



# Cone Beam CT (CBCT)

## en ny modalitet på vei ut til tannlegene

Gerald R. Torgersen (fysiker)

Caroline Hol (tannlege, spes. kand. kjeve- og ansiktsradiologi)

Avdeling for kjeve - og ansiktsradiologi

Det odontologiske fakultet

Universitetet i Oslo

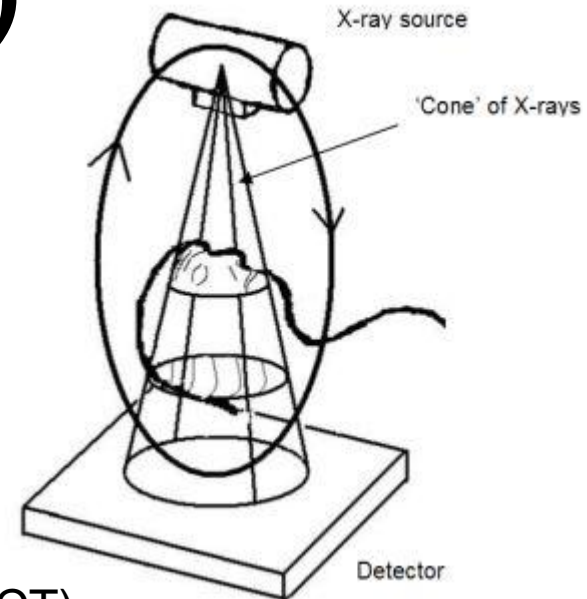
# Cone Beam CT (CBCT)

- Prinsippet

- konisk eller pyramidalt stråleknippe
- Hele volumet skannes i en rotasjon
- Et sett av plane projeksjoner
- Spesiell algoritme  
ofte en variant av (Feldkamp et al. 1984)

- Kjært barn har mange navn ...

- Cone Beam Computed Tomography (CBCT)  
(konsensus i EADMFR/EU)
- Cone Beam Volum Tomography (CBVT)
- Digital volumtomografi (DVT)
- Dental CT – også brukt om rekonstruksjonsprogram (Dentascan)
- 3D røntgen
- Volum CT – også brukt om MDCT (64+ slice)



Bilde © <http://www.aadmrt.com>

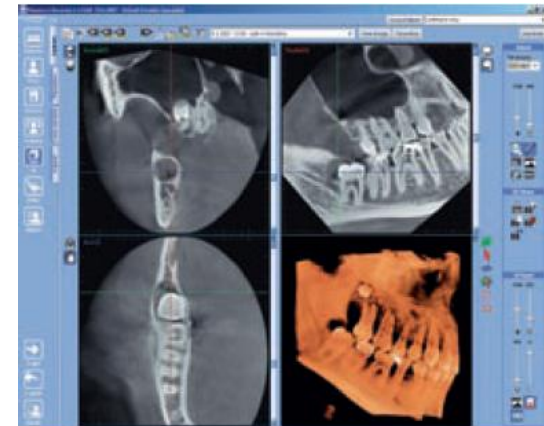


# Sammenlikning MDCT - CBCT

MDCT	CBCT
Fan beam/cone beam	Cone beam/pyramidal beam
Reseptorrader/detektorelementer i bue	"Flat panel" detektor eller bildeforsterker med CCD
Multiple rotasjoner (kontinuerlig eksponering)	Max én hel rotasjon (pulset eller kontinuerlig eksponering)
Mange justerbare parametere	Færre justerbare parametere
Snittykkelse bestemmes før us	Snittykkelse bestemmes etter us
Dataassistert bilderekonstruksjon	Dataassistert bilderekonstruksjon
Ben og bløtvev	Ben (og bløtvevsgrenser)
Liggende pasient	Variierende pasientposisjonering
Høy pris	Lavere pris (1/5 – 1/3 av MDCT)

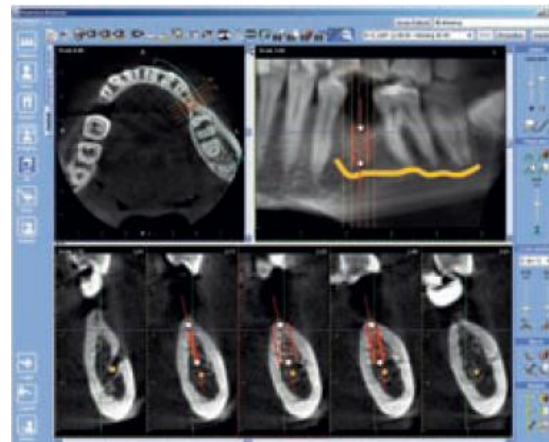
# CBCT innen maxillofacial radiologi

- CBCT kan brukes for å evaluere
  - ben
  - bløtvevskonturer
  - Tann- og kjeveproblematikk
  - Sinusproblematikk (ansiktsbihuler)
  - Temporalben (kjeveledd, øre)

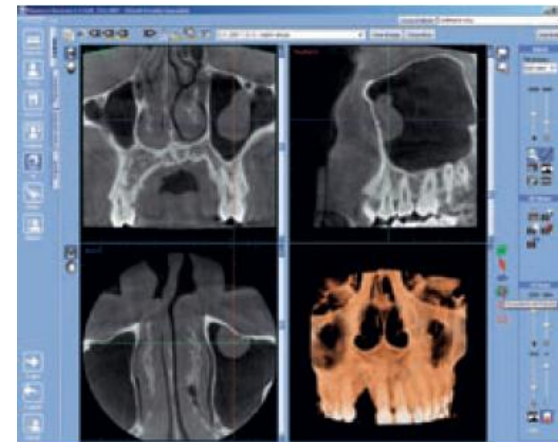


Cyst in right mandible  
A large solitary bone cyst is clearly visible in the right mandible.

Innføring i bruk av CBCT  
innen maxillofacial  
radiologi:  
(White, 2008)



Planmeca Romexis 3D Implant Planning module



Sinus study  
A cyst and inflammation can be found in the left maxillary sinus.



# Regelverk

- Anskaffelse av CBCT er godkjenningspliktig  
(strålevernforskriften §5)
- I virksomheter som anvender medisinsk strålebruk som krever godkjenning etter § 5, skal det inngå:  
(strålevernforskriften §33)
  - realfaglig personell på masternivå med realkompetanse innen medisinsk fysikk.
  - lege med spesialistkompetanse i medisinsk radiologi eller tannlege med spesialistkompetanse i kjeve- og ansiktsradiologi
  - Betjenes av radiograf eller personell med dokumenterte tilsvarende kunnskaper om strålebruk og strålevern
- Kravene i samsvar med anbefalingene fra EADMFR
- De norske kravene er sammenfattet i:  
Stråleverninfo 5:2009 og StrålevernRapport 2009:2 avsnitt 2.2.4



# Internasjonalt - EU

- **SEDENTEXCT** (Safety and Efficacy of a New and Emerging Dental X-ray Modality)
- Samarbeid mellom EURATOM og EADMFR
- Arbeidet er organisert i 6 “Work packages”
  1. Justification and Guideline Development
  2. Dosimetry
  3. Optimisation
  4. Diagnostic Accuracy
  5. Cost-effectiveness
  6. Training and Valorisation
- Har publisert en liste med 20 grunnprinsipper for bruk av CBCT (EADMFR/SEDENTEXCT, 2009)



# Utfordringer

- Tannleger som har CBCT må ha avtale med
  - Spesialist i kjeve- og ansiktsradiologi (ev. medisinsk radiologi)
    - Berettigelse: delt ansvar mellom tannlege og radiolog
    - Undersøkelsene skal beskrives av radiolog
    - Situasjonen i Norge per mars 2009 (Larheim et al. 2009):
      - 6 kjeve- og ansiktsradologer
      - 6 kjeve- og ansiktsradologer under utdanning
  - Realfaglig personell på masternivå med realkompetanse innen medisinsk fysikk
    - Tannklinikker har ikke ansatt fysiker
    - Avtale må inngås med sykehus/kompetansesenter, leverandør, eller ”privatpraktiserende” fysiker



# Utfordringer

- Apparatet skal betjenes av radiograf eller tannlege med relevant kompetanse
  - Ingen radiograf på tannklinikker
  - Hva betyr relevant kompetanse?
- Kvalitetskontroll og dosimetri
  - Det finnes ingen standard protokoller for kvalitetskontroll
  - Dosimetri av CBCT er usikker, og metodene ikke ferdigutviklet
  - Standard QA-fantom mangler
- Finne formålstjenelige protokoller
  - Optimalisering: dose vs. bildekvalitet
  - ALARA





# Forhandlere på det norske markedet

- 6 dentalfirmaer tilbyr CBCT-enheter
  - 3 har godkjenning fra Statens Strålevern
  - 1 har inne søknad om godkjenning
  - 2 har foreløpig ikke søkt om godkjenning
- Hvilken kompetanse har disse på områder som
  - Informasjon om regelverk for bruk
  - Strålevern
  - Kvalitetskontroll

# Forhandlere og produkter på det norske markedet

- CBCT-forhandlere i Norge
  - Dental Sør Røntgen AS
    - Kavo 3D eXam (i-Cat USA)
    - Soredex Cranex Scanora 3D (Finland)
  - Dental Care AS
    - Cefla Sky View (Italia)
  - Jacobsen Dental AS
    - Sirona Galileos 3D (Tyskland)
  - AS Norsk Dental Depot
    - Planmeca Promax 3D (Finland)
  - Tonne Dental AS
    - Kodak 9000 digital 3D-OPG (USA)
  - Unident AS
    - E-Woo Picasso (Sør-Korea)





# Utbredelse av CBCT hos tannleger

- Per mars 2009 er det installert i Norge:
  - 2 stk på sykehus
  - 6 stk i privatpraksis/utdanningsinstitusjoner
- Estimerer for salg 2009/2010:
  - 4 av de 6 leverandørene har svart
  - Anslag salg: 8 – 20 enheter
- Kundegrnlag
  - Tannhelsetjenestenes regionale kompetansesentre (5 stk)
  - Utdanningsinstitusjoner (3 stk)
  - Sykehus med større kjevekirurgisk/ØNH-seksjoner
  - underkant av 3000 privatpraktiserende tannleger



# Kvalitetskontroll og dosimetri

- Mottaks- og kvalitetskontroll skal utføres av fysiker
- Noen av leverandører tilbyr denne tjenesten selv
- Dosemåling
  - ESD
  - CTDI
  - DAP (Statens strålevern foretrekker dette for representative doser)
  - Bruk av DAP fremfor CTDI støttes i litteraturen (Lofthag-Hansen et al., 2008)
  - Doseutbytte
  - Spredt stråling

# Kvalitetskontroll og dosimetri

- Hva mer måler vi?
  - Bildekvalitet
    - Støy
    - Uniformitet
    - Linearitet
    - Romlig oppløsning (MTF)
    - Lav kontrast oppløsning
    - Distorsjon
    - CT-tall?
  - Strålefeltets geometri, blending
  - Rørspenning, mAs
  - HVL



Bilde fra dosemåling på det odontologiske fakultet: Hilde Olerud

# CBCT-doser sammenliknet med alternativer

**Table VI.** Effective dose from dento-alveolar and maxillofacial radiographic examinations for CBCT and MDCT devices: Comparison of ICRP 1990 and 2007 calculations

<i>Technique</i>	<i>Effective dose, <math>\mu</math>Sv, ICRP 1990 tissue weights</i>	<i>Effective dose, <math>\mu</math>Sv, ICRP 2007 tissue weights</i>	<i>Change in effective dose, 1990-2007</i>
<i>Large FOV</i>			
NewTom 3G large FOV <sup>4</sup>	42	68	62%
CB Mercuray facial FOV maximum quality <sup>4</sup>	806	1073	33%
CB Mercuray facial FOV standard quality <sup>4</sup>	464	569	23%
Next Generation i-CAT portrait mode	37	74	100%
Iluma standard	50	98	97%
Iluma ultra	252	498	97%
Average			61%
<i>Medium FOV</i>			
CB Mercuray panoramic FOV <sup>4</sup>	264	560	112%
Classic i-CAT standard scan	29	69	137%
Next Generation i-CAT landscape mode	36	87	139%
Galileos default exposure	28	70	148%
Galileos maximum exposure	52	128	148%
Somaton 64 MDCT	453	860	90%
Somaton 64 MDCT w/ CARE Dose 4D	285	534	87%
Average			
<i>Small FOV</i>			
CB Mercuray I FOV maxillary <sup>4</sup>			
Promax 3D small adult			
Promax 3D large adult			
PreXion 3D standard exposure			
PreXion 3D high resolution			
Average			

## Eksempel på doser i konvensjonell maxillofacial røntgen

Type undersøkelse	Effektiv dose ( $\mu$ Sv), ICRP 1990	Effektiv dose ( $\mu$ Sv), ICRP 2007
OPG (Panoramarøntgen)	6,2	22
CEPH (Cephalometric)	1,7	3,4

Dosene referert fra: Ludlow et al., *Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT*, Dentomaxillofac Radiol 2006 35: 219-226



# Doser

- Konklusjon
  - CBCT kan redusere pasientdosen når den brukes som alternativ for MDCT
  - Full FOV-doser fra CBCT ligger på 2 % - 23 % av sammenliknbare MDCT-undersøkelser (Ludlow et al. 2006)
  - CBCT øker pasientdosen når den brukes som alternativ til konvensjonelle metoder som CEPH og OPG
  - Dosene fra CBCT ligger 10 – 100 ganger høyere enn ved undersøkelser utført med OPG eller CEPH (Stråleverninfo 5:2009)



# Veien videre

- Kompetansegruppe for maxillofacial CBCT i Norge?
  - Hvem?
    - Fysiker
    - Spesialist i kjeve- og ansiktsradiologi
    - Radiograf
  - Hvorfor
    - Utveksling av erfaringer
    - Utvikling av QA- og dosimetrirutiner
    - Optimalisering av undersøkelsesprotokoller
  - Hvordan
    - Mailingliste
    - Ressursside på nettet





# Referanser

- Feldkamp, L.A., L.C. Davis, and J.W. Kress, *Practical cone-beam algorithm*. J. Opt. Soc. Am. A, 1984. 1(6): p. 612-619
- White, S.C., *Cone-beam imaging in dentistry*, Health Phys, 2008. 95(5): p. 628-37
- Tore A. Larheim, Christina Lindh, Jaakko Peltola og Ann Wenzel, *Odontologisk spesialisering i radiologi*, Nor Tannlegeforen Tid, 2009; 112: 120 - 5
- Lofthag-Hansen, S, Thilander-Klang, A, Ekestubbe, A, Helmrot, E, Grondahl, K, *Calculating effective dose on a cone beam computed tomography device: 3D Accuitomo and 3D Accuitomo FPD*, Dentomaxillofac Radiol 2008 37: 72-79
- Ludlow JB, Ivanovic M. *Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008 Jul;106(1):106-14
- Ludlow, JB, Davies-Ludlow, LE, Brooks, SL, Howerton, WB  
*Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT*  
Dentomaxillofac Radiol 2006 35: 219-226
- Friberg, E., *Krav for bruk av Cone Beam CT innen dental virksomhet*, StrålevernInfo 5:2009, Statens strålevern 2009
- Hauge IHR, Widmark A, Bruzell E. *Bruk av røntgendiagnostikk blant norske tannlegar. Prosjektretta tilsyn etter ny forskrift om strålevern og bruk av stråling*. StrålevernRapport 2009:2. Statens strålevern, 2009
- [European Academy of DentoMaxilloFacial Radiology \(EADMFR\)](#)
- EADMFR/SEDENTEXCT, *Basic Principles for Use of Dental Cone Beam CT - Consensus Guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology*, 2009