



PROSTAT BRAKİTERAPİSİ; DOZİMETRİ

Doç. Dr. Gönül Kemikler

İ.Ü. Onkoloji Enstitüsü

Prostat Kanseri

Radikal tedavi seçenekleri

Cerrahi

Eksternal ışınlama

BRAKİTERAPİ - RADİKAL →
- EK DOZ →

Geçici implant

Kalıcı implant

Prostat Brakiterapisi

EK DOZ (BOOST)

- ^{125}I , ^{103}Pd , ^{192}Ir
- Prostat içine daha yüksek doz
- Periprostatik dokunun tedavisi

Prostat Brakiterapisi

MONOTERAPİ (Radikal - kalıcı implant)

- ^{125}I – 145 Gy MPD
- ^{103}Pd – 115 Gy MPD

Ir-192

$\text{Ir}^{191}(\text{n}-\gamma) \text{Ir}^{192}$

Ort. enerji: 370 keV

Yarı hayat: 73.85 gün

- HVL: Dokuda 6 cm,
kurşunda 2.5 mm
- U/mCi: 4.030
- Kullanım şekli: **Geçici
implant**

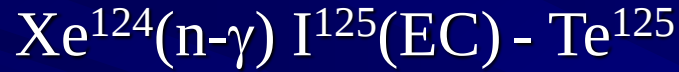
LDR Ir-192 teli

veya

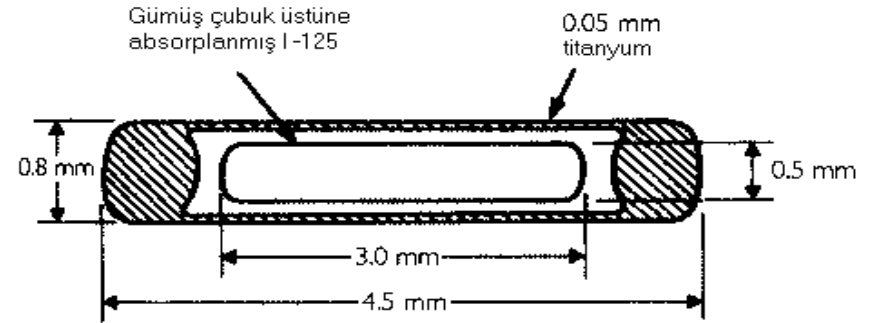
HDR Ir-192 kaynağı

I-125

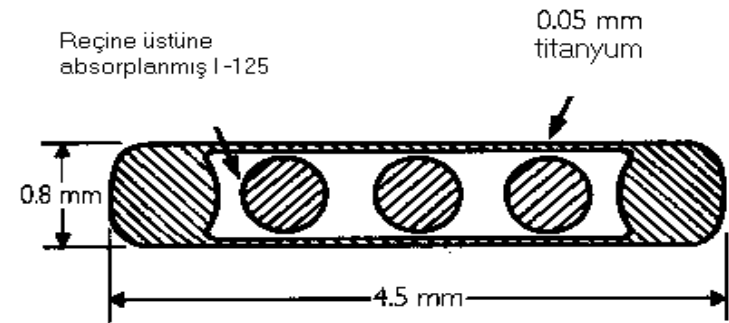
6711# ve 6702 # İyot-125



- Ortalama enerji: 27-35 keV
- Yarı hayat: 59.6 gün
- RBE = 1.4
- HVL: Dokuda 2 mm, kurşunda 0.025mm
- U/mCi: 1.27
- Kullanım şekli: **Kalıcı implant**



a



b

Pd-103

Pd-103 M200 ve MED 3633

Eldesi ve bozunumu:

$\text{Pd}^{102} (n-\gamma) \text{Pd}^{103} (\text{EC})$

■ Ortalama enerji: 20-22keV

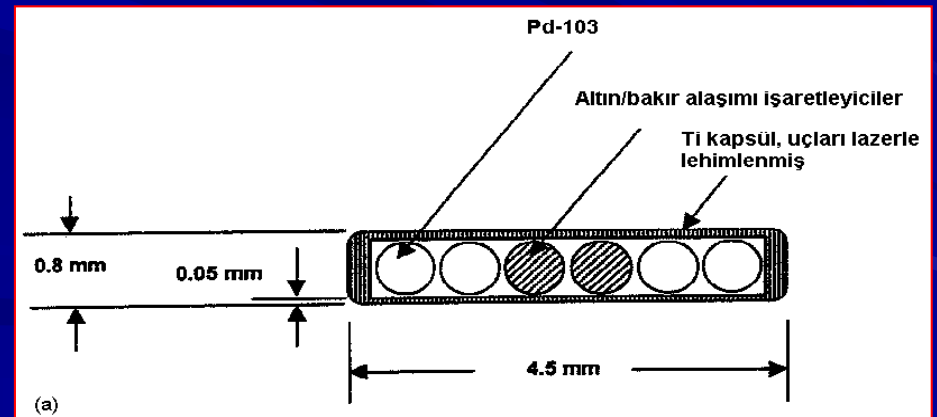
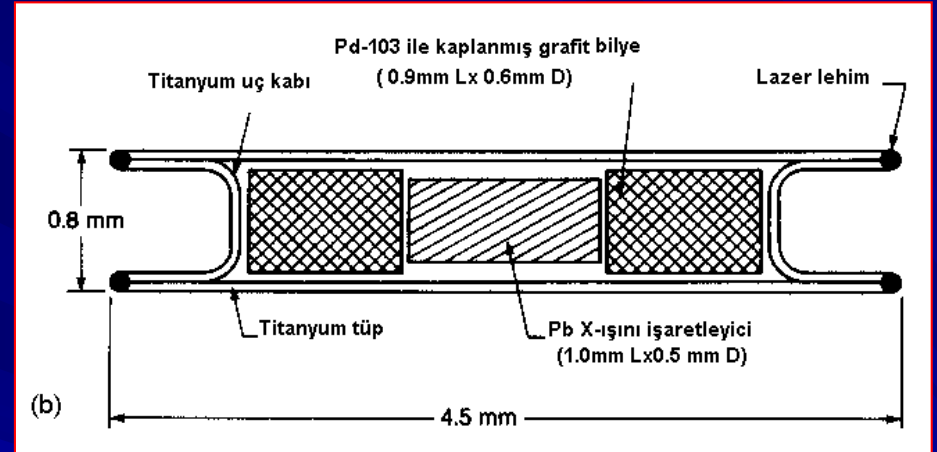
■ Yarı hayat: 17 gün

■ RBE = 1.9

■ HVL: Kurşunda 0.004 mm

■ U/mCi: 1.293

■ Kullanım şekli: **Kalıcı implant**



Kaynak şiddeti

Tavsiye edilen birim:

Air kerma şiddeti, S_k

Kaynaktan 1 m mesafede havada saatteki doz şiddeti

Birim= $\mu\text{Gy m}^2 / \text{hr} = \text{U}$

Ci veya mCi

Kullanılan tipik aktivite değerleri:

I-125 için 0.4-1.0 U (0.3-0.8 mCi)

Pd-103 için 1.4-2.2 U (1.1-1.7 mCi)

Yarı ömür

I-125	59.6 gün
Pd-103	17 gün

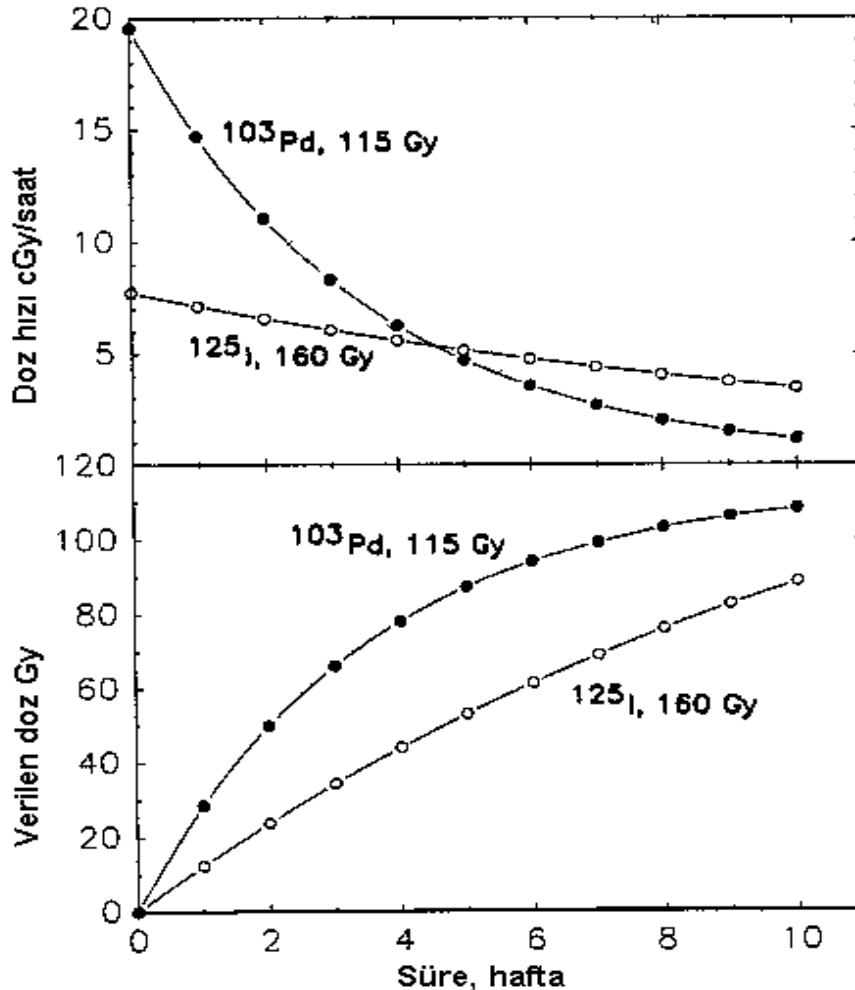
Baş parmak kuralı



I-125'in günde %1'i bozunur.

Pd-103'ün günde %4'ü bozunur.

I-125 ve Pd-103, Doz Hızları



I-125 ile 197 günde
toplam dozun %90'ı
verilir.

Pd-103 ile 56 günde
toplam dozun %90'ı
verilir.

$$D(t) = \frac{34.6\Gamma Q_0 T_p (1 - e^{-0.693t/T_p})}{r^2}$$

$D(t)$ Total doz (R)

34.6 Çevirme faktörü, 24 h/d* 1.44

Γ Ekspojur rate sabiti, (R cm² / h. mCi)

Q_0 Başlangıç aktivitesi (mCi)

T_p Fiziksel yarı hayat (d)

r Mesafe (cm)

t Işınlama süresi (d)

$$D(r) = 1.443 T_{1/2} A \Gamma f_{med} T(r) / r^2$$

Meisberger formalizmi

$D(r)$ Total doz

$T_{1/2}$ Yarı hayat

A Görünür aktivite (mCi)

Γ Ekspojur rate sabiti, (R cm² / h. mCi)

f_{med} Rontgeni rad'a çevirme faktörü

$T(r)$ Azaltma ve saçılma faktörü

r Kaynaktan hesaplama noktasına olan uzaklık

$$D(r) = 1.443 T_{1/2} S_k \Lambda \left[G(r, \pi/2) / G(r_0, \pi/2) \right] g(r) \phi_{an}(r)$$

AAPM Task Group 43

$D(r)$ Total doz

$T_{1/2}$ Yarı hayat

S_k Görünür aktivite (mCi)

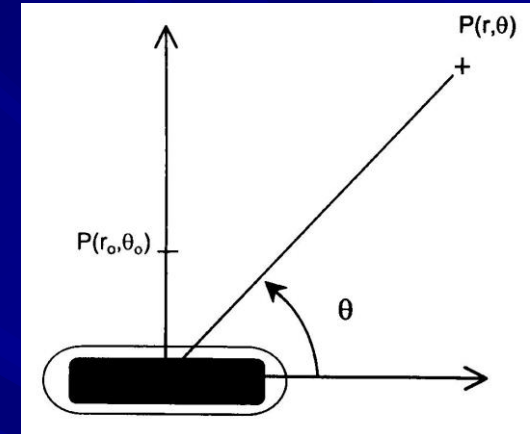
Λ Doz rate sabiti, (cGy. cm² / h. U)

$[G(r, \pi/2) / G(r_0, \pi/2)]$ Geometri faktörü

$g(r)$ Azaltma ve saçılma faktörü

ϕ_{an} Anizotropi düzeltme faktörü

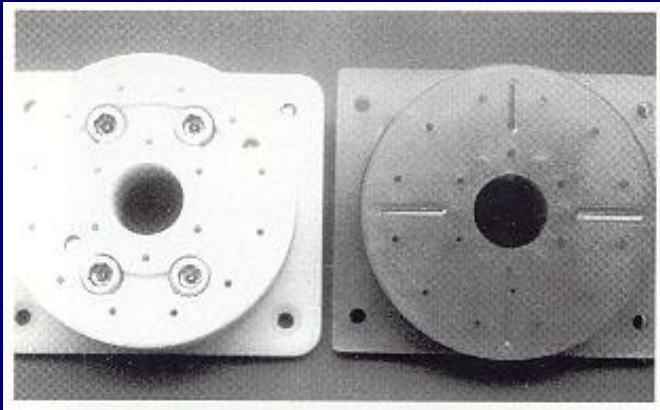
r Kaynaktan hesaplama noktasına olan uzaklık



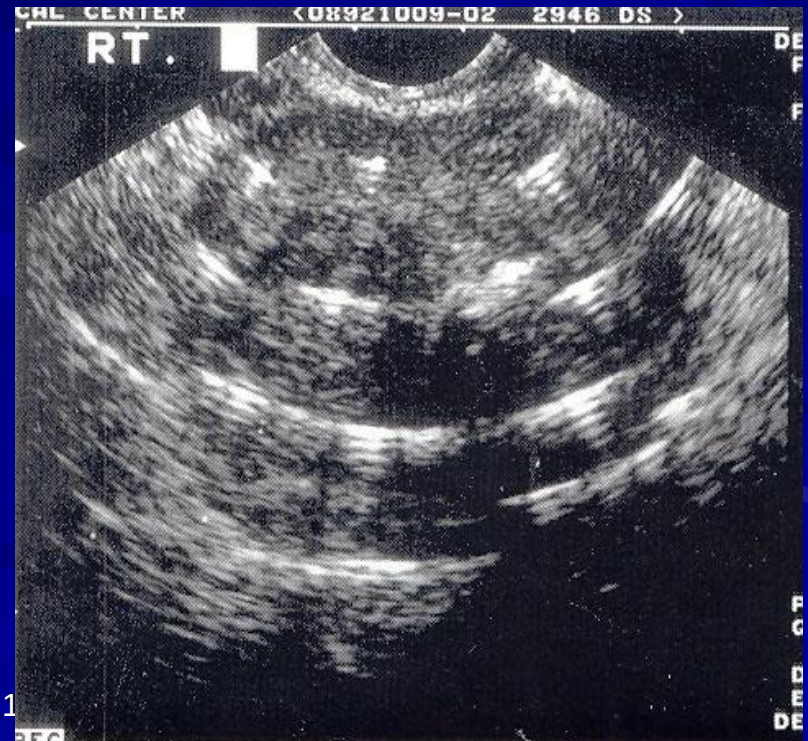
Prostat Brakiterapisi, HDR

1. Tedavi kararının verilmesi
2. Volüm çalışması (US veya CT)
3. İğnelerin yerleştirilmesi, CT filmleri
4. Planlama ve ışınlama (3-4 fraksiyon)

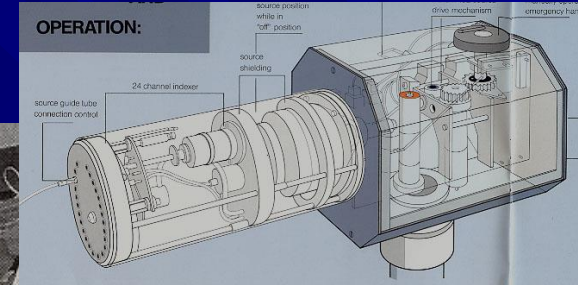
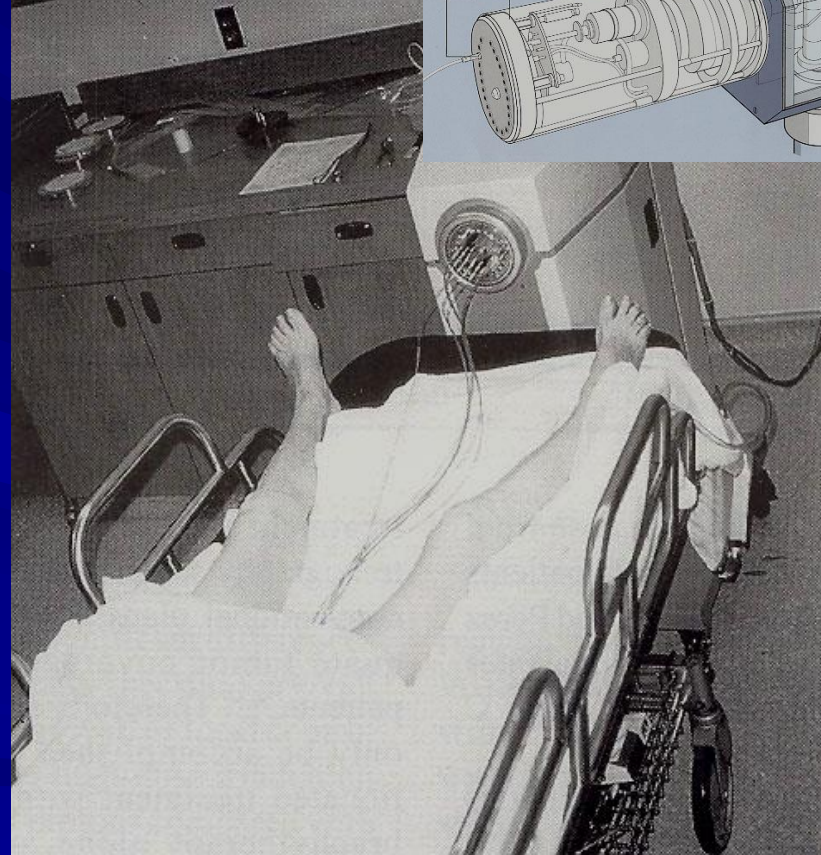
Prostat Brakiterapisi, HDR



^{192}Ir source



Prostat Brakiterapisi, HDR



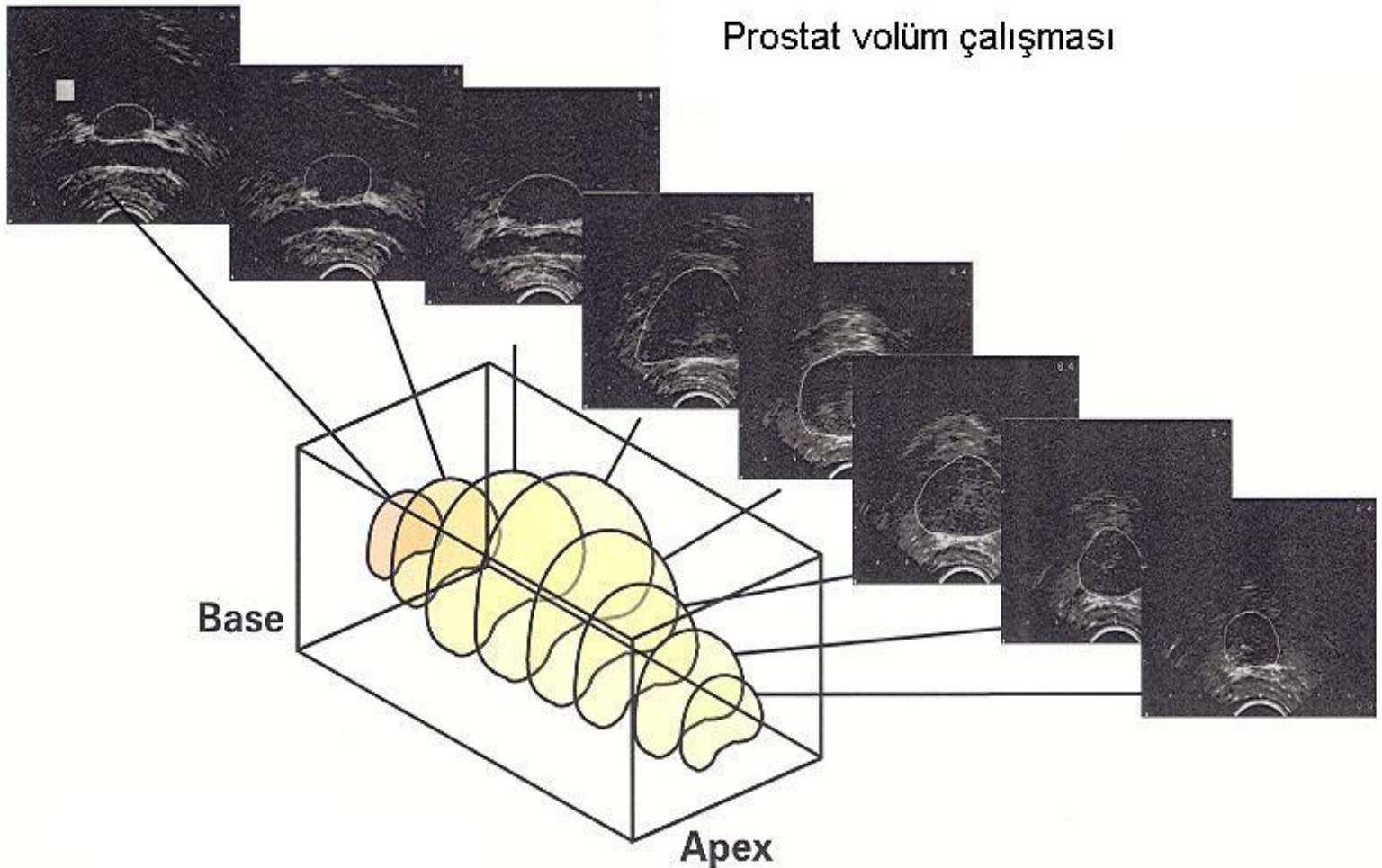
Prostat Brakiterapisi, LDR

1. Tedavi kararının verilmesi
2. Volüm çalışması (US veya CT)
3. Ön planlama (Preplanning)
4. Kaynakların hazırlanması ve implant
5. Post planlama (2 gün- 4 hafta)
6. Değerlendirme ve takip

Prostat Brakiterapisi, LDR

1. Tedavi kararının verilmesi
2. Volüm çalışması (US veya CT)
3. Ön planlama (Preplanning)
4. Kaynakların hazırlanması ve implant
5. Post planlama (2 gün- 4 hafta)

Prostat Brakiterapisi, Volüm Çalışması



Prostat Brakiterapisi, LDR

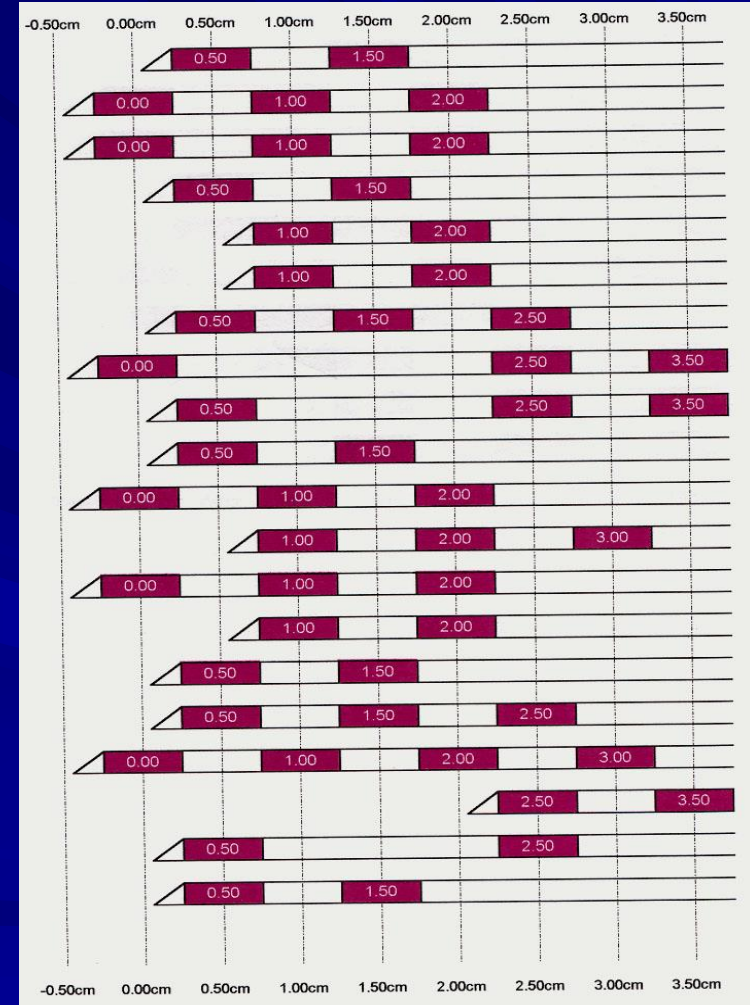
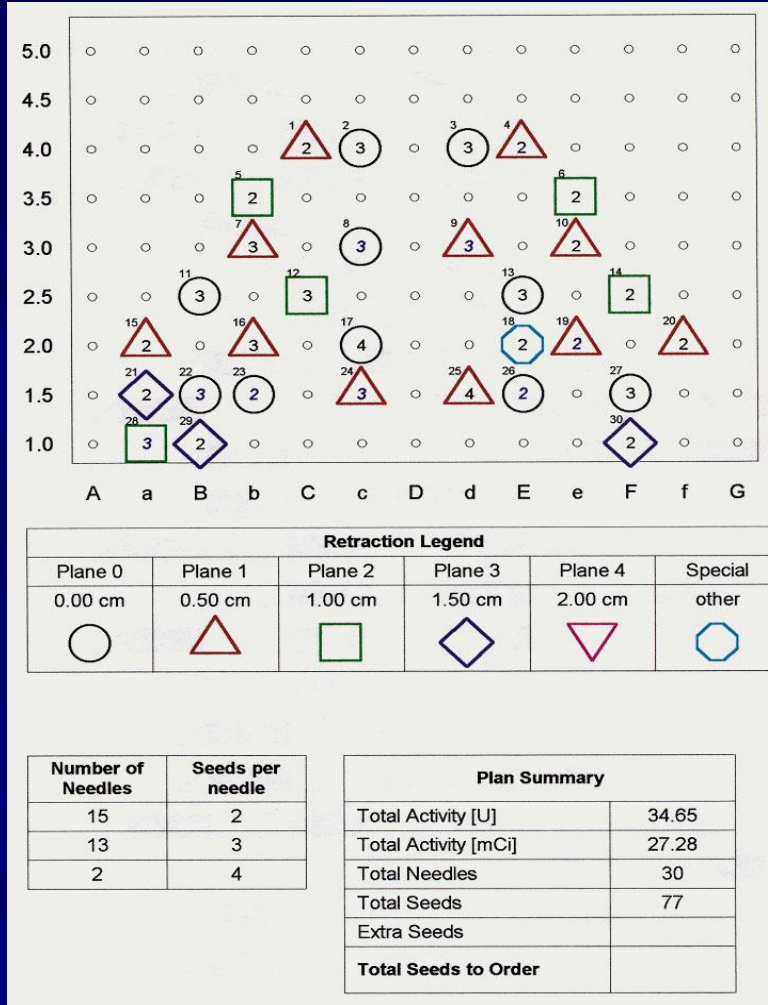
1. Tedavi kararının verilmesi
2. Volüm çalışması (US veya CT)
3. Ön planlama (Preplanning)
4. Kaynakların hazırlanması ve implant
5. Post planlama (2 gün- 4 hafta)

Prostat Brakiterapisi, Ön Planlama

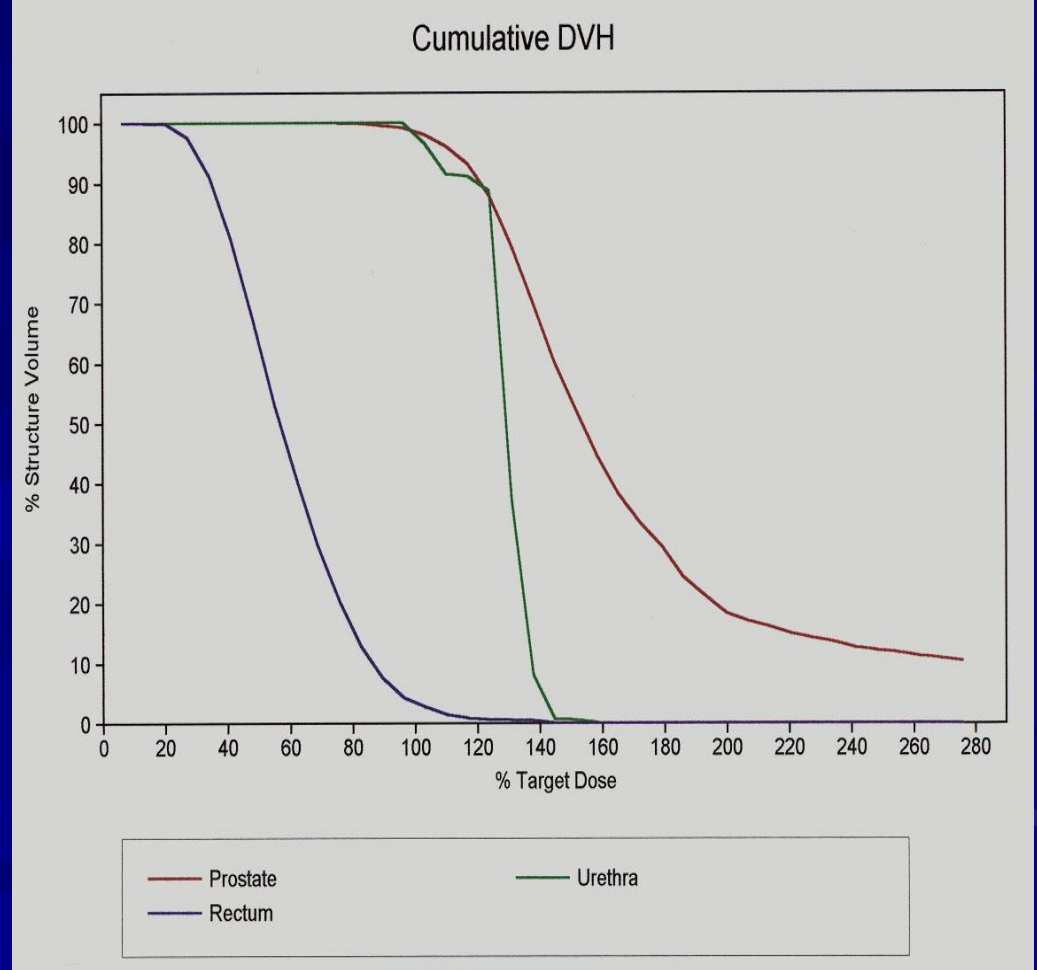
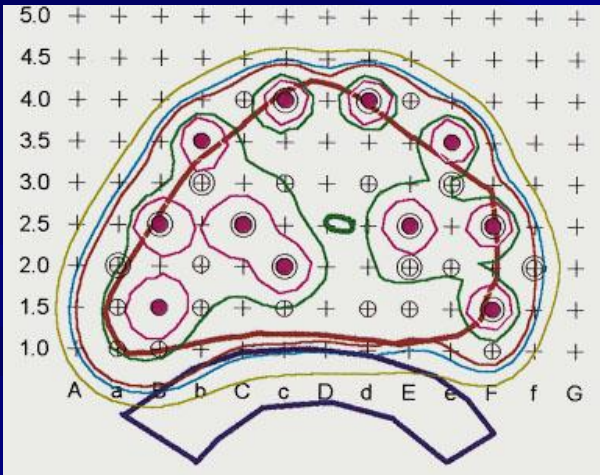
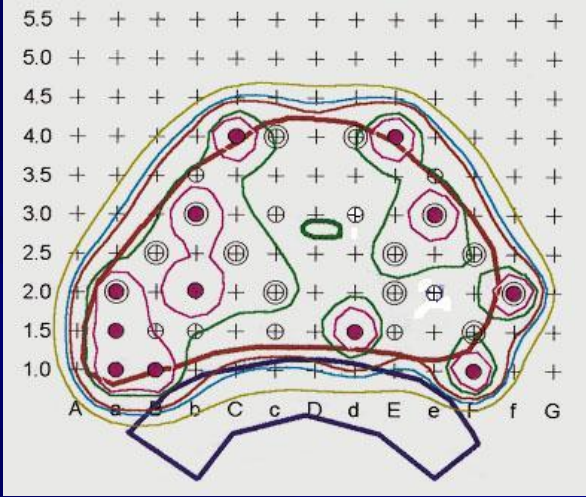
■ AMAÇ:

- Üretra ve rektum ön duvarının dozlarını sınırlayarak prostat PTV de en uygun doz dağılımının elde edilmesi;
- Periferik yükleme
- Modifiye periferik yükleme
- CDVH ların elde edilmesi
- Kaynak aktivitesinin yeniden değerlendirilmesi
- Kaynak/iğne sayılarının belirlenmesi ve yükleme planlarının yapılması

Prostat Brakiterapisi, Ön Planlama

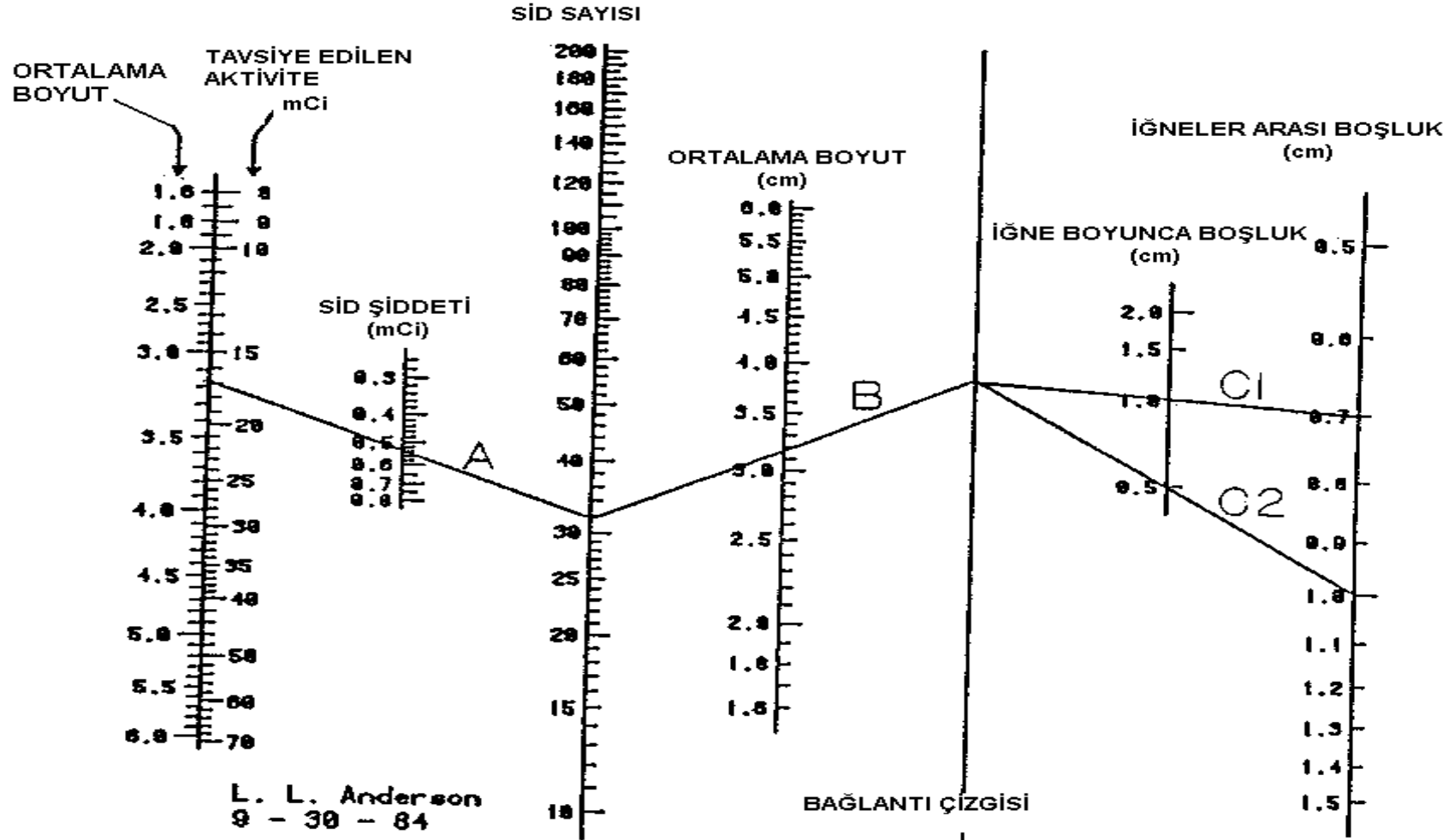


Prostat Brakiterapisi, Ön Planlama



Memorial Sistemi (nomogram)

I-125 KALICI İMPLANTLARI



Prostat Brakiterapisi, LDR

1. Tedavi kararının verilmesi
2. Volüm çalışması (US veya CT)
3. Ön planlama (Preplanning)
4. Kaynakların hazırlanması ve implant
5. Post planlama (2 gün- 4 hafta)

Prostat Brakiterapisi



Rapid Strand

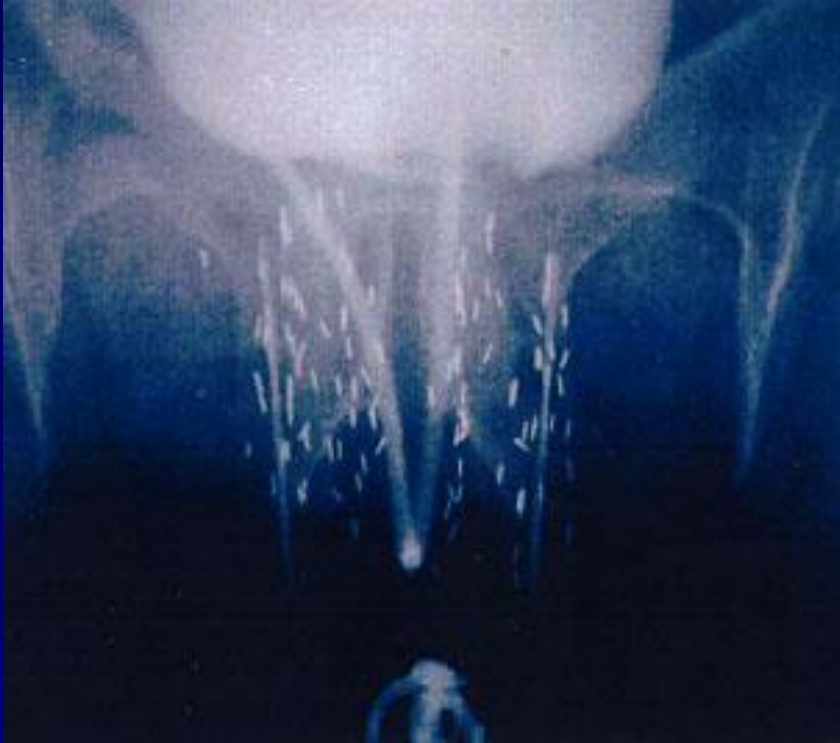
Prostat Brakiterapisi, Kaynakların Yüklenmesi



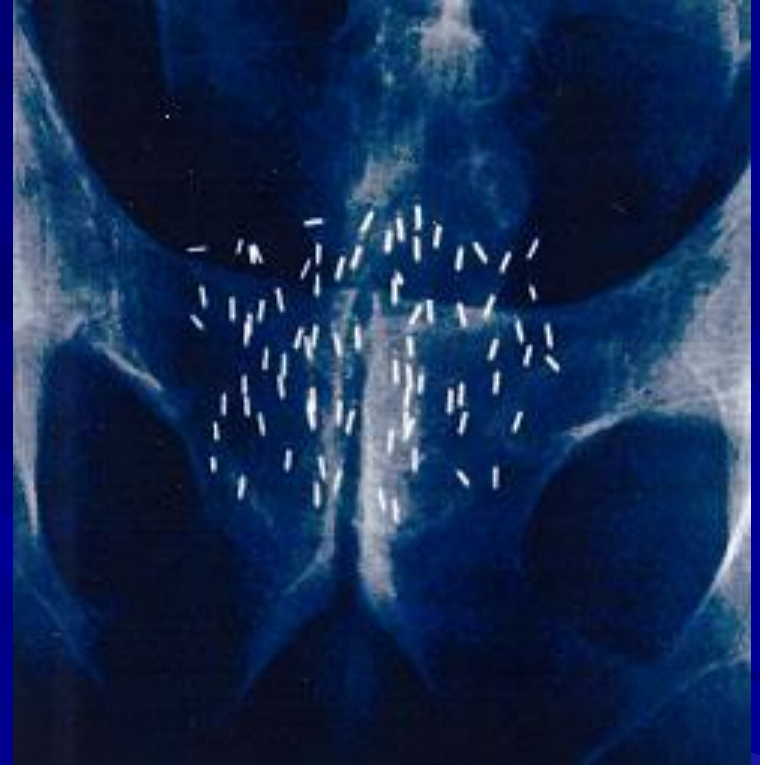
Prostat Brakiterapisi, LDR

1. Tedavi kararının verilmesi
2. Volüm çalışması (US veya CT)
3. Ön planlama (Preplanning)
4. Kaynakların hazırlanması ve implant
5. Post planlama (2 gün- 4/5 hafta)

Prostat Brakiterapisi; İmplant

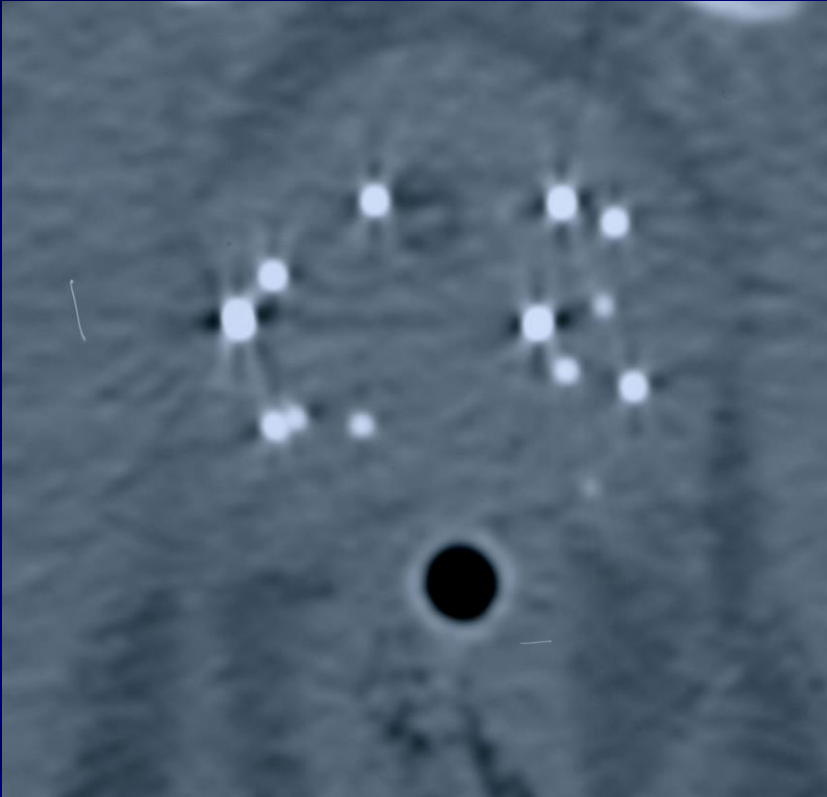


Fluoroscopi

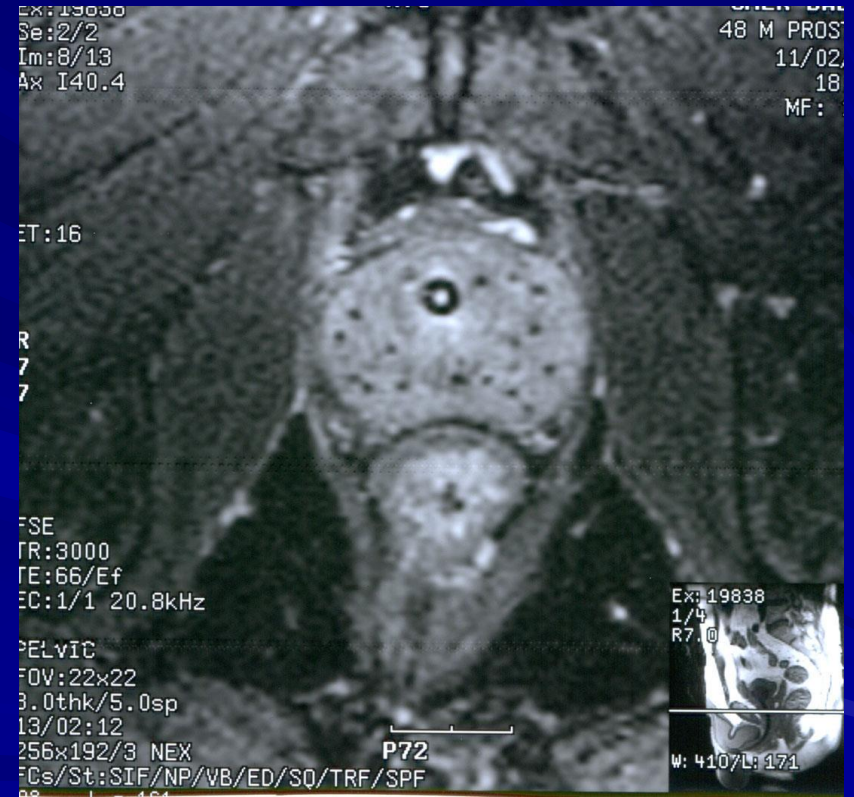


Post implant radyografi

Prostat Brakiterapisi, Post Planlama



CT görüntüsü



MR görüntüsü

TPS ler tarafından kullanılan dozimetrik parametreler ve sabitler

- Dönüşüm faktörü (U/mCi)
- Doz rate sabiti; Λ (cGy/h-U)
- Anizotropi düzeltme faktörü $\Phi(r)$, $F(r,v)$
- Radyal doz fonksiyonu $g(r)$
- DVH step genişliği (100-500cGy)

VariSeed: Therapy Visualization Report [Page 11]

Istanbul University Oncology Institute · 986 · 1 · 3/13/05 3:52:41 PM

Name: [REDACTED] PID: 03-2407 Dept. ID: 03-2407 Procedure Date: 1/3/04	Study: POST PLANNING Variation: Default Images: 20 Prescription Dose: 145.0 Gy	Source: I-125 (6711) [NIST 99] Comment: Sources: 77 Anisotropy: Constant (Point Model) [0.930] Source Activity: 0.423 U [0.333 mCi] Total Activity: 32.571 U [25.646 mCi]
---	---	--

Isodose Legend Gy [% of Prescription Dose]	362.50 [250.00%] 290.00 [200.00%] 217.50 [150.00%]	145.00 [100.00%] 130.50 [90.00%] 116.00 [80.00%]	107.30 [74.00%] 72.50 [50.00%]
---	--	--	-----------------------------------

Anatomy/Landmark Legend	Prostate	Urethra	Rectum	Penil bulb
-------------------------	----------	---------	--------	------------

Image #: 9
Position: -13.90 cm

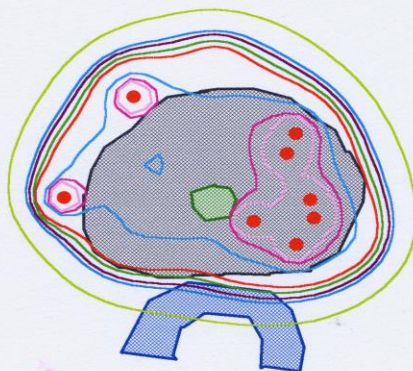


Image #: 10
Position: -14.40 cm

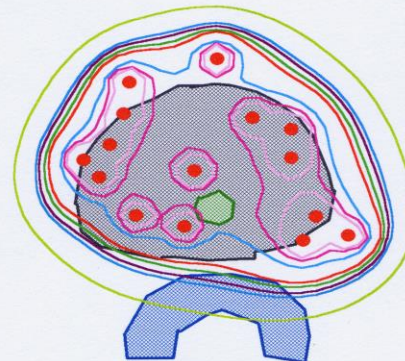


Image #: 11
Position: -14.90 cm

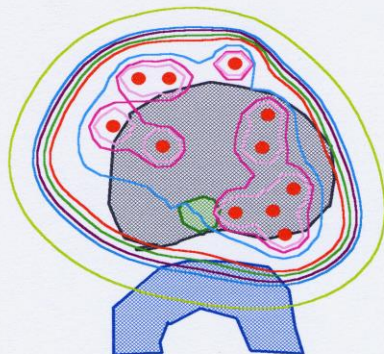
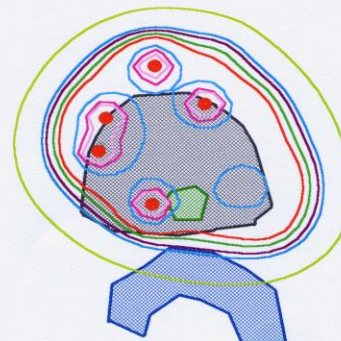


Image #: 12
Position: -15.40 cm



Target Volüm, Riskli Organlar

CTV: Klinik target volüm, prostat

PTV : Prostat sınırlarından 2-3 mm daha geniş olan volüm

Prostat	Volüm (cc)	
	D90	(Gy)
	V90	(cc)
	V100	(cc)
	V150	(cc)
	V200	(cc)

Üretra	Volume (cc)	
	V100	(cc)
	V150	(cc)
Rektum	V50	(cc)
	V100	(cc)

%50 üretra dozu < 225Gy
%50 rektum volümü < 4cc

Kalite İndeksleri

- $HI = 100 \times ((V_{100} - V_{150}) / V_T)$

- $CI = 100 \times ((V_{100} - V_T) / V_T)$

HOMOJENİTE İNDEKSİ

$$HI = 100 \times ((V_{100} - V_{150}) / V_T)$$

- V_{100} ; Tedavi dozunu veya daha yüksek doz alan volümü
 V_{150} ; Terapötik dozdan veya tümör nekrozuna sebep olacak kadar yüksek doz alan implant dokularının volümü
 V_T , Tümör volümü

İdeal bir implantta yaklaşık **0.7** dir.

KAPSAMA İNDEKSİ

$$CI = 100 \times ((V_{100} - V_T) / V_T)$$

Target volümün tanımlanan dozla kapsanmasını ölçülendirir.
Sıfır olan bir CI, tedavi volümünün tümör volümüne eşit olduğu anlamına gelir.

Negatif CI, tedavi volümünün tümör volümünden küçük olduğunu gösterir.

Radyoproteksiyon

- Kaynak hazırlığı özel çelik apareyin arkasında yapılır.
- Uygulama sonrası tüm OR surveymetre ile kontrol edilir.

HASTA ODASINDA:

- 1 metredeki doz 0.7 mR/hr dan az / çok (daire içine alın)
- Eğer 0.7 mR/hr dan az ise normal radyasyon koşulları uygulanır.
- Eğer 0.7 mR/hr dan fazla ise hasta $t = -T_{1/2} \ln(2) \ln[0.7 / X]$ süre için yalnız yatmalı.



Teşekkürler