



CBCT sädehoidon kohdistuksessa ja kuvausannoksen optimointi

Sädehoitofyysikoiden 39. neuvottelupäivät 6.–7.6.2024

Osastonylifyysikko Eeva Boman

TAYS, Sädehoitoyksikkö



Pirkanmaan
hyvinvointialue

CBCT TAYS Sädehoidossa

- Käyttö lisääntynyt viime vuosina merkittävästi

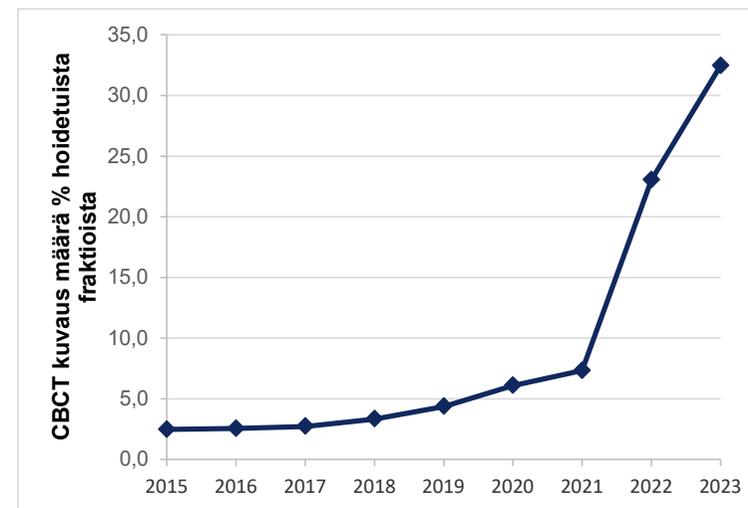
→ todennäköisesti lisääntyy vielä tulevaisuudessa

- Kuvaus nopeampaa
- Adaptiivisuus
- Reaalikainen hoidon seuranta (liikkeen havainnointi esim. Pintatunnistus, triggered kuvaus, hoidon aikainen kuvantaminen?)
- 4D-CBCT

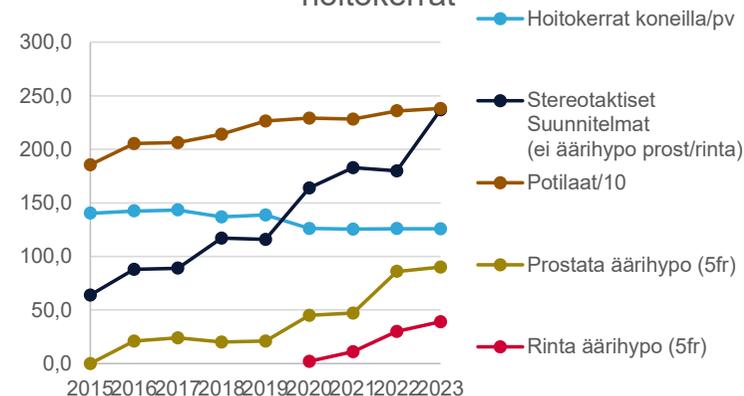
TAYS CBCT kuvaukset:

- H&N kaikki fraktiot (2022->)
- Aivot (ei pall) kaikki (2022->)
- Lantiot kaikki paitsi kultajyväprostatat (2024->)
 - Jo aiemmin rakot ja viikkokuvauksia
- SBRT hoidot, kaikki fraktiot (+prostata 5fr)
- VMAT rinta alussa, tol.ylityksessä

Pirkanmaan
hyvinvointialue



Ulkoinen sädehoito Potilasmäärät ja hoitokerrat



Onko kuvausannoksella väliä?

- Annos CBCT kuvauksesta noin 0,01Gy/kuvaus
 - Pitkissä hoidoissa saattaa olla väliä, paljon uusinta asettelukuvauksia
 - 4D-CBCT noin 0,1Gy/kuvaus, esim. Keuhko stereot, fraktioita vähän
- Trendi: hypofraktiointi
 - Hoidon tarkkuuden parantaminen (kuvauksen ansiosta?)
 - Riski: huono kuvantaminen huonontaa tarkkuutta?
 - Osutaanko oikeaan kohteeseen? Jääkö esim. Pehmytkudostieto näkemättä.
 - kV-kV tieto ei aina riittävä VMAT aikakaudella (vs CBCT)

ICRP TG116: Practical aspects of CBCT protocols optimization

-Kuvantamisen optimointi sädehoidossa-

IAEA Technical Meeting on Radiation Protection of Patients in the New Era of Medical Imaging

Radiological Protection Aspects of Imaging in Radiotherapy

Status of the work of ICRP Task Group 116
Practical aspects of CBCT protocols optimization

Sebastien Gros, PhD DABR
Department of Radiation Oncology
Stritch School of Medicine, Loyola University Chicago, USA

ICRP

Vienna, March 6th, 2024



Sebastien Gros
ICRP TG116 member

TG-116 goals

• Produce a report on imaging in RT

- Introduction to risk, imaging requirements, clinical perspective on imaging and the process of optimisation
- Specific chapters on treatment planning/linac/brachytherapy imaging, alongside paediatric exposures
- **Evaluation and management of doses from imaging, including dose levels and auditing**
- **Quality assurance, errors and education**
- **Recommendations to improve optimisation:**
 - **Actions to promote optimisation in RT**
 - **Actions for equipment vendors and software developers**
 - **Actions for regulators and professional bodies**
- A project is underway to develop the work undertaken by IPEM in the UK, and acquire data from across the globe in a wide range of RT centres, using the ICRP Mentee Programme to assist with data collection

(Courtesy of Tim Wood)

- Alkanut 2020
- Raportti kommentoille loppuvuodesta 2024:
- Tulossa suosituksia kuvausannoksille (DRL?), laitteistolle, ohjelmistoille, viranomaisille



Pirkanmaan
hyvinvointialue

International Survey of imaging practice

Country	HDI
Germany	0.947
Australasia	0.944
USA	0.926
Cyprus	0.887
Saudi Arabia	0.854
Malaysia	0.810
Colombia	0.767
Algeria	0.748
Egypt	0.707

ICRP TG116 Mentee Project

Questionnaire containing 130 items
Survey Monkey July - November 2020
143 RT centres registered
100 RT centres completed the full questionnaire
Data in 9 country sent to Mentees for analysis
Ordered in terms of HDI to highlight trends
Human Development Index (HDI) combines measures of life expectancy, education (literacy rate and levels of education) and per capita income.

Martin et al. 2021,
Physica Medica, 90,
53-65.



Summary

IGRT has become the standard of care in EBRT in the majority of countries

- Most RT centres use radiologic images for verification in 75%-100% of treatments
- Cone beam CT is the main IGRT modality in high- and middle-income countries
- These countries frequently image at every fraction
- Most centres use vendors protocols with limited optimisation
- Fewer than 50% of RT centres record patient doses from imaging

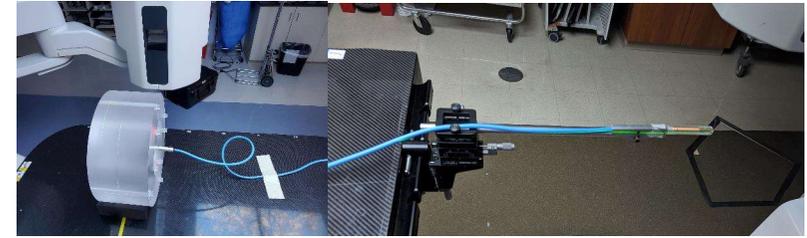
ICRP TG116 Mentee Project 2

Measurement of CBCT imaging dose

Few radiotherapy centres:

- Measure CBCT doses
- Have methods which could be use to measure CBCT dose

Pirkanmaan
hyvinvointialue



Countries participating

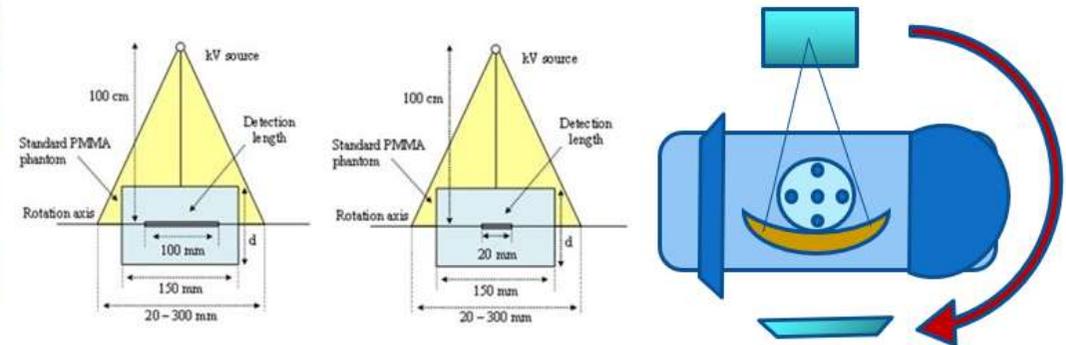
Europe and N. Africa

Germany, Portugal
Serbia, Cyprus, Algeria

Rest of the World

Australasia, USA, UAE
Saudi Arabia, Malaysia
Colombia, Iraq

Project: Determine feasibility of measurement of the CBCT dose with a wide beam used in the clinic using a 150 mm CT phantom and chamber (100 mm and/or 0.6 cc).



Spreadsheets prepared for data collection

CBCT kuvausannoksen optimointitarve?

- TAYS projekti 2023-2024

BJR <https://doi.org/10.1259/bjr.20220070>

Received: 14 January 2022 | Accepted: 08 August 2022 | Published online: 01 September 2022

© 2022 The Authors. Published by the British Institute of Radiology under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 Unported License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>, which permits unrestricted use, distribution and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Cite this article as: Khan M, Sandhu N, Naeem M, Ealden R, Pearson M, Ali A. et al. Implementation of a comprehensive set of optimised CBCT protocols and validation through imaging quality and dose audit. *Br J Radiol* (2022) 101259/bjr.20220070.

FULL PAPER

Implementation of a comprehensive set of optimised CBCT protocols and validation through imaging quality and dose audit

¹MARINA KHAN, BSc, ²NAVNEET SANDHU, ²MARIUM NAEEM, ²REBECCA EALDEN, ²MICHAEL PEARSON, ¹ABDIRZAK ALI, ²IAN HONEY, ³AMANDA WEBSTER, ^{2,4}DAVID EATON and ^{2,4,5}GEORGIOS NENTAS, DPHI

¹Department of Radiotherapy, Guy's & St Thomas' NHS Foundation Trust, London, UK
²Department of Medical Physics, Guy's & St Thomas' NHS Foundation Trust, London, UK
³Department of Radiotherapy, University College Hospital, London, UK
⁴School of Biomedical Engineering and Imaging Sciences, King's College London, London, UK
⁵Nuffield Department of Population Health, University of Oxford, Oxford, United Kingdom

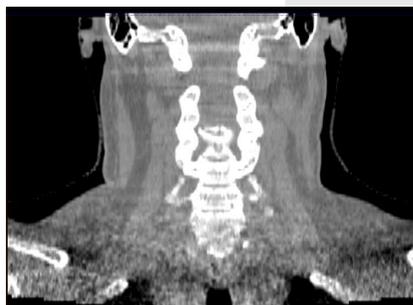
Table 1. Patient size-specific scanning settings, measured imaging doses and change in dose for the new protocols compared to the Varian default protocols

CBCT Protocols	kV	mA	ms	f/s	Gantry speed (°/S)	Trajectory	Number of projections	mAs	CTDI in Air (mGy)	CTDI _w (mGy) ^a	Change in CTDI _{air} (%)
Varian_Head	100	14	20	15	6	Half	500	140	6.2	3.1	n/a
Head_Standard	100	10	15	15	6	Half	500	75	3.1	1.8	-50% ^b
SRS_Head	100	30	20	15	6	Half	500	300	10.5	6.2	70% ^b
Varian_Thorax	125	15	20	15	6	Full	900	270	18.3	5.0	n/a
Thorax_S	125	10	10	15	6	Full	900	90	7.9	2.0	-57% ^c
Thorax_M	125	15	15	15	6	Full	900	202.5	14.6	3.9	-20% ^c
Thorax_L	125	25	15	15	6	Full	900	337.5	22.3	5.9	22% ^c
Varian_Abdo/Pelvis	125	38	20	15	6	Full	900	684	42.8	11.5	n/a
Abdo/Pelvis_S	125	25	10	15	6	Full	900	225	15.7	4.2	-63% ^d
Abdo/Pelvis_M	125	38	20	15	6	Full	900	684	42.8	11.5	0% ^d
Abdo/Pelvis_L	125	60	20	15	6	Full	900	1080	66.3	17.9	55% ^d
Abdo/Pelvis_HD	125	38	20	15	3	Full	1800	1368	85.6	22.8	100% ^d
Bariatric	125	100	25	15	6	Full	900	2250	130.0	36.7	n/a

Size small < 26 cm (S), medium > 26 cm < 36 cm (M), Large > 36 cm (L) average diameter.
^aCTDI_w measurements were taken in the centre and four peripheral points of the TO CTDI phantom (Leeds Test Objects) to calculate weighted CTDI values (CTDI_w). For the head protocols the 160mm cylindrical object was used and for the thorax and abdo/pelvis the 320mm cylindrical object. Note these should be considered as indicative values, not a true CTDI_w, due to the difference in geometry and scatter condition between CBCT and CT.
^bChange versus Varian Default protocol (Varian_Head)
^cChange versus Varian Default protocol (Varian_Thorax)
^dChange versus Varian Default protocol (Varian_Pelvis)

CBCT kuvausannoksen optimointitarve?

- TAYS projekti (Minna Sikiö/Antti Aula)
 - Uudet protokollat otettu käyttöön 6/2024:
 - Head – luukohdistus
 - Annos↓
 - Head – pehmytkudoskohdistus
 - Head SRS, Annos ↑
- Redusoitu Head ei riittävä kaulan alueen kohdistuksessa

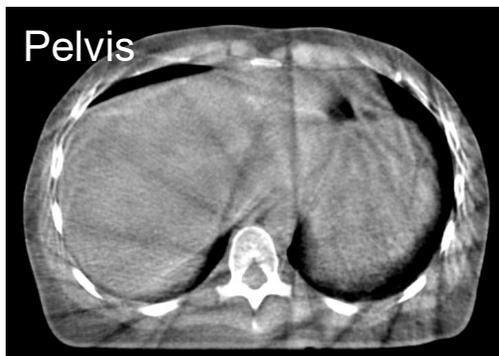


Pirkanmaan
hyvinvointialue

CBCT	Voltage [kV]	Current [mA]	Pulse length [ms]	Trajectory	Exposure [mAs]	mAs muutos [%]	CTDI [cGy] ?
Head old	100	15	20	Half	150		0,31
Head	100	10	15	Half	75	-50%	0,18
Head SRS	100	30	20	Half	300	+100%	0,62
H&N	100	15	20	Half	150	-	0,31
Thorax old	125	15	20	Full	270		0,40
Thorax	125	15	15	Full	203	-25%	0,39
Abdomen	125	31	20	Full	558	+107%	0,94
Thorax half old	125	20	20	Half	200		0,30
	125	25	15	Half	183	-9%	0,28
	125	60	20	Full	1080		1,60
	125	38	20	Full	684	-37%	1,15
	125	60	20	Full	1080	-	1,79
Pelvis HD 2xproj	125	38	20	Full	1368		2,29

CBCT kuvausannoksen optimointitarve?

- TAYS projekti (Minna Sikiö/Antti Aula)
- Uudet protokollat otettu käyttöön 6/2024:
 - Thorax large ei käyttöä
 - Poistettu
 - Vatsan ja lantion alueella tarve hyvälle pehmytkudoskontrastille:
 - Uusi Abdomen
 - Uusi Pelvis

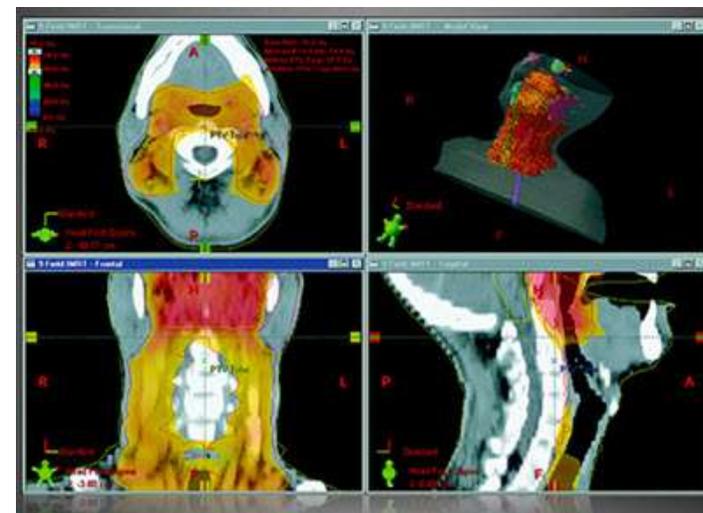


Pirkanmaan
hyvinvointialue

CBCT	Voltage [kV]	Current [mA]	Pulse length [ms]	Trajectory	Exposure [mAs]	mAs muutos [%]	CTDI [cGy] ?
Head old	100	15	20	Half	150		0,31
Head	100	10	15	Half	75	-50%	0,18
Head SRS	100	30	20	Half	300	+100%	0,62
H&N	100	15	20	Half	150	-	0.31
Thorax old	125	15	20	Full	270		0,40
Thorax	125	15	15	Full	203	-25%	0,39
Abdomen	125	31	20	Full	558	+107%	0,94
Thorax half old	125	20	20	Half	200		0,30
Thorax half	125	25	15	Half	183	-9%	0,28
Pelvis old	125	60	20	Full	1080		1,60
Pelvis	125	38	20	Full	684	-37%	1,15
Pelvis L	125	60	20	Full	1080	-	1,79
Pelvis HD 2xproj	125	38	20	Full	1368		2,29

CBCT annostieto

- Sädehoidossa totuttu annosjakaumiin, ei CTDI annosarvoihin
- Sädehoitosuunnitelmissa ei huomioida CBCT annosta
 - Ei mahdollista annossuunnitteluohjelmissa
 - Jos olisi mahdollista, mahdollistaisi CBCT annosoptimoinnin?
- CBCT kuvausprokollatieto ei tallennu CBCT kuvatietoihin (Varian), annoksen määrittäminen jälkikäteen haastavaa
 - projektiokuvan kentänrajaimilla isot toleranssit, vaikutus annokseen



Keskustelun aiheita

- Ei *määräystä* CBCT annoksen optimoinnille saati mittaukselle
 - DRLs tarve?
 - Protokollissa optimoinnille tilaa? Kansallinen vertailu?
- Uudet menetelmät käyttöön:
 - iCBCT
 - Kuvantamisesta tutut virran/jännitteen modulointikeinot ei saatavilla (vaatimukset valmistajille?)
- CBCT kuvaprotokolla tieto ei tallennu
- CBCT annosjakaumatieto ei saatavilla
- Voiko annosoptimoinnista olla haittaa, osutaanko oikeaan kohteeseen?