#) [3]

6.2.2 Sekundærkreftrisiko

For barn og unge med lang forventet levetid etter behandling, bør planleggingsstrategi og resulterende dosefordeling også evalueres med tanke på risiko for sekundærmalignitet, som anbefalt i [Risk of Subsequent Neoplasms in Childhood Cancer Survivors After Radiation Therapy](#) [6].

Med unntak av stråleindusert thyroideakreft, øker risiko lineært med dose til normalvev. Ved plansammenligning kan da integraldose eller gjennomsnittsdose til et organ benyttes for å estimere relativ risiko. (I praksis betyr dette at lavdoser som er fordelt utover et større volum, kan ha lik eller lavere risiko sammenlignet med høyere dosenivå konsentrert på et mindre område.) Ved plansammenligning bør man være observant på høydoseområdet omkring målvolumet, der planen med best konformitet innebærer lavest risiko [6].

For unntaket thyroidea, er risiko for stråleindusert malignitet relativt sterkt og lineært økende opp mot omtrent 20 Gy ([Radiation Therapy Technology Advances and Mitigation of Subsequent Neoplasms in Childhood Cancer Survivors](#) [7]), og er deretter synkende.

Unngå å bestråle bryst hos jenter hvis mulig, da selv moderate doser (rundt 10 Gy) kan medføre økt risiko for senere brystkreft ([Association of Breast Cancer Risk After Childhood Cancer With Radiation Dose to the Breast and Anthracycline Use](#) [8]). Denne risikoen forsterkes (additivt) ved kombinert behandling med antracykliner.

6.3 Robust evaluering

Planen skal robustevalueres. Ved suboptimal fiksering bør denne forsøkes utbedret før man vurderer å øke geometrisk margin ved planlegging. Ved metaller og artefakter må man vurdere om man skal øke tetthetsusikkerheten [[Håndtering av implantat og artefakter ved protonbehandling](#)].

6.3.1 Målvolum

Tabell 5 Anbefalinger om robusthet til målvolum.

Målvolum	Dekningskrav	Robusthet
CTV*	D _{98%} > 95%	Skal være dekning i worst case scenario om ikke risikoorganer skal prioriteres.

* Gjelder croppet CTV der dette er aktuelt volum.

6.3.2 Risikoorganer

Robusthet til risikoorganer bør evalueres tverrfaglig mellom leger, doseplanleggere og fysikere. Det er ikke mulig å konkretisere en spesifikk robusthet som gjelder for alle pasienter, men robustheten må bestemmes individuelt for hver pasient.

Generelt sett er det ønskelig at serielle risikoorganer er under nominelle krav ved robust evaluering i worst case. Dette vil ofte ikke være mulig og heller ikke nødvendigvis hensiktsmessig. Det er likevel ønskelig at det tilstrebes å minimere doser til risikoorganer i robusthetsscenarioene, med høyest prioritet på scenarier med systematiske usikkerheter (tetthetsusikkerheter). Det må også ilegges skjønn i robustevalueringen hvor antall scenarier med overskridende dosegrenser sees opp mot dosenivå, lokasjon og systematikk.

Ved ikke oppnådd robusthet til risikoorganer kan det vurderes å bruke robust optimering på disse, spesielt med fokus på serielle organer som Brainstem, OpticNerve, OpticChiasm og ev. små organer. I dialog med lege og fysiker kan man i noen tilfeller også vurdere robustevaluering med knappere geometrisk margin. Det er da viktig at man dokumenterer dette på en god måte og vurderer behov for hyppigere kontroller med redusert terskel for adaptasjon/replanlegging. Generelt bør barn være en prioritert gruppe for adaptasjon i tilfeller der man trenger å redusere marginer/robusthet til målvolum for å oppnå akseptable doser til (serielle) OAR og øvrig friskt vev.

7 Image guidance

Se [Protonbehandling - prosedyre for gjennomføring](#) for utførelse på apparat. Tenk i tillegg gjennom plassering av eventuelt anestesitstyr ved planlegging av avbildning.

Pasienten innstilles etter lasere og eventuelt overflatescanning. For videre posisjonering kan et kV-sidebilde av hode og/eller bekken gi rask og god informasjon om ekstensjon i nakke og/eller vipp i bekken. Juster kV og mAs etter pasientens størrelse.

Dersom kV bilder med 2D-2D eller 2D-3D match gir god nok informasjon om posisjon av aktuelt område, kan det med fordel brukes da det er mest dosebesparende (med faktor 10). Ukentlig CBCT kan vurderes for kontroll av anatomiske endringer.

Ved behov brukes CBCT til matching, gjerne med mode "Image Gently" som gir lavest dose. Det anbefales å utvikle og lage en oversikt over barneprotokoller, da man kan redusere dosen betydelig (med faktor 2-3) uten å gå på vesentlig bekostning av bildekvalitet. I løpet av 30 fraksjoner med daglig CBCT kan akkumulert dose til hud komme på 0.7-0.9 Gy og for bein ca. dobbelt så høyt (bekkenprotokoll voksne). Ved å heller bruke hodeprotokoll på barn kan denne dosen reduseres med faktor 2-3. Dette er likevel fortsatt et ikke ubetydelig bidrag til lavdose ([Report of the AAPM Therapy Physics Committee Task Group 180](#) [9]).

8 Kontrollbilder og adapsjon

Ved behov for rutinemessig kontrollavbildning underveis i behandlingsforløpet foretrekkes MR fremfor CT og CBCT, for å begrense unødvendig avbildningsdose til barn og unge. Dersom MR viser anatomiske endringer som kan være av betydning for dosefordelingen, skal behovet for en ny doseplan-CT evalueres. Ved suboptimal fiksering eller ved anatomiske endringer på CBCT som kan påvirke dosedekning eller doser til risikoorganer, skal det tilsvarende evalueres om ny doseplan-CT for replanlegging skal tas. Se prosedyren [Protonbehandling - prosedyre for gjennomføring](#) for detaljer.

9 Tiltak og prioritering ved nedetid

Ved kortere opphold i protonbehandlingstilbudet kan det være aktuelt å kompensere med fotonbehandling for noen fraksjoner. Kompensering med protonbehandling på lørdager kan også være et aktuelt alternativ. Ved lengre (uforutsette) opphold i protonbehandlingen må det vurderes per kasus om overføring til fotonbehandling eller til et annet protonseneter er beste alternativ. Særlig yngre kurative pasienter bør vurderes for overføring til et annet protonseneter fremfor å motta et større antall fraksjoner med foton dersom strålebelastningen til friskt normalvev er vesentlig større med sistnevnte.

10 Referanser

Interne referanser

[3.1.2.5.9.4.1-02](#)

[Total CNS-akse - Retningslinje for protonplanlegging](#)

[3.1.2.5.9.4.1-03](#)

[Cerebri - Retningslinje for protonplanlegging](#)

[3.1.2.5.9.4.1-04](#)

[ØNH - Retningslinje for protonplanlegging](#)

[3.1.2.5.9.4.1-05](#)

[Sarcom - Retningslinje for protonplanlegging](#)

[3.1.2.5.9.4.1-06](#)

[Protonfiksering - oversikt](#)

3.1.2.5.9.4.1-07	Fiksering av hode , hals og CNS-nevroakse ved protonbehandling (voksen/pediatri) Retningslinje.
3.1.2.5.9.4.1-08	Avbildning for protonterapi - retningslinje
3.1.2.5.9.4.1-09	Håndtering av implantat og artefakter ved protonbehandling
3.1.2.5.9.4.1-11	Protonbehandling - prosedyre for gjennomføring

Eksterne referanser

1. Nanda, R.H., et al., *Risks of Spinal Abnormalities and Growth Impairment After Radiation to the Spine in Childhood Cancer Survivors: A PENTEC Comprehensive Review*. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2023. doi: [10.1016/j.ijrobp.2023.10.039](https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2023.10.039)
2. Gay, HA., et al., *Pelvic Normal Tissue Contouring Guidelines for Radiation Therapy: A RTOG Consensus Panel Atlas [internet]*. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2014. **83**(3): p. 1-17. doi: [10.1016/j.ijrobp.2012.01.023](https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2012.01.023)
3. Hoeben, B.A., et al., *Management of vertebral radiotherapy dose in paediatric patients with cancer: consensus recommendations from the SIOPE radiotherapy working group*. Lancet Oncol, 2019. **20**(3): p. e155-e166. doi: [10.1016/S1470-2045\(19\)30034-8](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(19)30034-8)
4. Constine, L.S., et al., *A User's Guide and Summary of Pediatric Normal Tissue Effects in the Clinic (PENTEC): Radiation Dose-Volume Response for Adverse Effects After Childhood Cancer Therapy and Future Directions*. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2023. doi: [10.1016/j.ijrobp.2023.09.005](https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2023.09.005)
5. Rao, A.D., et al., *A Road Map for Important Centers of Growth in the Pediatric Skeleton to Consider During Radiation Therapy and Associated Clinical Correlates of Radiation-Induced Growth Toxicity*. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2019. **103**(3): p. 669-679. doi: [10.1016/j.ijrobp.2018.10.026](https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2018.10.026)
6. Casey, D.L., et al., *Risk of Subsequent Neoplasms in Childhood Cancer Survivors After Radiation Therapy: A Comprehensive PENTEC Review*. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2023. doi: [10.1016/j.ijrobp.2023.07.025](https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2023.07.025)
7. Stokkevåg, C.H., et al., *Radiation Therapy Technology Advances and Mitigation of Subsequent Neoplasms in Childhood Cancer Survivors*. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2023. doi: [10.1016/j.ijrobp.2024.01.206](https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2024.01.206)
8. Veiga L.H., et al., *Association of Breast Cancer Risk After Childhood Cancer With Radiation Dose to the Breast and Anthracycline Use*. JAMA Pediatr., 2019. **173**(12): p. 1171-1179. doi: [10.1001/jamapediatrics.2019.3807](https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.3807)
9. Ding, G.X., et al., *Image guidance doses delivered during radiotherapy: Quantification, management, and reduction: Report of the AAPM Therapy Physics Committee Task Group 180*. Med Phys., 2018. **45**(5): p. e84-e99. doi: [10.1002/mp.12824](https://doi.org/10.1002/mp.12824)

Samme dokument i eHåndbok (OUS)

[150902 - Nasjonal retningslinje for protonplanlegging av barn](#)

11 Endringer siden forrige versjon

Første versjon.