

Varför behövs MR inom strålterapi?

Björn Zackrisson

Onkolog

Norrlands universitetssjukhus, Umeå

Radioterapiprocessen idag

Vad?

- Diagnostik
 - Patologi
 - Bild
 - Kemi, mm
- Behandlingsbeslut
 - RT (enbart eller kombination)
 - Alla andra möjligheter

Var/vem?

- Andra enheter
 - Patolog
 - Rtg, nuklear etc
- Multidisciplinärt
 - Onkolog med radioterapiinriktning (+)
 - Onk, kir mm

Radioterapiprocessen idag

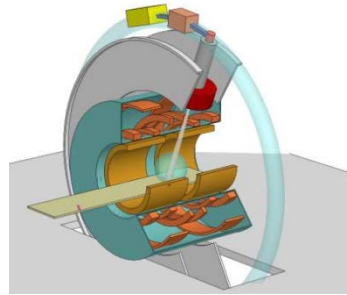
- Preliminära mål för dos-volym
- Uppläggning, immobilisering/fixering
- ”Slutlig” definition av mål- och riskvolym i nytt bildunderlag mot bakgrund av diagnostiskt med ***patienten in behandlingsläge*** (huvudsakligen CT hittills)
- Planering/optimering
- Verifiering
- Behandling
 - Verifiering av position (huvudsakligen skelettmatchning)
 - Ev replanering, reverifikation

3-7 dagar

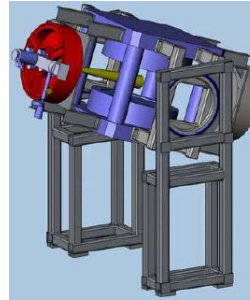
5-7 veckor

Positionering

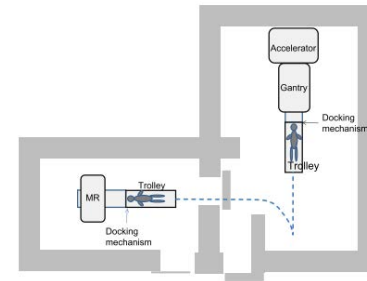
Positionering



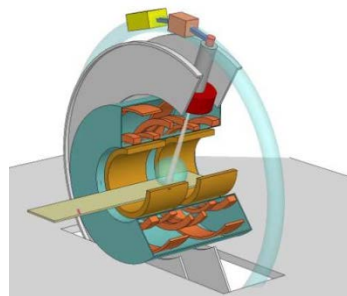
Utrecht



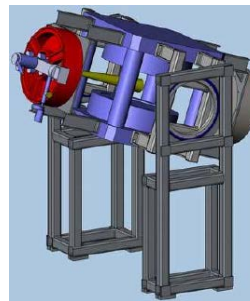
Edmonton



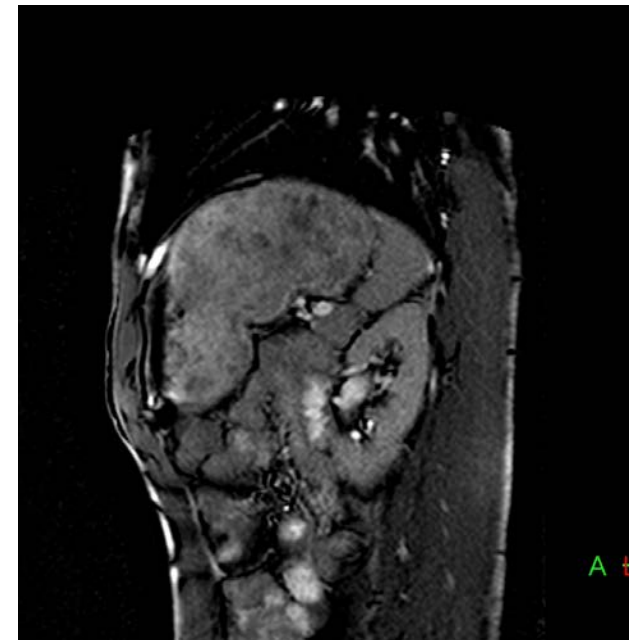
Umeå



Utrecht

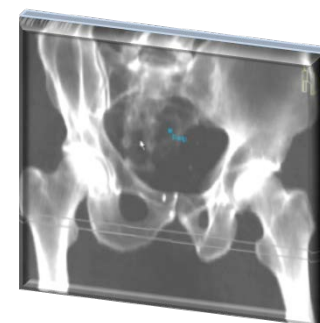
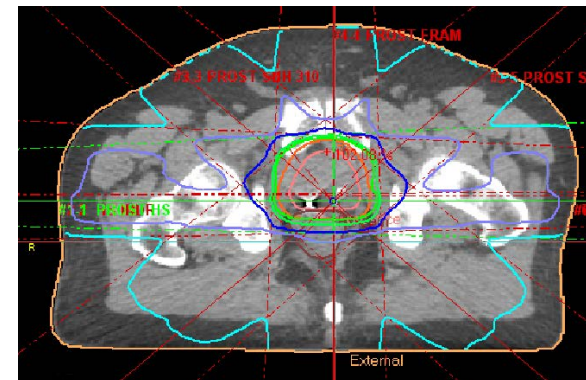


Edmonton



Courtesy U. v. d. Heide

Som underlag för targetdefinition



CT och MR images

Registrering

Behandlingsplan

Registrering av bilder innebär också nya osäkerheter

RESULTS OF A MULTI-INSTITUTIONAL BENCHMARK TEST FOR CRANIAL CT/MR IMAGE REGISTRATION
Ulin et al.

Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 77, No. 5, pp. 1584–1589, 2010

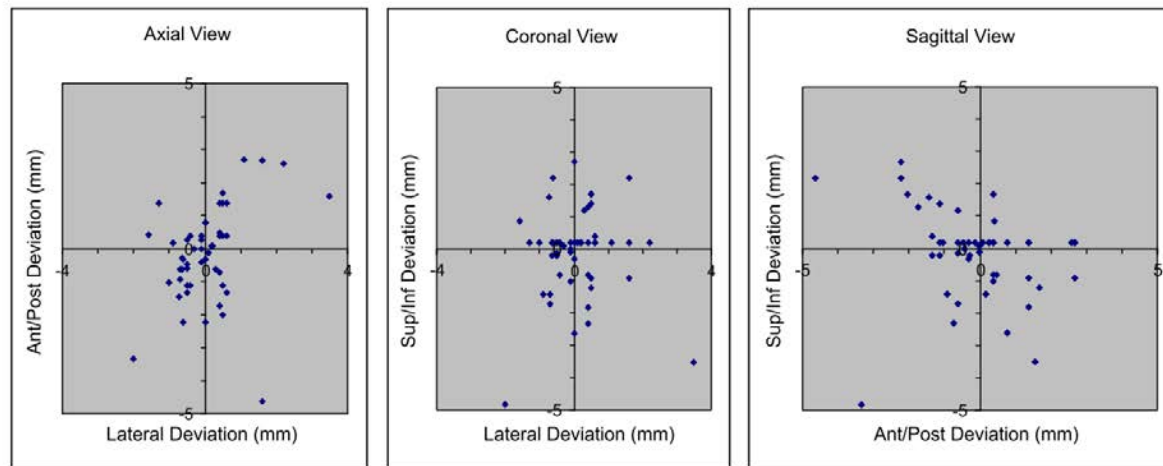


Fig. 6. Distribution of results in the axial, coronal, and sagittal planes relative to the true center of the target. Ant/Post = anterior/posterior.

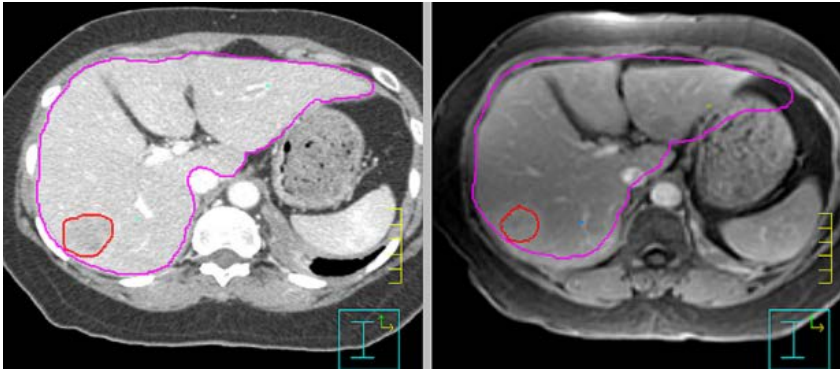
45 olika kliniker registrerade bilder på hjärna från CT och MR - samma patient

Resultat

Standarddeviation: 2.2mm

Manuell registrering bättre!

Registrering



CT – MR registrering

Mean absolut error: 4.8 mm

Maximum error: 8.7 mm

3 Institutes

Errors calculated based on fiducial points

RESULTS OF A MULTI-INSTITUTION DEFORMABLE REGISTRATION ACCURACY
STUDY (MIDRAS)

KRISTY K. BROCK, PH.D., ON BEHALF OF THE DEFORMABLE REGISTRATION ACCURACY CONSORTIUM

Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 76, No. 2, pp. 583–596, 2010

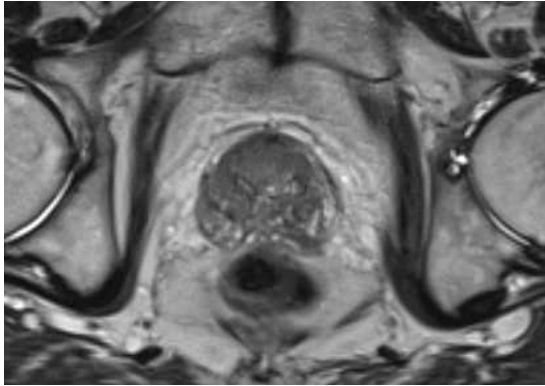
Copyright © 2010 Elsevier Inc.

Printed in the USA. All rights reserved

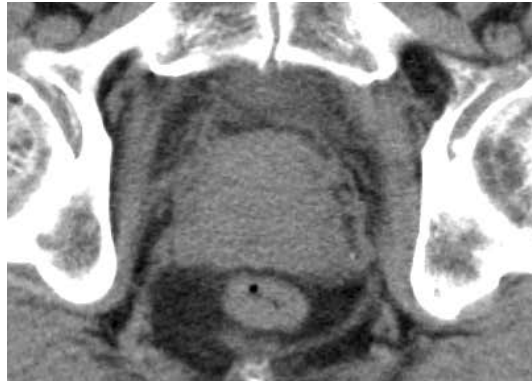
0360-3016/10/\$—see front matter

Inte bara anatomiska bilder

MR



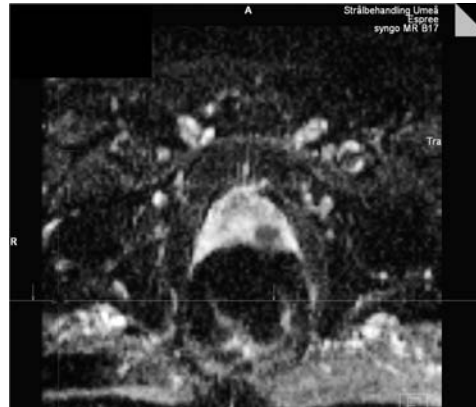
CT



T2w MR



ADC map



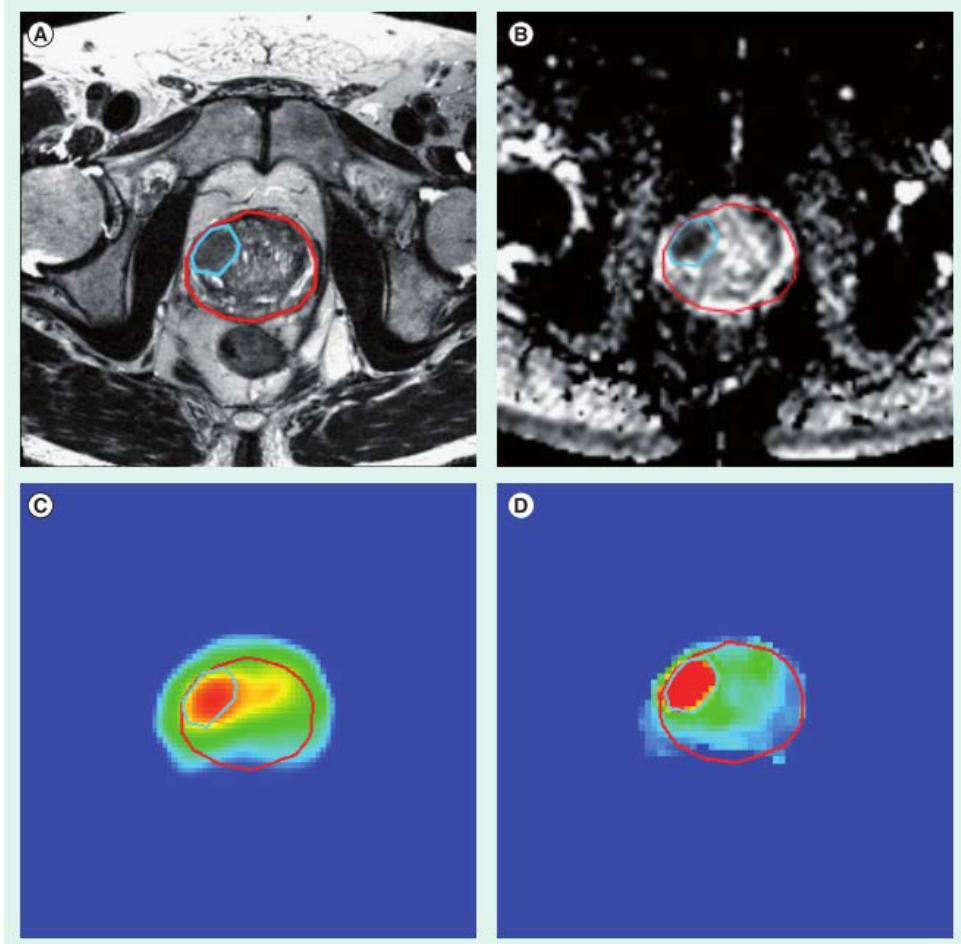
CT



The Flame study

- Entire prostate to 77Gy
- GTV to 95Gy

- A. T2w
- B. Diffusion (ADC)
- C. DCE-MRI (k-trans)
- D. Dose distribution

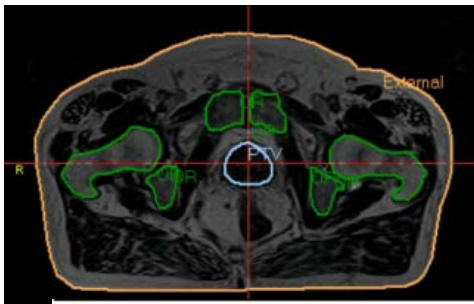


Functional MRI for tumor delineation in prostate radiation therapy
Van der Heide et al.
Future Medicine (2011)

Hur kan vi få Hounsfieldenheter för att beräkna dos på endast MR-underlag?

Segmentation and bulk densities

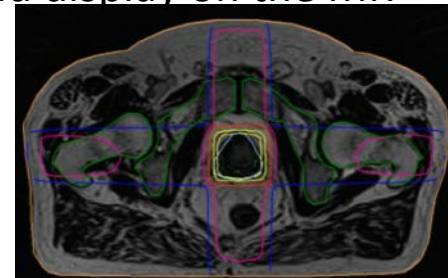
Segment all bone, air and lung on the MR images



Assign bulk densities based on literature



Calculate the dose on the bulk CT and display on the MR



CT_{bulk}/CT

CT_{hom}/CT

Treatment area	Mean [range] %	St.d. %	Mean [range] %	St.d. %
Prostate	0.8 [0.1; 1.1]	0.3	-1.6 [-2.3; -1.6]	0.2
Thorax	0.5 [0.0; 1.0]	0.3	1.4 [-0.8; -6.5]	2.1
Head&Neck	-0.3 [-0.8; 0.1]	0.3	-0.3 [-1.1; 0.6]	0.5
Brain	0.0 [-0.7; 1.5]	0.6	-1.5 [-2.4; -0.7]	0.5

Difference in calculated dose

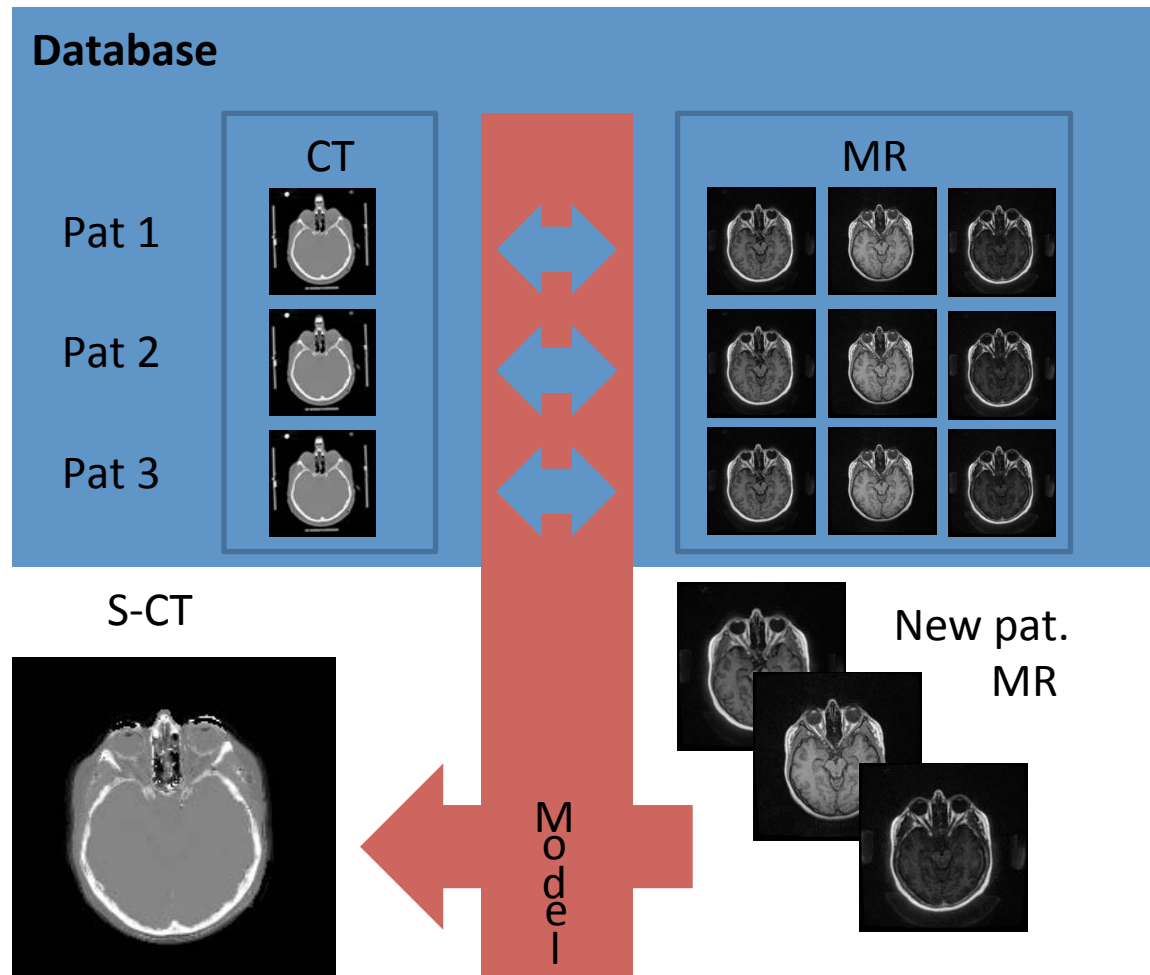
How to get hounsfield units

Voxel wise conversion

Images:
UTE 2 echo-times, 2 flip angles

Statistical model:
Gaussian mixture regression

3-6 minutes extra scan time



CT substitute derived from MRI sequences
with ultrashort echo time

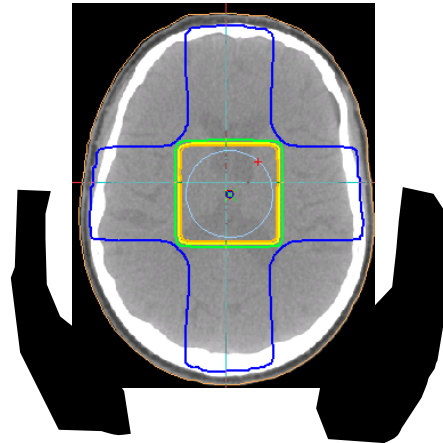
Johansson et al. Medical Physics, 2012

Jämförelse CT/syntetisk-CT

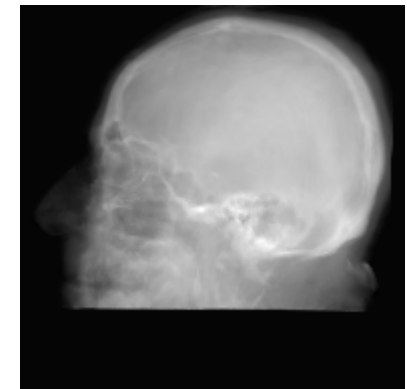
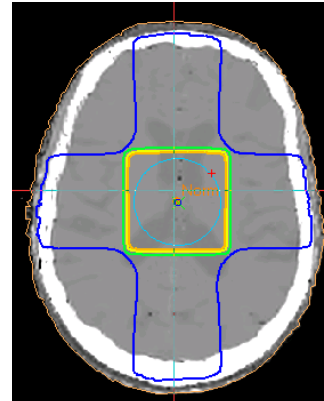
Dose calculation

DRR

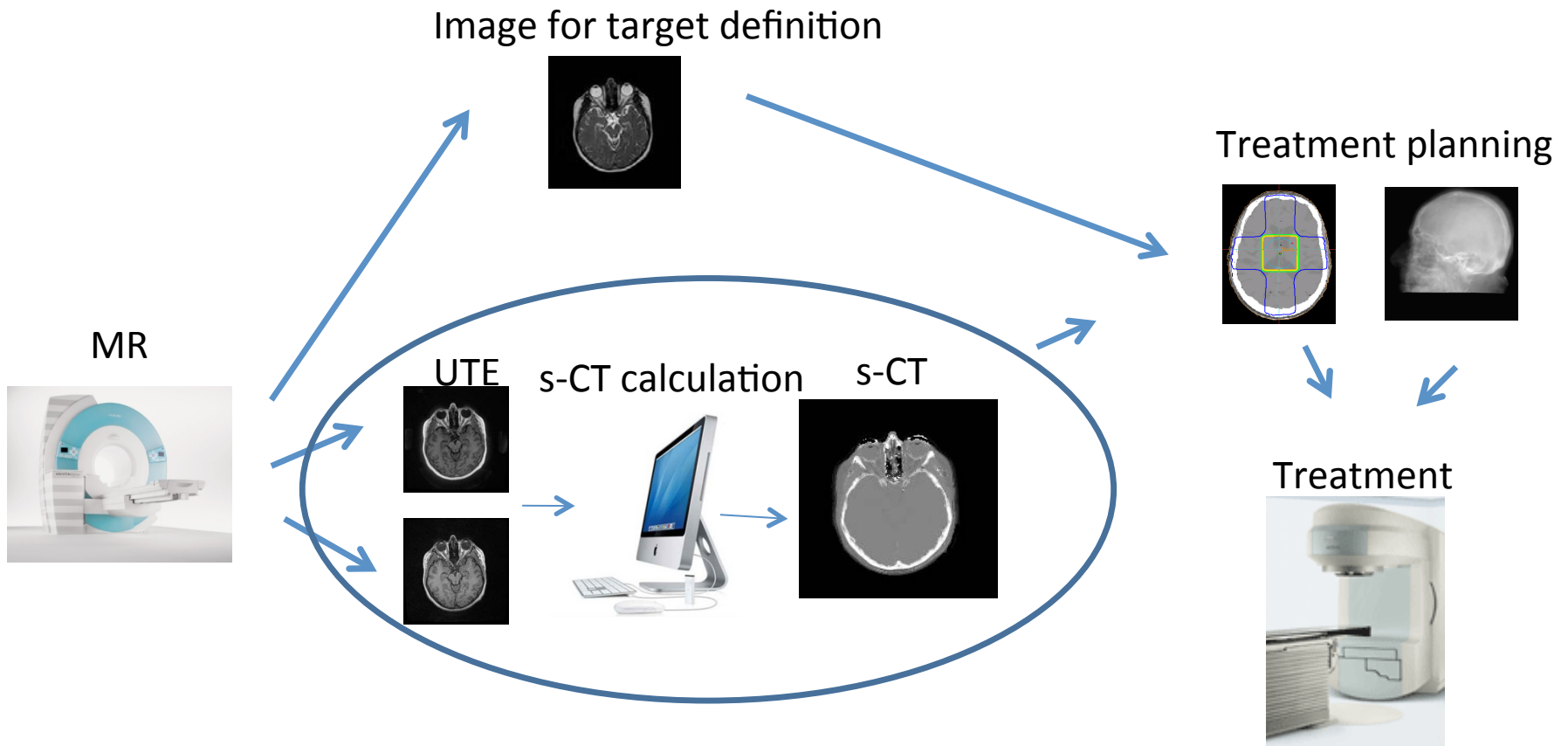
CT



S-CT



Tänkt flöde



Syfte

- Med dessa delar kan en ”rent” MR-baserad process genomföras
 - Positionering
 - Targetbestämning
 - Dosberäkning
 - Verifikation

Utökad och bättre anatomisk och funktionell information kan användas. Osäkerheter ökar ej p.g.a. registreringsförfarande.

Tidig responsutvärdering

- Under 5-7 veckor pågår behandling
- Idag: Oftast bara uppenbara förändringar (t.ex. patienten passar inte i masken) leder till förändring av behandlingen.
- Vid t.ex. huvud-halscancer och gynekologisk cancer har förändringar i labeling index vid biopsi (Zackrisson et al, 2002) eller upptag av FDG vid PET (e.g. Brun et al, 2002) visat sig tidigt (5 dagar -2v) innehålla starkt prediktiv information om tumörrespons.

Tidig tumörrespons

- Funktionella parametrar kan ha värde som tidiga responsprediktorer
- MR skulle vara ett för patienten säkert och snabbt sätt att utvärdera responsen
- Tid finns att förändra behandlingen (tillägg av läkemedel, ökad dos fokalt?)
- Området beforskas intensivt

Tidig responsutvärdering

- Information om morfologiska och/eller funktionella förändringar under behandlingen ger underlag för ***adaptiv strålbehandling – Personalised radiotherapy***
- Det är dessutom möjligt att metoden kan utnyttjas för andra typer av behandlingar t.ex. läkemedel för att snabbare utvärdera behandlingresultat och undvika onödigt lång plågsam och dyr behandling.

Slutsatser

- MR behövs inom strålterapi för att:
 - Förbättra underlag för targetdefinition och för tumörkaraktärisering
 - En effektiv process som inkluderar de modaliteter som tillför säkerhet och, undvika nya osäkerheter
 - Ge möjlighet till adaptiv strålbehandling beroende på förändringar av morfologiska och/eller funktionella parametrar