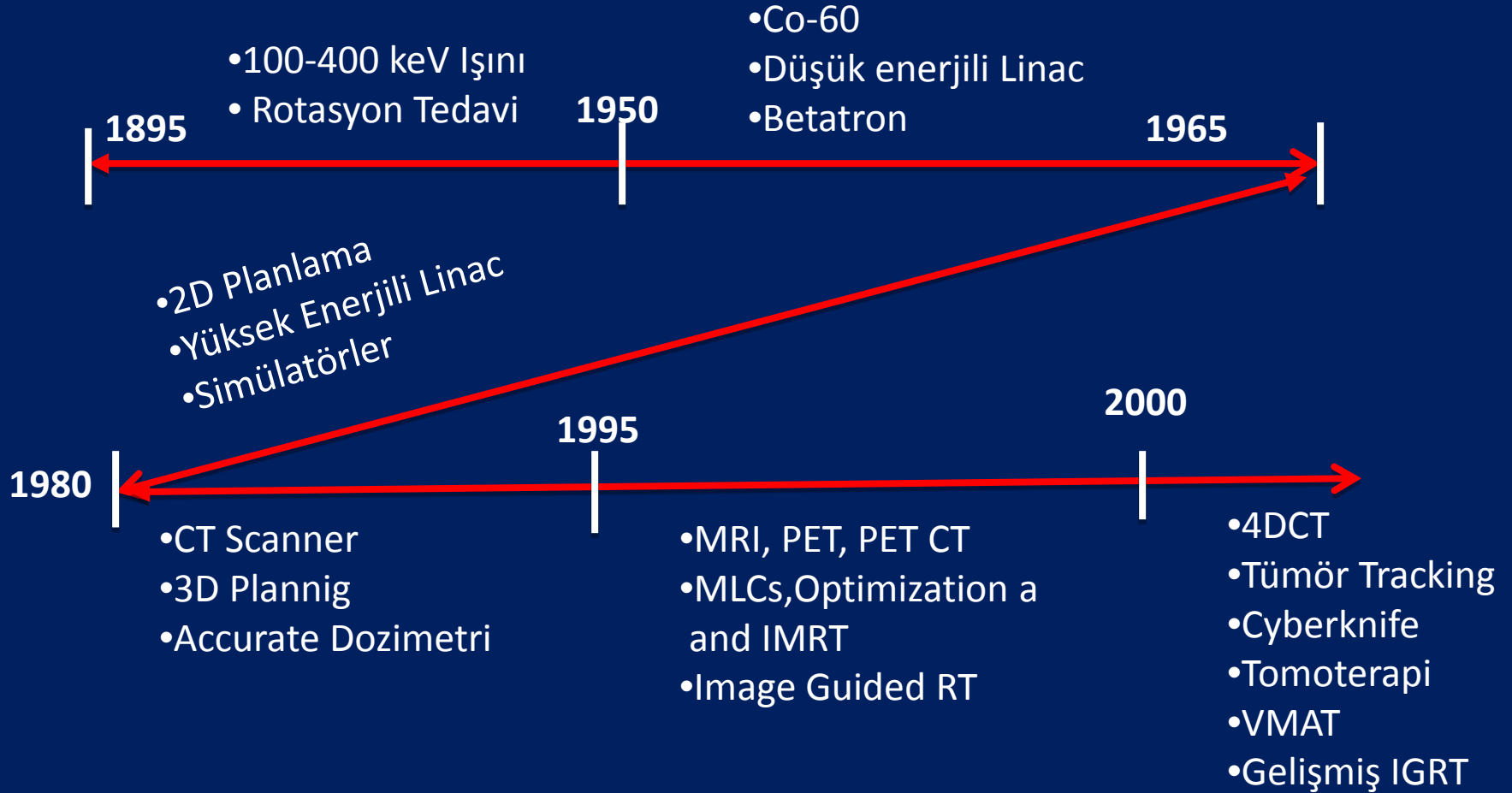


IGRT TEKNİĞİNİN HAKLILIĞI
HER HASTAYA IGRT YAPILMALI MI? KİME
IGRT KİME DEĞİL ????

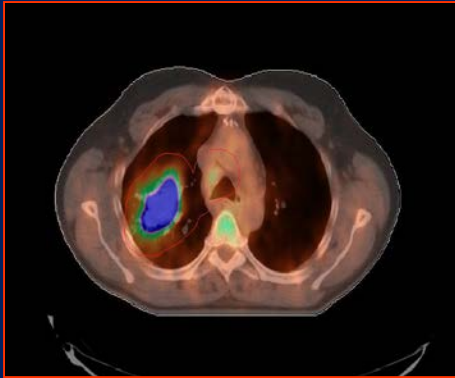
VİLDAN ALPAN
AMERİKAN HASTANESİ
MD ANDERSON KANSER MERKEZİ

RADYOTERAPİ DÜNDEN BUGÜNE

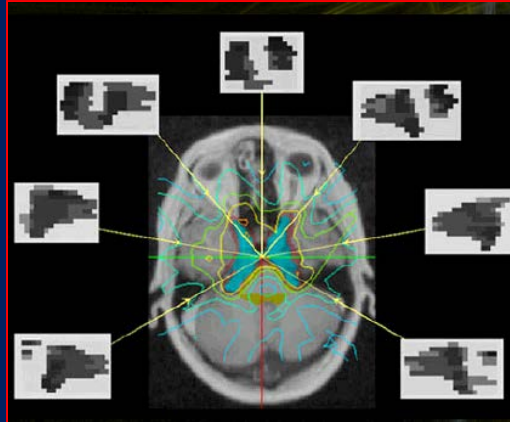


TEDAVİ BAŞARISI

Hedefin Belirlenmesi



Mükemmel Doz Dağılımı



TEDAVİ

Tedavi Kalitesi



RADYOTERAPİ DE GÜNLÜK PROBLEMLER

- Tümör hareketi
- Ağrılı hasta/ Simulasyonda ve tedavi masasında hareketsiz durmakta zorlanır/ Set Up zorluğu
- Tümörün küçülmesi ya da genişlemesi
- Tümörün şeklinde ve etrafındaki anatomide değişiklik

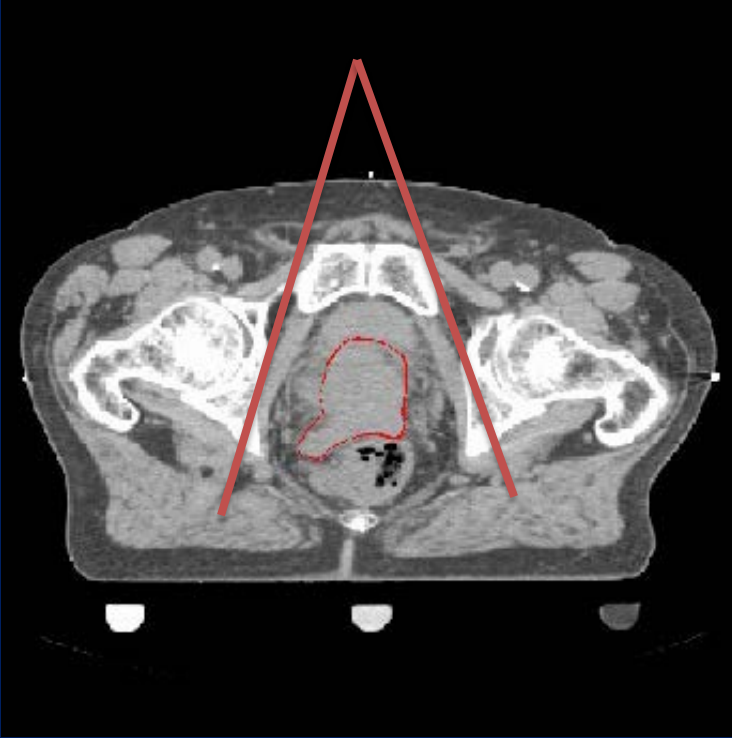
GÜNLÜK PROBLEMLERİN SONUÇLARI

- 1-Tedavi sırasında tümörü ıskalamak
————→Tümör Kontrol başarısı azalır

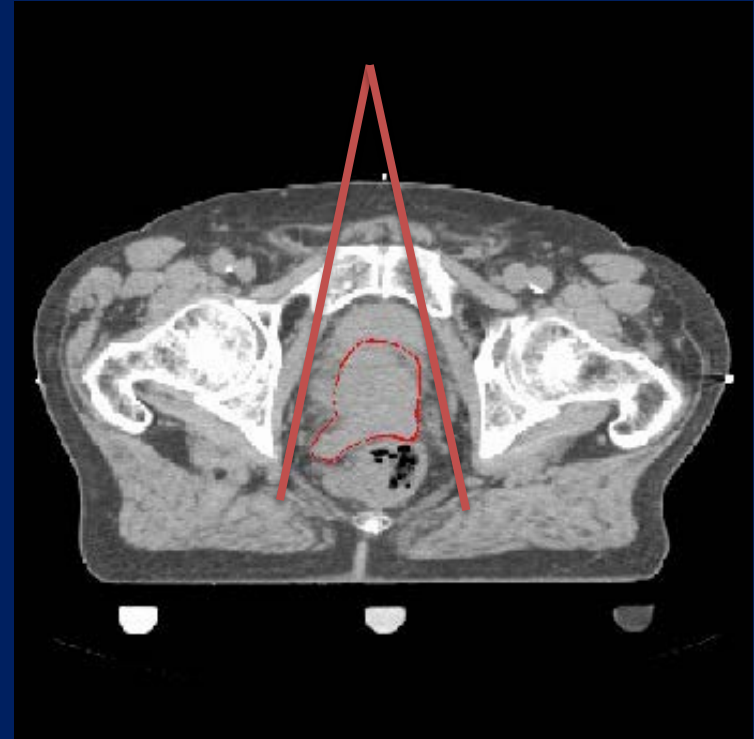
2-Normal doku dozu artar

————→ Akut ve geç yan etkiler artar

BU PROBLEMLERİ NASIL ÇÖZEBİLİRİZ?



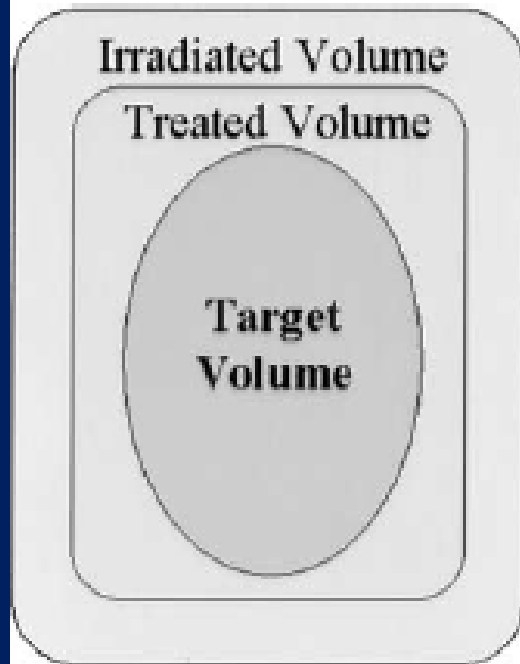
1-Genis marj vermek fakat daha çok sağlıklı doku ışınlamak



2-Marjı daraltmak fakat tümörü kacırma riski

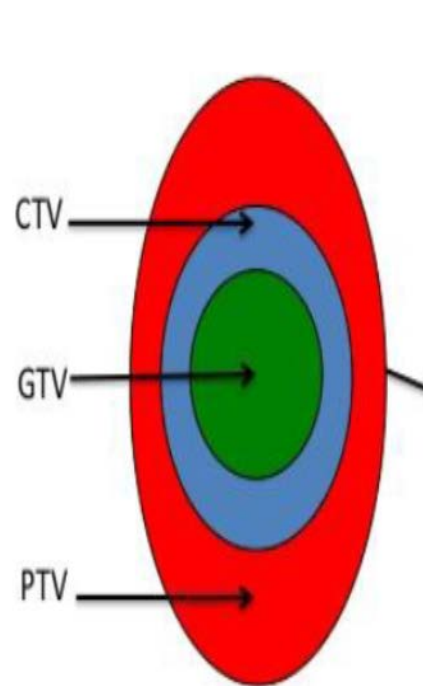
??????????

ICRU 29/ ICRU 50/ ICRU 62



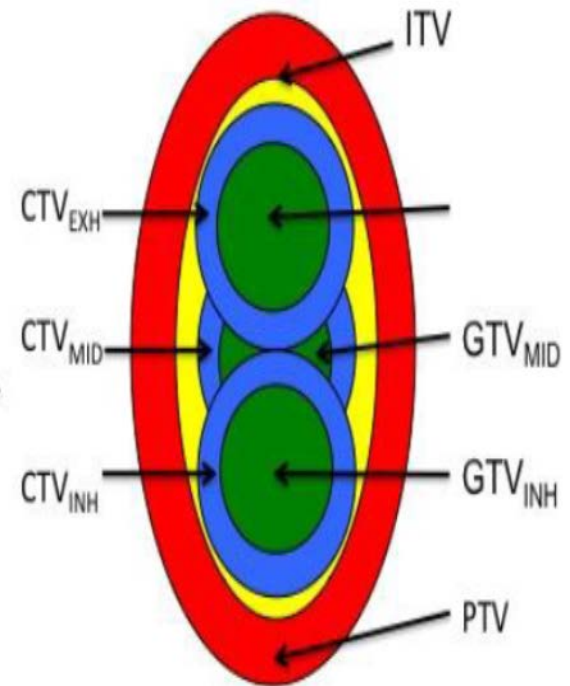
(A) ICRU 29

1978



(B) ICRU 50

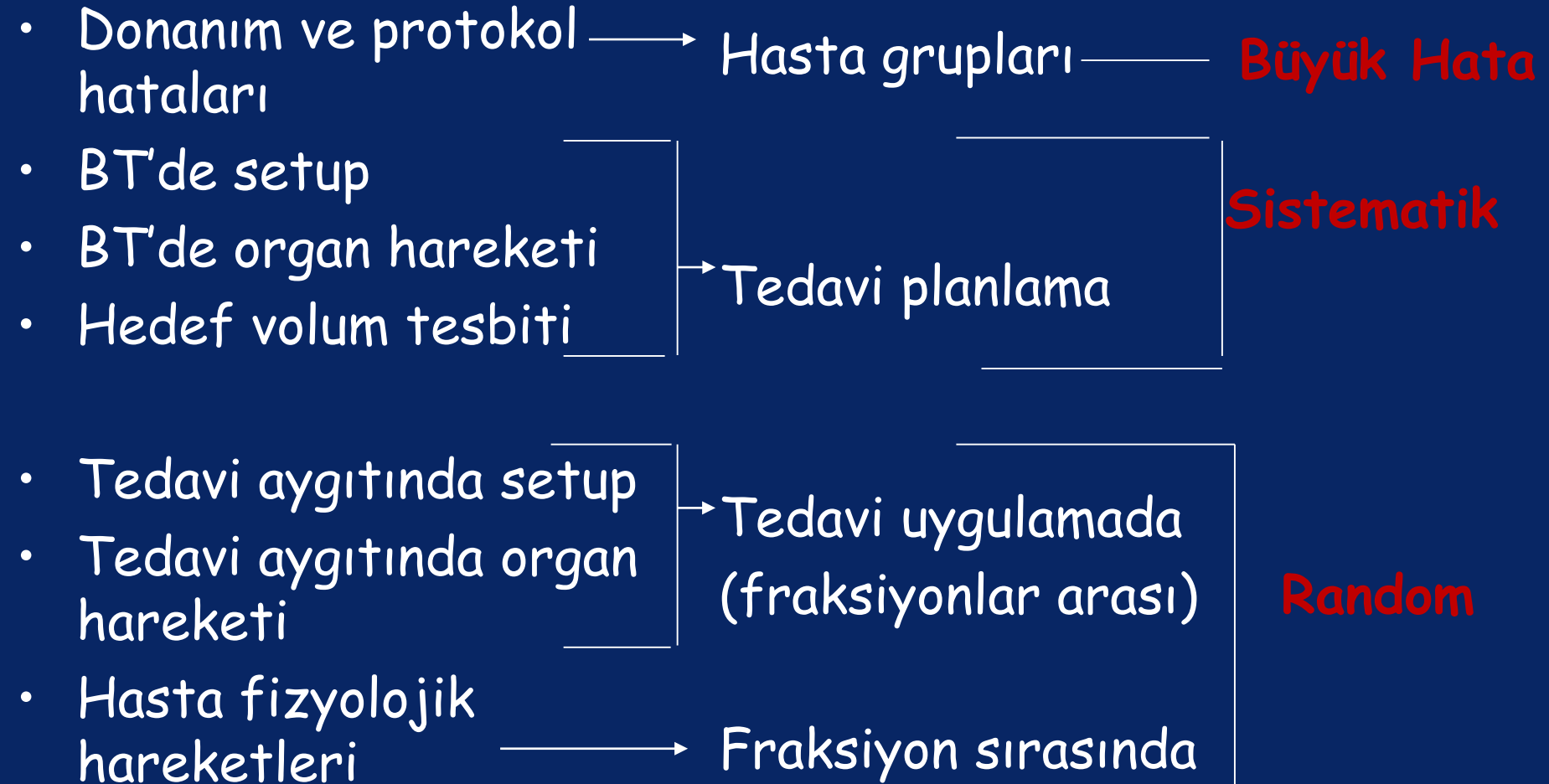
1993



(C) ICRU 62

1999

Tedavi Sonucunu Etkileyen Faktorler



Tedavi Sonucunu Etkileyen Faktorler:

- **Büyük Hata:** Yanlışlar, raporlama hataları, yazılım hataları
- **Sistemik Hata** $\left[\sum\right]$: Fraksiyondan fraksiyona tasınan hata (Interfraksiyon) – (Planlama ile tedavi arasındaki fark)
- **Random hata** $\left[\sigma\right]$: Fraksiyondan fraksiyona değişen hata (Interfraksiyon) Tümör şeklindeki değişiklikler, hasta hareketi vb.

BÜYÜK HATA

Tedavide oluşan
hataların sadece % 0.4 ü
(Doz > %10)

Mens ve ark , 2010

Hatanın geri
kalan % 99.6
sı nerede???

2640

Mans *et al.*: Catching errors with *in vivo* EPID dosimetry

TABLE I. Errors detected by means of EPID dosimetry from the clinical introduction to July 2009, grouped by (a) treatment site and (b) error type.

(a) Site	Clinical introduction	No. of patients	No. of errors
Prostate	02–2005	1018	2
Rectum	07–2006	602	4
Head-and-neck	06–2007	543	4
Breast	01–2008	1319	2
Lung	01–2008	454	2
Others	01–2008	401	3
	Total	4337	17

(b) Error type	No. of errors
Patient anatomy	7
Plan transfer	4
Suboptimally tuned TPS parameter	2
Accidental plan modification	2
Failed delivery	1
Dosimetrically undeliverable plan	1
Total	17

GEOMETRİK BELİRSİZLİKLER

- Sistematik ve Random Hatalar ; Geometrik belirsizlikler nedeni ile ortaya cikan hatalardir.
- Sistematik hata doz dağılımının değişmesine,
- Random hata tümör çevresinde doz bulanıklığına neden olur

NEDEN KAYGILANIYORUZ?

- Tedavi dozundaki %7 ile % 10 arasındaki değişim, tümör kontrolunda önemli değişiklikler meydana getirir .
(ICRU 24, 1976)
- IMRT, Volumetrik Arc Tedavi gibi tedavi tekniklerinin yaygın olarak kullanılması tedavide oluşabilecek coğrafik kayıpları anlamlı olarak arttırmıştır.

IGRT

- AMAC:

Tedavinin kalitesini ve hassasiyetini arttırmak,
normal doku toksisitesini azaltmak ve tümör
kontrolunu arttırmak

IGRT

- *Belirsizliklerden kaynaklanan hataları minimuma indirmek ve tedavinin kalitesini ve hassasiyetini arttırmak için tedavi odasında kullanılan her türlü görüntüleme sistemi-*

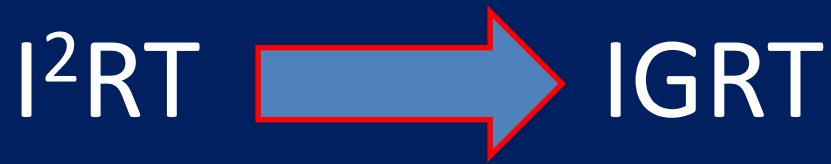
Bu nedenle IGRT; tedaviye rehberlik eden in room görüntüleme işlemidir.

Tedavinin kalitesini ve hassasiyetini arttırmak için planlama görüntüsü, volumetrik görüntü, volumetrik sine görüntüsü, belirtec lokalizasyonu, belirtec izleme, hasta yuzeyi görüntüleme, hasta yuzeyi izleme, nefes takip, gibi yöntemler kullanır.

Planlamada kullanılan CT, MR, PET/CT IGRT değildir!!!

Palta ; IGRT / SBRT sempozyum /ASTRO

IGRT aynı zamanda 3D CRT, IMRT, Arc IMRT, SBRT, SRS, brakiterapi....gibi tüm tedavi tekniklerini kapsar



- I^2RT : Image Informed RT

Image Based RT

- Hedef Hacim Belirleme

- Hatalarin belirlenmesi ve duzeltilmesi

Fraksiyondan fraksiyona

Fraksiyonlar arasi

- Adaptif RT

IGRT

Büyük belirsizlikler IGRT ile çözülemez!

- Hedef hacim tanımlama
 - GTV tutarlılığı
 - GTV doğruluğu
 - CTV mikroskopik ayırım
- IGRT yerine kullanılan teknigin yetersizligi
- Düzeltilemeyen hareket
 - Çok hızlı
 - Çok kompleks

CLINICAL INVESTIGATION

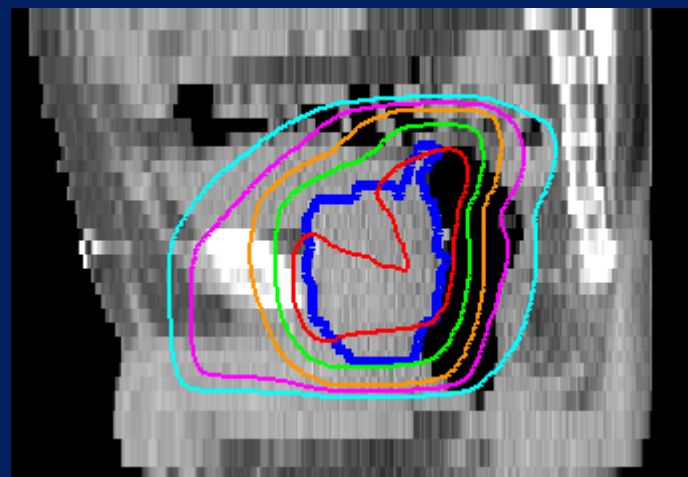
Prostate

**INCREASED RISK OF BIOCHEMICAL AND LOCAL FAILURE IN PATIENTS
WITH DISTENDED RECTUM ON THE PLANNING CT FOR PROSTATE
CANCER RADIOTHERAPY**

RENAUD DE CREVOISIER, M.D.,* SUSAN L. TUCKER, PH.D.,[†] LEI DONG, PH.D.,[‡]
RADHE MOHAN, PH.D.,[‡] REX CHEUNG, M.D., PH.D.,* JAMES D. COX, M.D.,*
AND DEBORAH A. KUBAN, M.D.*

Departments of *Radiation Oncology, [†]Biostatistics and Applied Mathematics, and [‡]Radiation Physics, The University of Texas
M. D. Anderson Cancer Center, Houston, TX

- Risk grubu dağılımı N:127
 - Low Risk: N=26 (21%)
 - Intermediate Risk: N=60 (47%)
 - High Risk: N=41 (32%)
- Doz 78Gy
- > 2-yr izleme (median 7 yıl; up to 10 yıl)
- Set-Up cilt marker + haftalık Port Film



- **Hipotez :** Eger prostat hareketi gözlenemiyorsa planlanan CT ye göre rektal genişleme sistematik olarak hedef hacmin kaçırılmasına neden olacak ve biyokimyasal başarısızlık artacaktır.
- **SONUC:** Günlük IGRT yapılmadan tedavi edilen hastalarda tedavi planlama CT sindeki rektal genişlemenin geometrik kayıplara bağlı olarak biyokimyasal kontrol olasılığını azalttığı klinik olarak kanıtlanmıştır.

Simülasyon esnasında rektum mutlaka boş olmalıdır ve günlük IGRT gereklidir!!!!

Clinical Investigation

Inter- and Intrafraction Uncertainty in Prostate Bed Image-Guided Radiotherapy

Kitty Huang, M.D.C.M., M.Sc., ^{*,†} David A. Palma, M.D., M.Sc., F.R.C.P.C., Ph.D., ^{*,†}
Danielle Scott, M.R.T.T., B.Sc., ^{*} Danielle McGregor, B.Sc. (hons.), M.R.T.T., ^{*}
Stewart Gaede, Ph.D., ^{*,†,‡} Slav Yartsev, Ph.D., ^{*,†,‡} Glenn Bauman, M.D., F.R.C.P.C., ^{*,†,‡}
Alexander V. Louie, M.D., ^{*,†} and George Rodrigues, M.D., F.R.C.P.C., M.Sc. ^{*,†,§}

**Department of Radiation Oncology, London Health Sciences Centre, and Departments of [†]Oncology, [‡]Medical Biophysics, and [§]Epidemiology and Biostatistics, University of Western Ontario, London, Canada*

Received Jan 16, 2011; revised April 6, 2011; accepted for publication Dec 2, 2011.

- N:14 hasta
- Günlük KV-CBCT/ hasta

Cilt belirteçlerine göre set up yapıldıktan sonra

Düzeltilme yapıldıktan sonra tedaviden hemen önce

Tedaviden hemen sonra

- Amac: Inter fraksiyon ve intrafraksiyon set up hatalarını ve
- postprostatektomi hastalarında prostat yatağının hareketini (PBM) ölçmek
- ve IGRT 'li ve IGRT 'siz CTV-PTV marjlarını belirlemek
- Sonuç: PBM interfraksiyon 2.1, intrafraksiyon 0.4mm
Ant/Post yondeki hatalar daha büyük
CTV-PTV marj: CTV nin Prescription dozun % 95ini alabilmesi için marj
IGRT kullanılırsa 3-5mm
IGRT kullanılmazsa 4-7 mm

CBCT IGRT ile günlük set up varyasyonları düzeltilirse CTV-PTV marjın 1-2 mm azalacaktır-Daha az sağlıklı doku ışınlanacak !!!

Physics Contribution

Day-to-Day Reproducibility of Prostate Intrafraction Motion Assessed by Multiple kV and MV Imaging of Implanted Markers During Treatment

Theodore F. Mutanga, M.Sc., Hans C.J. de Boer, Ph.D., Vinayakrishnan Rajan, Ph.D., Maarten L.P. Dirkx, Ph.D., Luca Incrocci, M.D., Ph.D., and Ben J.M. Heijmen, Ph.D.

Department of Radiation Oncology, Erasmus MC—Daniel den Hoed Cancer Center, Rotterdam, The Netherlands

Received Nov 25, 2010, and in revised form May 4, 2011. Accepted for publication May 22, 2011



ELSEVIER

Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 64, No. 3, pp. 856–861, 2006

Copyright © 2006 Elsevier Inc.

Printed in the USA. All rights reserved

0360-3016/06/\$—see front matter

doi:10.1016/j.ijrobp.2005.08.016

CLINICAL INVESTIGATION

Prostate

PROSTATE POSITION VARIABILITY AND DOSE–VOLUME HISTOGRAMS IN RADIOTHERAPY FOR PROSTATE CANCER WITH FULL AND EMPTY BLADDER

MICHAEL PINKAWA, M.D., BRANKA ASADPOUR, M.D., BERND GAGEL, M.D., MARC D. PIROTH, M.D.,
RICHARD HOLY, M.D., AND MICHAEL J. EBLE, M.D., PH.D.

Department of Radiotherapy, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Aachen, Germany

CLINICAL INVESTIGATION

Head and Neck

**QUANTIFICATION OF VOLUMETRIC AND GEOMETRIC CHANGES
OCCURRING DURING FRACTIONATED RADIOTHERAPY FOR HEAD-AND-
NECK CANCER USING AN INTEGRATED CT/LINEAR ACCELERATOR
SYSTEM**

JERRY L. BARKER, JR., M.D.,* ADAM S. GARDEN, M.D.,* K. KIAN ANG, M.D., PH.D.,*
JENNIFER C. O'DANIEL, M.S.,[†] HE WANG, PH.D.,[†] LAURENCE E. COURT, PH.D.,[†]
WILLIAM H. MORRISON, M.D.,* DAVID I. ROSENTHAL, M.D.,* K. S. CLIFFORD CHAO, M.D.,*
SUSAN L. TUCKER, PH.D.,[‡] RADHE MOHAN, PH.D.,[†] AND LEI DONG, PH.D.[†]

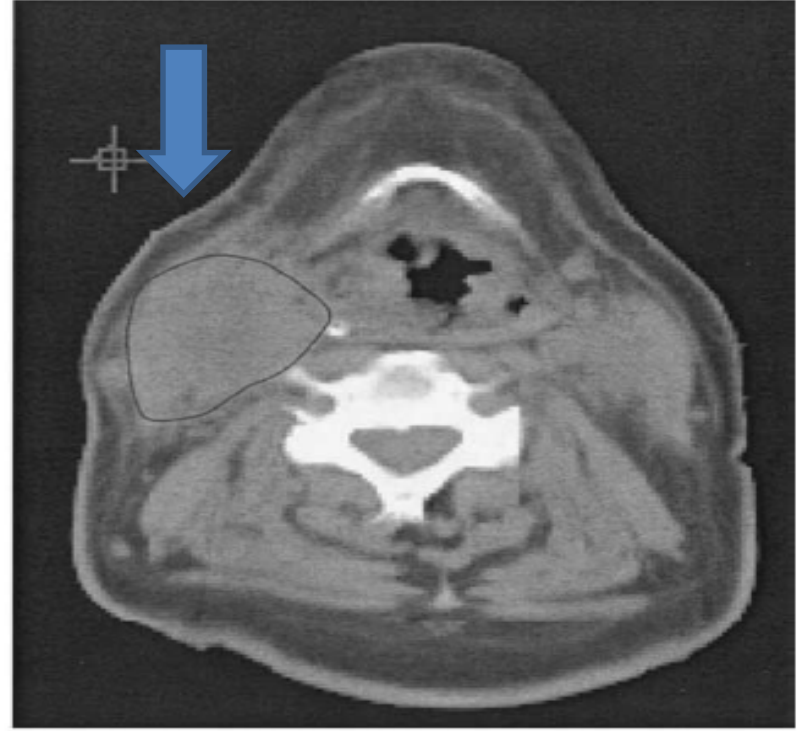
Departments of *Radiation Oncology, [†]Radiation Physics, and [‡]Biomathematics, The University of Texas M. D. Anderson Cancer Center, Houston, TX

- N:14 hasta / primer gross veya servikal nodal hastalık en fazla 4 cm cap
- EBRT-
- Gros tumor hacmi ve lenf nodları ile kritik organlar (parotis, cord, mandibula ve external her kesitte konturlanmış
- In room CT-haftada 3 kere
- Volümetrik ve pozisyonel degisiklikler C2 referans alınarak her kritik organ icin hesaplanmış



(a)

Simulasyonda



(b)

Tedavi nin 3. haftasında

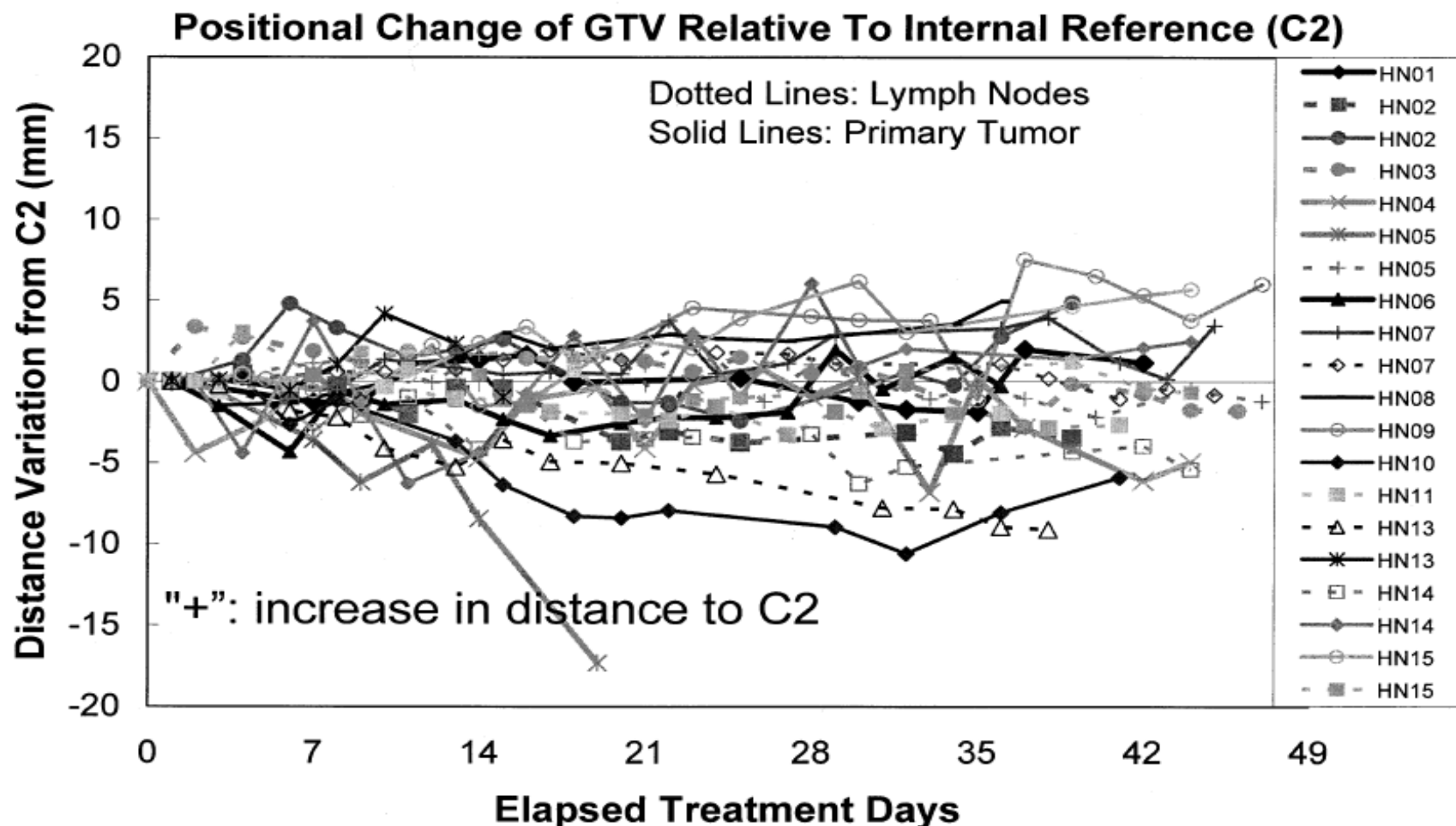


Fig. 6. Positional changes in calculated center of mass (COM) for gross tumor volumes (GTVs) over time. Positional changes were relative to COM of C2 vertebral body and, therefore, excluded any daily setup variations. This was a vector distance calculation, a positive change indicated an increase in distance between COM of structure and internal reference point (C2). HNn = patient number.

- Sonuc:
- Bas&Boyun radyoterapisinde external kontur, şekil, hedefin lokalizasyonu, ve kritik organlarda özellikle tedavinin 2. yarısında (tedavinin 3-4. haftasında) ölçülebilir değişiklikler olmaktadır. Özellikle yüksek conformal bir RT tekniği kullanıldığında dozimetrik değişiklikler olacaktır.

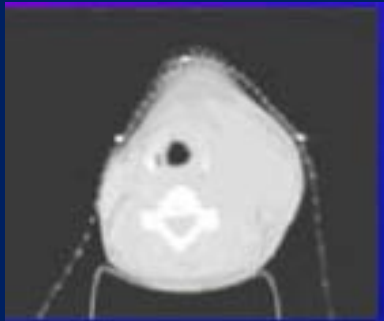
Clinical Investigation

Image Guidance During Head-and-Neck Cancer Radiation Therapy: Analysis of Alignment Trends with In-Room Cone-Beam Computed Tomography Scans

Zachary Zumsteg, M.D.,* John DeMarco, Ph.D.,* Steve P. Lee, M.D., Ph.D.,*
Michael L. Steinberg, M.D.,*,† Chun Shu Lin, M.D.,* William McBride, Ph.D.,*,†
Kevin Lin, M.D.,* Pin-Chieh Wang, Ph.D.,* Patrick Kupelian, M.D.,* and
Percy Lee, M.D.,*,†

**Department of Radiation Oncology, David Geffen School of Medicine at UCLA; and †UCLA Jonsson Comprehensive Cancer Center, Los Angeles, CA*

Received Feb 10, 2011, and in revised form Jul 21, 2011



Planlanan



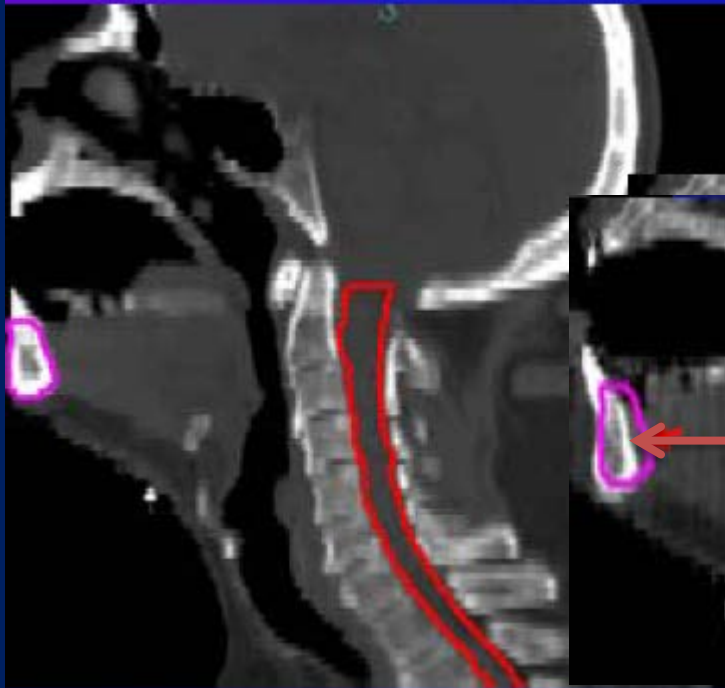
1.Fraksiyon



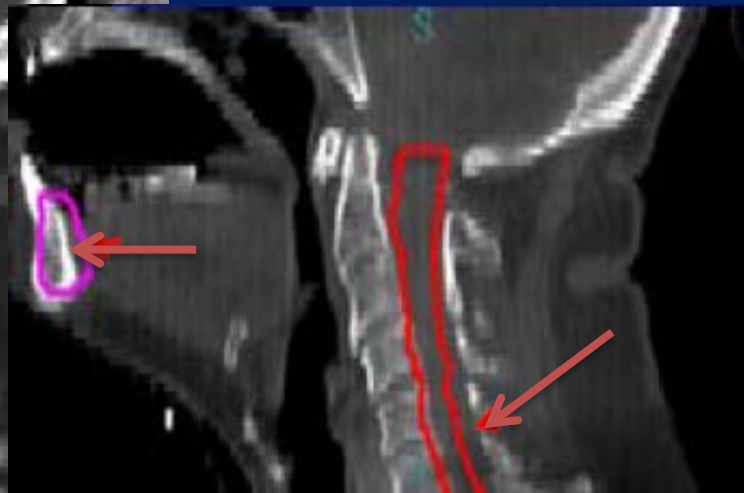
tedavinin sonuna dogru

An example of increasing room inside a thermoplastic facemask due to tumor shrinkage as treatment progressing. Near the end of treatment, the lower neck was not centered on the headrest, presumably due to patient's self-adjustment to the relatively "roomier" mask.

Planlanan



Gunluk CBCT



Tedavi Sirasında Anatomik Varyasyon

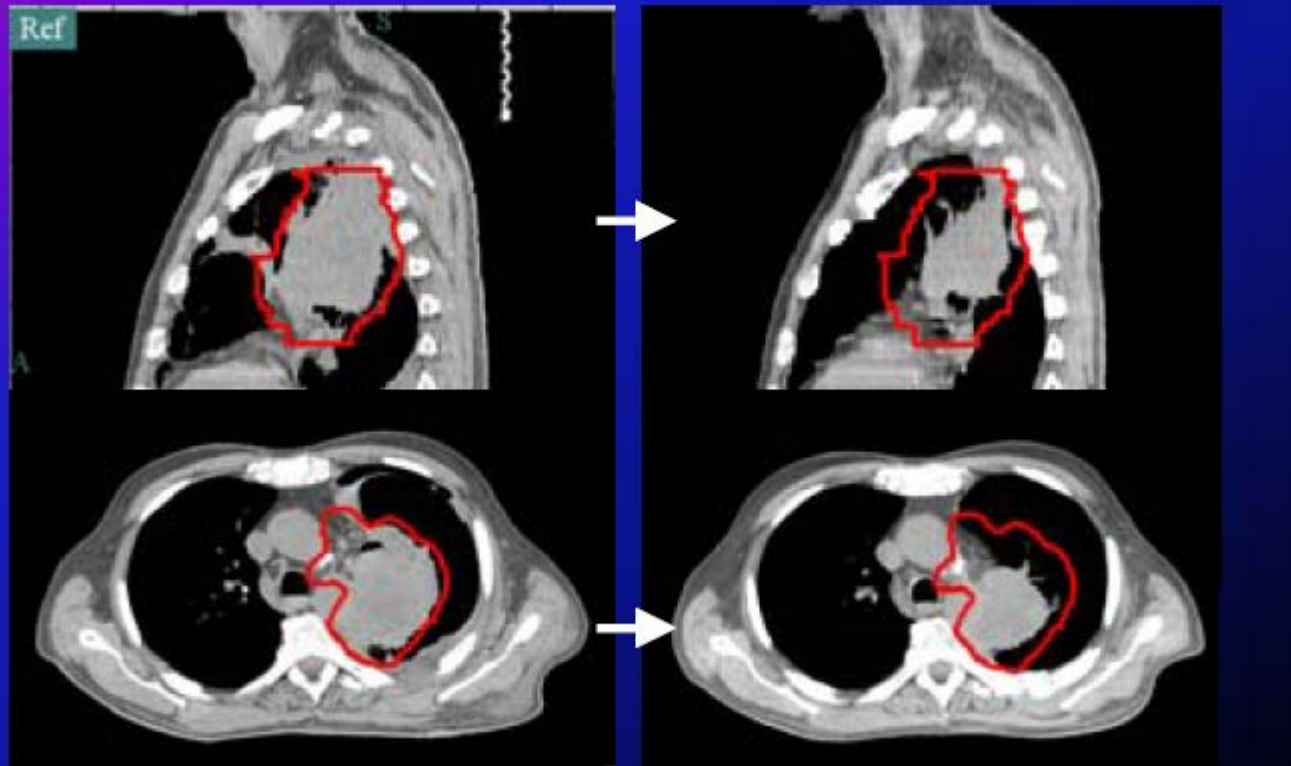


Planlanan



Tedavi sırasında

Squamous Cell Ca NOS T4 N2 M0



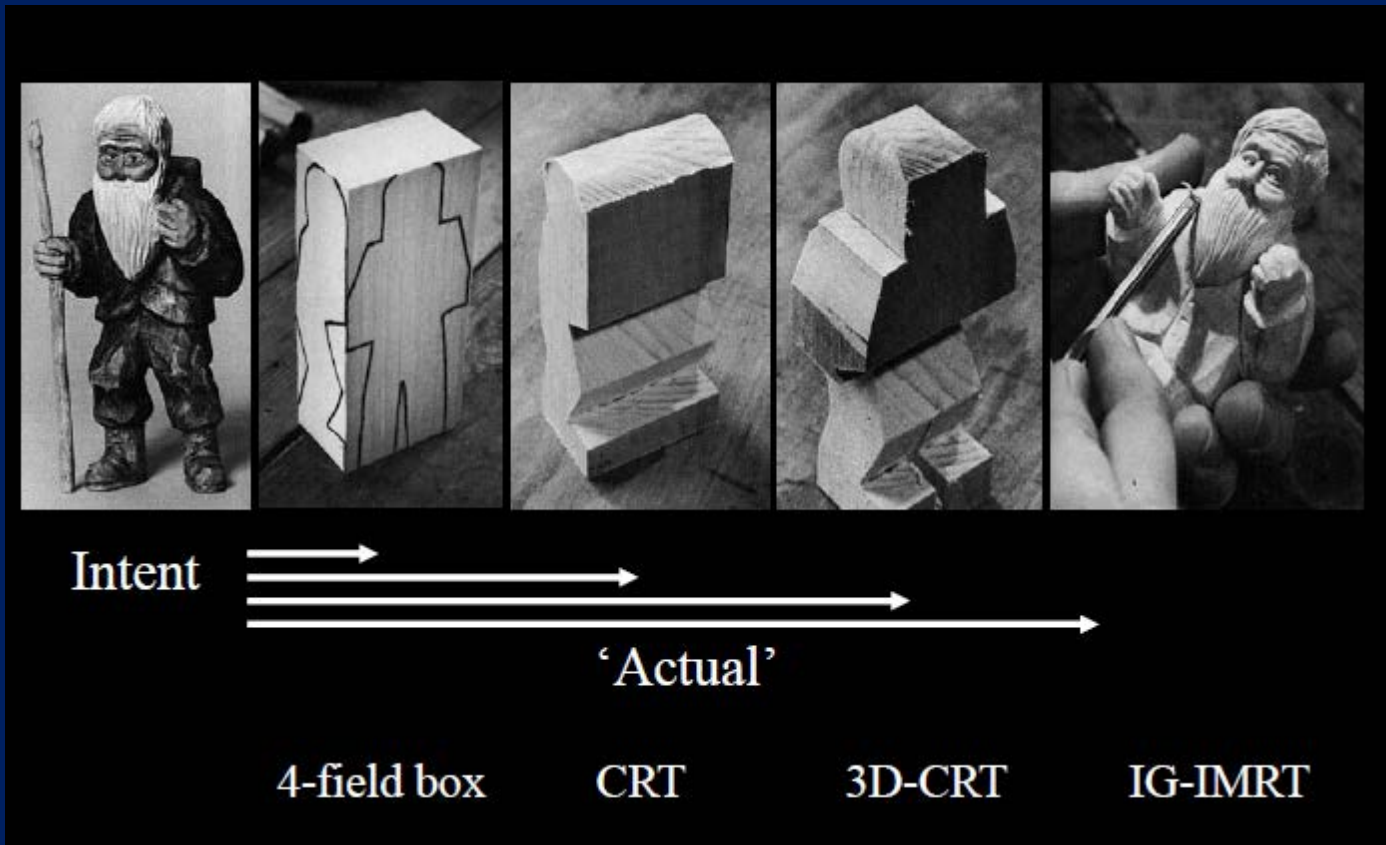
Planlanan

Teadvi sirasinda

IGRT HAKLILIĞI

- Tüm bu belirsizlikler göz önüne alındığında görüntü klavuzluğunda radyoterapi (IGRT) sistematik hataları ortadan kaldırmayacak fakat azaltacaktır . Ayrıca;
- Tedavi marjını azaltarak tümöre daha yüksek doz verirken daha az doku ışınlanmasına dolayısı ile de daha az yan etki görülmesine olanak sağlayacaktır.

KİME IGRT ?



3D CRT, IMRT, Volumetrik IMRT, SRS, SBRT teknigi ile tedavi edilen tum hastalara

KİME HANGİ IGRT???

- Her Radyasyon Onkolojisi Bölümü kendi IGRT protokolünü her tedavi bölgesine özel olarak oluşturmmalıdır.

IGRT Teknikleri

- Düzlemsel Görüntüleme 2D
- Volumetrik Görüntüleme 3D
- Zaman boyutlu Görüntüleme 4D
- Belirteçler

IGRT YAKLASIMLARI

- 1980'ler Port Film
- 1990'ler MV Portal görüntüleme
In room Ultrasound
Belirteç lokalizasyon
Fluoroscopic izleme
- 2000'ler Flat panel görüntüleme (EPID)
KV dijital görüntüleme
CT-on rail
KV-CBCT
MV CBCT
Nefes kontrol Sistemi
Nefes Takip Sistemi

AMERİKAN HASTANESİ MD ANDERSON RADYASYON ONKOLOJİSİ MERKEZİ IGRT UYGULAMASI

- Prostat
- Akciger
- GI
- Meme
- SRS
- SBRT
- Palyatif

Prostat IGRT Protokolü

- Dolu Mesane
 - Simulasyon esnasında mesane doluluğu ölçülür ve kaydedilir.
 - Tedaviden önce bladder scan ile kontrol edilir ve her tedaviye aynı dolulukla alınması sağlanır
 - Tekrarlanabilir Rektum Doluluğu
 - Simulasyonda rektal balon 60 cc ilik su ile doldurulur.
- Rektal balonlu ve balonsuz CT görüntüleri

Prostat IGRT

- Belirtec Eşleştirmesi
 - Simulasyondan 5-7 gün önce prostat içine altın belirteç yerleştirilir.
- Tedaviden önce mutlaka mesane dolulugu bladder scan ile kontrol edilir

Prostat IGRT



- Hergün prostat içi belirteç eşleşmesi
- Tedavinin ilk günü ve izleyen günlerde haftada 1 CBCT

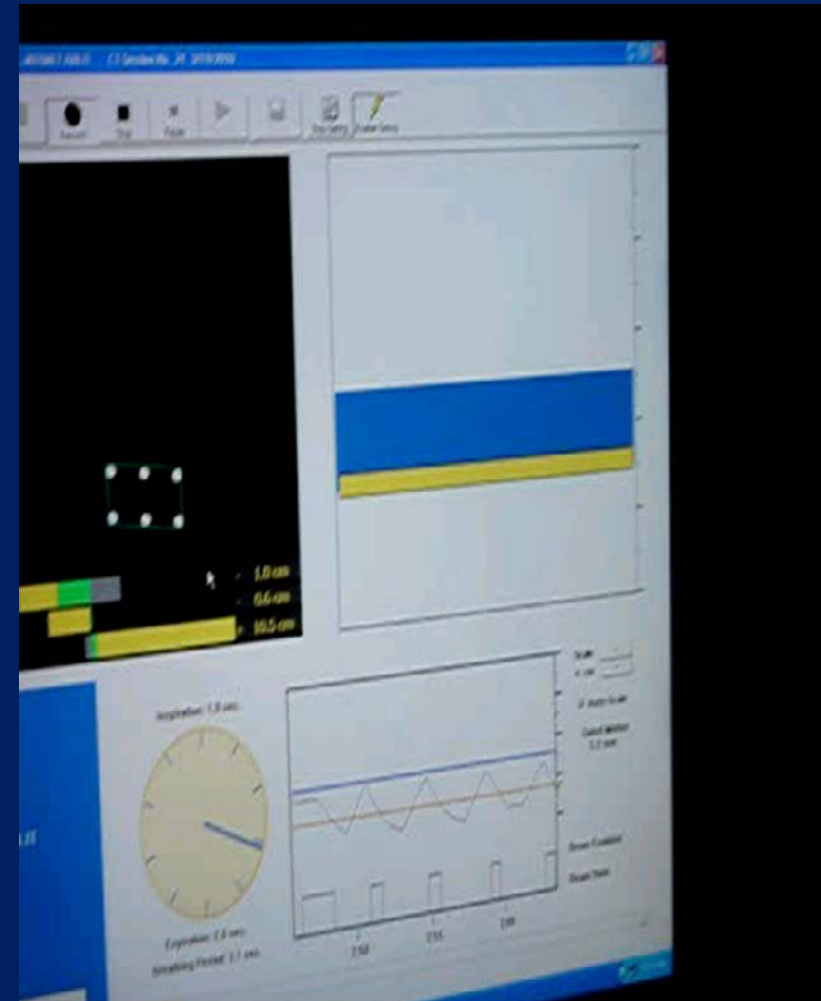
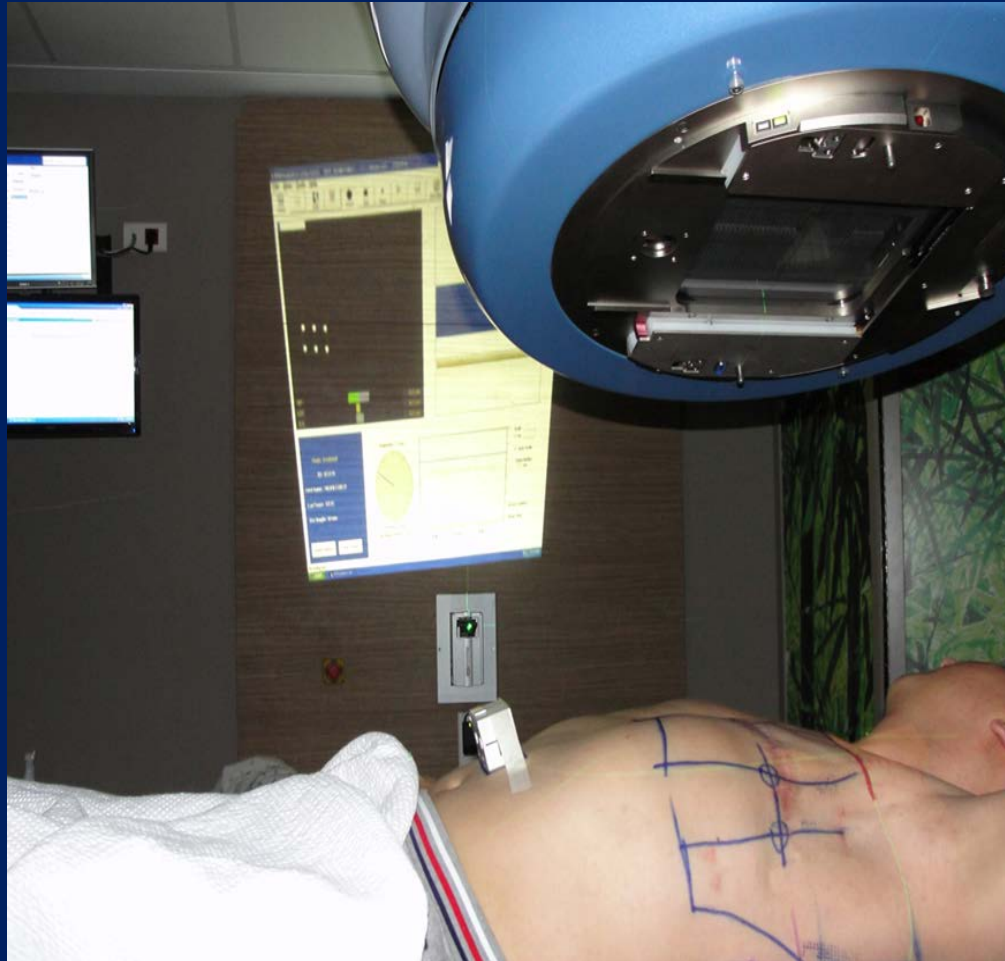
Akciger IGRT

- 4D CT simulasyon
- ITV marj
- Tedavinin ilk günü ve izleyen günlerde haftada bir CBCT
- Hergün KV/KV görüntü

Meme IGRT

- Derin nefes tutma ile simulasyon(4D CT ve video based real time position management-breath hold tekniği)
- Tedavinin ilk günü ve her hafta iç dış tangensiyel alanlardan MV görüntü(EPID)
- Her gün iç tangensiyel alandan MV görüntü (EPID)

Meme IGRT



SRS–SBRT (Intrakraniyal ve ekstrakraniyal) IGRT

- Hergün CBCT
- Hergün KV/KV görüntü eşleştirmesi

Palyatif

- Tedavinin ilk günü CBCT
- Hergün KV/KV veya KV/MV veya sadece MV

TEŞEKKÜRLER

