



IAEA ABSORBE DOZ PROTOKOLLERİ VE KLİNİK PRATİKLER

BRAKİTERAPİ İÇİN REFERANS DOZİMETRİ



Fatih Karaköse M.Sc

İÇERİK

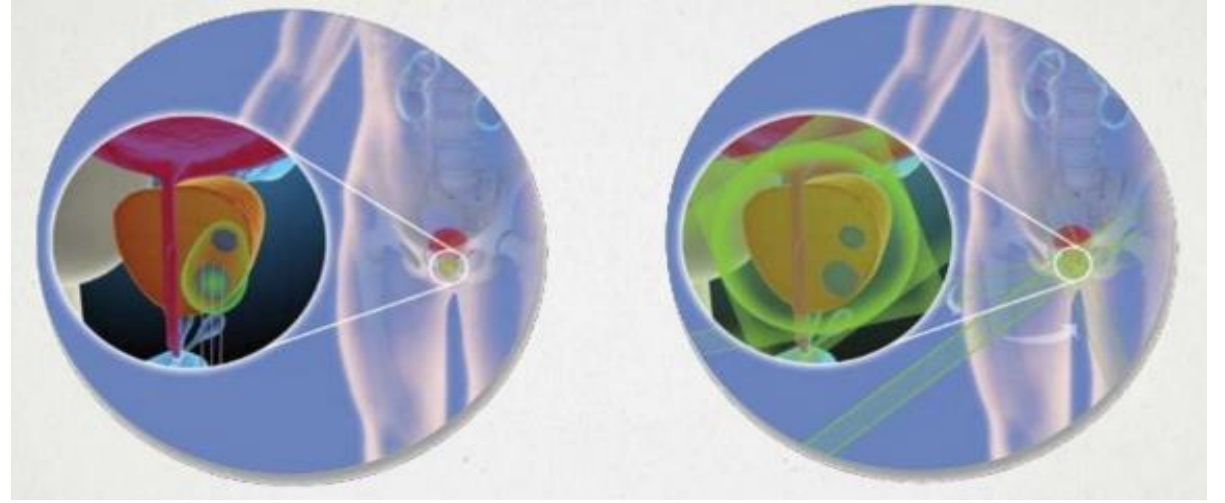
- Brakiterapi nedir?
- Referans Protokoller nedir?
- Brakiterapi Fiziği
- Ölçüm teknikleri nelerdir? Ekipmanlarımız?
- Kalite-Kontrol!!! Önemi nedir?
- Pratik çalışma ve sonuçların değerlendirilmesi

BRAKİTERAPİ NEDİR?



Radyoaktif kaynakların vücut yüzeyine, vücut boşluklarına ve doku içine yerleştirilerek, malign tümörlerin ve malign olmayan lezyonların tedavisinde kullanılan bir kısa mesafe radyasyon tedavisidir.

- Yunanca braki –kısa mesafe demek!
- Bunların dışında
 - İçsel tedavi
 - Kılıflı kaynak tedavisi
 - Curieterapi
 - Endocurieterapi olarak da adlandırılır.



Brakiterapi
içeriden dışarıya

External terapi
dışarıdan içeriye

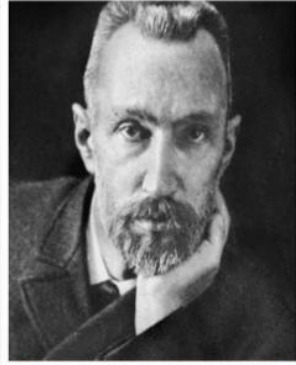
AMAÇ ?

- 1- Düşük yoğunlukta radyasyonu belirlenen bir sürede hastanın tedavi hacmine iletmektir.
- 2- Uygulamanın önemli avantajı external tedavilerde ışın sağlıklı doku üzerinden penetre olurken brakiterapi de doğrudan tümör/tümör yatağına yerleştirildiğinden sağlıklı doku ışınlaması bakımından avantaj sağlar.
- 3- Bu teknikle yüksek doz bu tedavi seçeneği ile hastaya iletilmiş olunur.

BRAKİTERAPİ TARİHİ

1896

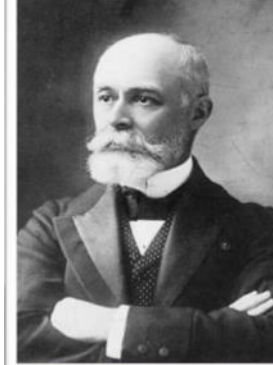
- Radioaktivitenin keşfi



Pierre Curie

1901

- Pierre Curie Fikri ile Radyasyonun kanser tedavisinde kullanım fikri
- Curie Enstitüsü ve memorial Hospital



Henri Becquerel

1903-1950

- İlk brakiterapi uygulaması
- İlk Serviks kanseri
- Prostat uygulaması
- Meme uygulaması



Margaret Cleaves

1970

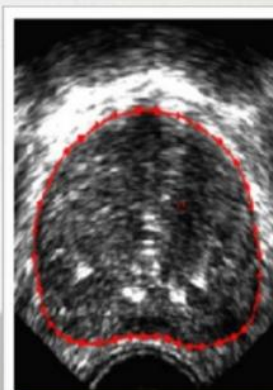
- İLK MODERN BRAKİTİ CİHAZI
- Afterloader



A modern afterloader machine

1990

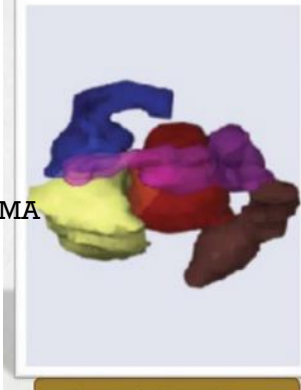
- Modern görüntüleme teknikleri
- MRI, CT, US



Ultrasound image of the prostate

2000

- 2D-3D PLANLAMA



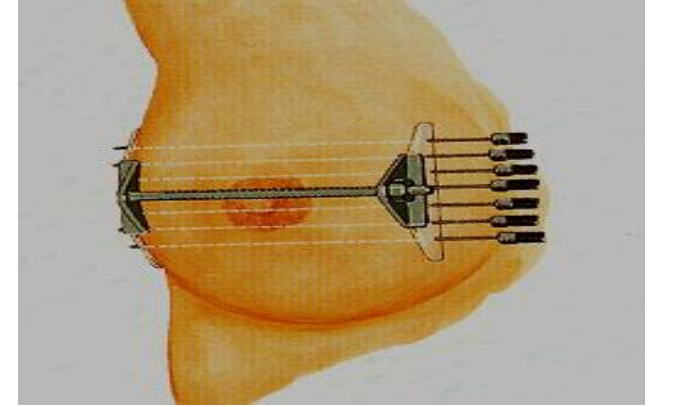
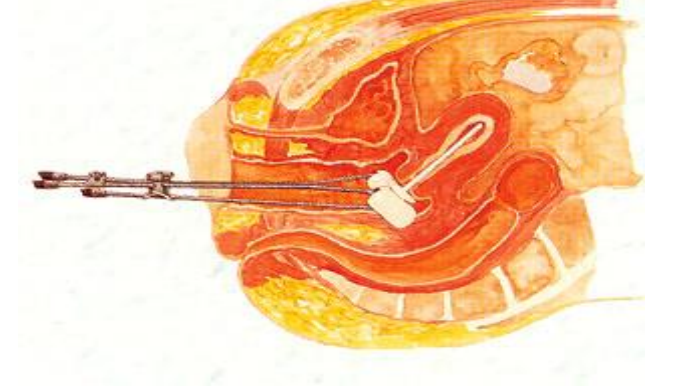
Creation of a 3D 'virtual' patient

TÜRKİYE'DE BRAKİTERAPİNİN GELİŞİMİ

- **1934** – Nazi Almanyası'ndan kaçan Prof. Friederich Dessauer'in beraberinde 100 mg radyum ve aplikatör takımını getirmesi,
- **1936** – Radyoloji ve Biyofizik Enstitüsü'ne yataklı bölümün eklenmesi,
- Getirdiği "Ernst Aplikatörü" ile jinekolojik tümörlerin intrakaviter tedavisi
- Prof.Dessauer ile Prof. Tevfik Berkman ve Fizikçi Kurt Lion eşliğinde uygulama
- **1970**'lerden sonra yerini uzaktan kumandalı sonradan yüklemeli uygulamalara bırakması

Brakiterapi Yöntemleri

- 1) **Intrakaviter:** Radyoaktif kaynakların vücut boşluklarına, tümör çevresine veya yakınına yerleştirilerek yapılan tedavidir.
- 2) **Interstisyel:** Radyoaktif kaynakların tümör volümü içine direkt olarak yerleştirilmesiyle yapılan tedavidir.



DOZ - HIZI KAVRAMI

LDR : $0.4 - 2 \text{ Gy/saat}$ veya $< 4 \text{ cGy/dak.}$

MDR : $2 < D < 12 \text{ Gy/saat}$ veya $4 < D < 20 \text{ cGy/dak.}$

HDR : $> 12 \text{ Gy/saat}$ veya $> 20 \text{ cGy/dak.}$

REFERANS PROTOKOLLER

KAYNAK AKTİVİTESİ HESAPLAMA VE QA

IAEA-TECDOC-1079

IAEA-TECDOC-1274

Calibration of Brachytherapy Sources

Guidelines on Standardized Procedures for the Calibration of Brachytherapy Sources at SSDLs and Hospitals



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY I A E A

February 1999



Calibration of photon and beta ray sources used in brachytherapy

Guidelines on standardized procedures at Secondary Standards Dosimetry Laboratories (SSDLs) and hospitals



INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

IAEA

March 2002

1. INTRODUCTION

Brachytherapy uses encapsulated radioactive sources to deliver a high dose to tissues near the source. An important part of a general quality assurance (QA) programme for brachytherapy dosimetry is the source calibration. For some brachytherapy sources, vendors assign large uncertainties to their stated calibration values, in some cases up to $\pm 10\%$. End-user calibration of brachytherapy sources is necessary, not only to check vendor stated calibration but to ensure traceability to internationally accepted standards. Quoting from the report of Task Group 40 (TG-40) of the American Association of Physicists in Medicine (AAPM), "Each institution planning to provide brachytherapy should have the ability to independently verify the source strength provided by the manufacturer" [1].

Comprehensive QA for radiation oncology: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40

4. In Vivo Dosimetry.	599	d. MU (minutes) Calculation.	610
BRACHYTHERAPY	599	e. In-vivo Measurements.	610
A. Sealed Sources	600	f. Daily Treatment Record.	610
1. Description of Sources.	600	2. Weekly Chart Review	610
2. Calibration of Sources.	600	a. Review of Previous Fields.	610
a. Specification of Source Strength. ...	600	b. Cumulative Dose	610
b. Traceability of Source		3. Review at Completion of Treatment. ...	611
Calibration	600	D. Film Review	611
c. Recommendations	601	1. Types of Films	611
3. Brachytherapy Source Calibrators.	601	2. Initial Portal Imaging.	611
a. Commissioning a Calibrator	602	3. Ongoing Portal and Verification	
b. Redundancy	602	Images	611
4. Brachytherapy Applicators.	603	4. Film Review Conference.	612
5. Source Inventories.	603	APPENDIX A: ROLES AND RESPONSIBILITIES .	612
a. Long Half-life Sources	603	1. RESPONSIBILITIES OF THE RADIATION	
b. Short Half-life Sources	603	ONCOLOGIST.	612
c. In-use Inventory	604	2. RESPONSIBILITIES OF THE	
B. Treatment Planning and Dosimetry	604	RADIATION ONCOLOGY	
1. Planning	604	PHYSICIST	613
2. Localization	604	3. RESPONSIBILITIES OF THE MEDICAL	
3. Dose Calculation Algorithms.	605	RADIATION DOSIMETRIST	614
4. Patient Dose Calculation	605	4. RESPONSIBILITIES OF THE RADIATION	
5. Delivery of Treatment	605	THERAPIST.	614
6. Documentation.	606	APPENDIX B: QA DEFINITIONS.	614
C. Remote Afterloading.	606	REFERENCES	615
1. Calibration	606		

Code of practice for brachytherapy physics: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 56

Ravinder Nath

Department of Therapeutic Radiology, Yale University School of Medicine, New Haven, Connecticut 06510

Lowell L. Anderson

Department of Medical Physics, Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, New York, New York 10021

Jerome A. Meli

Department of Radiology, St. Vincents Medical Center, Bridgeport, Connecticut 06606

Arthur J. Olch

Department of Radiation Oncology, Southern California Permanente Medical Group, Los Angeles, California 90027

Judith Anne Stitt

Department of Human Oncology, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin 53792

Jeffrey F. Williamson

Department of Radiation Oncology, Mallinckrodt Institute of Radiology, Saint Louis, Missouri 63110

(Received 11 July 1997; accepted for publication 4 August 1997)



Dose Calculation for Photon-Emitting Brachytherapy Sources with Average Energy Higher than 50 keV: Full Report of the AAPM and ESTRO

Report of the

High Energy Brachytherapy Source Dosimetry (HEBD)
Working Group

August 2012

DISCLAIMER: This publication is based on sources and information believed to be reliable, but the AAPM, the authors, and the editors disclaim any warranty or liability based on or relating to the contents of this publication.

The AAPM does not endorse any products, manufacturers, or suppliers. Nothing in this publication should be interpreted as implying such endorsement.

Update of AAPM Task Group No. 43 Report: A revised AAPM protocol for brachytherapy dose calculations

Mark J. Rivard

Department of Radiation Oncology, Tufts-New England Medical Center, Boston, Massachusetts 02111

Bert M. Coursey

Ionizing Radiation Division, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland 20899

Larry A. DeWerd

Accredited Dosimetry and Calibration Laboratory, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin 53706

William F. Hanson

Radiological Physics Center, M. D. Anderson Cancer Center, Houston, Texas 77030

M. Saiful Huq

Kimmel Cancer Center of Jefferson Medical College, Thomas Jefferson University, Philadelphia, Pennsylvania 19107

Geoffrey S. Ibbott

Radiological Physics Center, M. D. Anderson Cancer Center, Houston, Texas 77030

Michael G. Mitch

Ionizing Radiation Division, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland 20899

Ravinder Nath

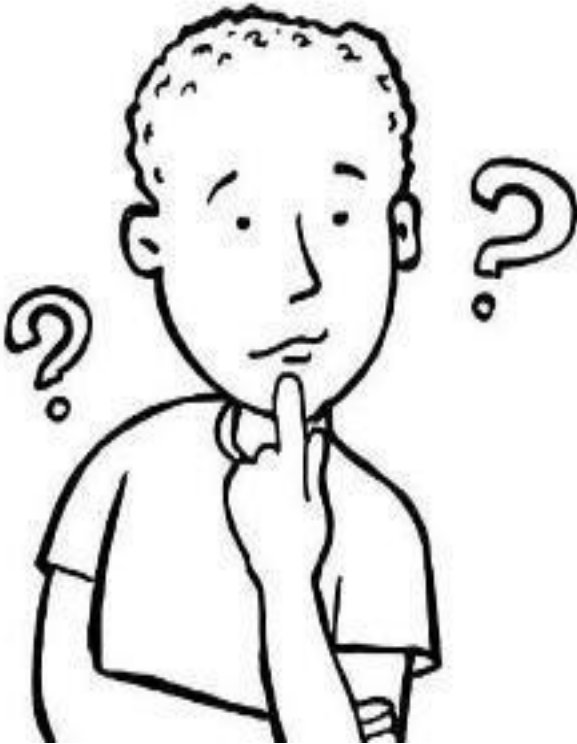
Department of Therapeutic Radiology, Yale University, New Haven, Connecticut 06510

Jeffrey F. Williamson

Chair, Low-energy Interstitial Brachytherapy Dosimetry subcommittee of the Radiation Therapy Committee, Department of Radiation Oncology, Virginia Commonwealth University, Richmond, Virginia 23298

(Received 22 August 2003; revised 11 December 2003; accepted for publication 16 December 2003; published 27 February 2004)

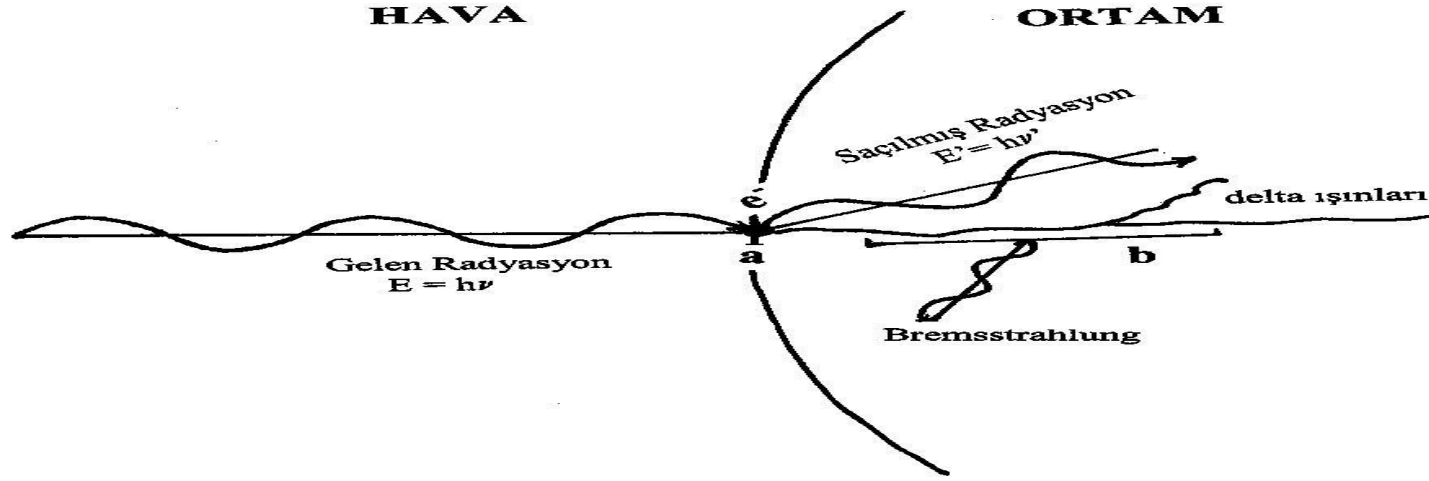
BRAKİTERAPİ FİZİĞİ



- Kerma
- Air kerma Strength (S_k) / Referans Air kerma Rate (RAKR)
- Aktivite
- TG-43 Formalism

Kerma (Kinetic energy released in the medium): Yüksüz bir iyonlaştırıcı parçacık tarafından belirli bir maddenin birim kütlesi başına serbest hale geçirilen, yüklü iyonlaştırıcı parçacıkların başlangıçtaki kinetik enerjilerinin toplamıdır.

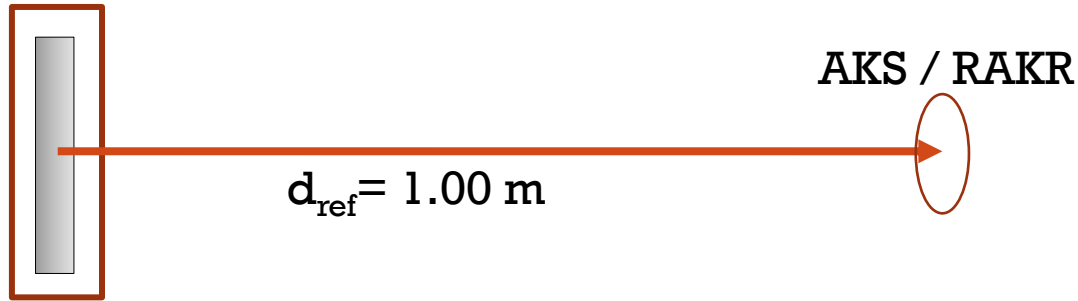
Yani; Birim kütle başına yüklü parçacıklara aktarılan kinetik enerjidir.



a noktasında foton girişim yapar ve enerjisinin bir kısmını elektrona (e^-) transfer eder, ona kinetik enerji kazandırır.

a noktasında enerjinin transferi olayına **KERMA** adı verilir.

Air kerma Strength (S_k) / Referans Air kerma Rate (RAKR)



Bir radyoaktif kaynağın 1 metre mesafeye 1 saatte μGy olarak verdiği doz miktarıdır.

The European recommendation for specifying brachytherapy source strength is as the "reference air kerma rate", $RAKR$ (ICRU (1985), ICRU (1997)).

The $RAKR$ is the air-kerma rate to air in air at a reference distance of 1 meter (d_{ref}), corrected for attenuation and scattering.

In North America the source strength is instead specified through the "air-kerma strength", S_k , (Rivard *et al.* (2004)). The air-kerma strength is the air-kerma rate in air at a distance d from the source, corrected for scattering and attenuation and multiplied with that distance squared, d^2 .

$$RAKR = S_K / d_{\text{ref}}^2$$

$$d_{\text{ref}} = 1\text{m} \rightarrow RAKR = S_k$$

MEDICAL SOURCE CERTIFICATE

Customer Name

Machine Number

Source serial number

AOS Work Order Number

Source Type

Drilled VS2000 wire

Dummy wire

PMI kit

PMI kit lot

Container serial number

Certificatel number

Source code

Material

ISO Code

Certificate number for special form

Isotope

Physical form

Chemical form

Apparent activity

Air kerma rate at 1 m

Calibration date @ 12:00 noon Central Time Zone-USA (**)

Welding

10 Ci Date

VOSS Varinak Onkoloji Sistemleri

VS0559

02-01-0384-001-100218-11192-06

A-0180546

AL09400000

VS42936

VS45412

TS0496

18-3199

AL09400000 VS2000 Source Wire

NITINOL

ISO/80/C 53211

USA/0571/S-96 (Revision 4)

Iridium-192

Solid

Metal

414.09 GBq (11.19 Ci)

45.147 mGy/h +/- 5%

02-Oct-2018

TIG

14-Oct-2018

Tests

Total length

ACCEPTED

Diameter

ACCEPTED

TIG weld visual check

ACCEPTED

Free of surface contamination (*)

ACCEPTED

Leakage test (*)

< 5 nCi

(*) the surface contamination is detected by the wet wipe test according to the ISO norm 9978 (1992) (5.3.1)

We certify that the source is in compliance with the following norms : NF ISO 9978 (1992), ISO 2919 (1999)

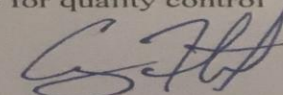
(**) Calibration time is based on the observance of Standard or Daylight Savings time as of the transition dates

formally recognized in the USA.

Date : 10-4-18

Responsible for quality control

Signature :



Name : Cory Fontenot, Quality Control

Aktivite

Bozunma hızına Aktivite (A) adı verilir.

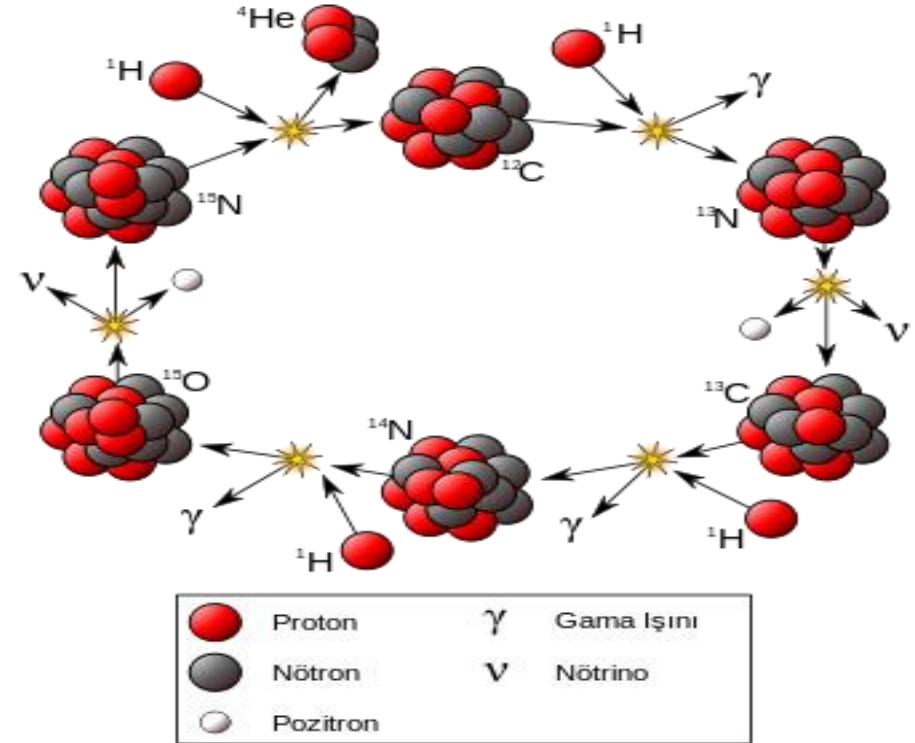
S.I.birimi becquerel (Bq) dir.

1 Bq $\equiv$ saniyedeki 1 radyoaktif bozunma yapan çekirdeğin aktivitesidir.

Eski birim curie (Ci) dir.

Ci = saniyede, 3.7×10^{10} bozunma yapan çekirdeğin aktivitesidir.

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$



Radyasyon Kaynakları

<u>Radyonüklid</u>	<u>Yarı ömrü</u>	<u>Işın tipi</u>	<u>Foton Enerjisi</u>
Ra-226	1622 yıl	α, β, γ	0.8 MeV
Rn-222	91.8 saat	α, β, γ	0.78 MeV
<u>Cs-137</u>	30 yıl	β, γ	0.662 MeV
<u>Co-60</u>	5.27 yıl	β, γ	1.25 MeV
Sr-90	28.7 yıl	β	0.546 β en
Ta-182	115 gün	β, γ	0.70 MeV
Au-198	64.7 saat	β, γ	0.42 MeV
<u>Ir-192</u>	74 gün	β, γ	0.37 MeV
Cf-252	2.64 yıl	α, γ, n	0.1 MeV
Y-90	64 saat	β	2.27 β en
Am-241	432 yıl	α, β, γ	0.06 MeV
<u>Pd-103</u>	17 gün	γ	0.021 MeV
Sm-145	340 gün	α, β, γ	0.041 MeV
<u>I-125</u>	60.1 gün	γ	0.028 MeV

TG-43

To avoid confusion and propagation of clinical errors, use of the updated AAPM Task Group 43 brachytherapy dosimetry protocol is strongly recommended. In this protocol, N_{Sk} can be used to calculate the source air kerma strength S_k as follows:

$$S_k [\mu\text{Gym}^2/\text{hr}] = N_{Sk} [\mu\text{Gym}^2/\text{hr} / \text{A}] \times \text{ECC}[\text{A/Rdg}] \times \text{Electrometer Reading}[\text{Rdg}] \times C_{TP} \times P_A$$

Note that 1 $\mu\text{Gym}^2/\text{hr}$ is defined in TG-43 as 1 unit of air kerma strength, having the unit of U. ECC is the electrometer calibration coefficient. C_{TP} is only used for chambers that are open to atmospheric communication. *Please note that air-communicating well chamber measurement data for I-125, Pd-103, and Cs-131 sources is corrected by an additional "altitude correction" factor. P_A . For additional information contact an ADCT technical staff member.*

$$S_k = \text{Okuma} * N_{sk} * C_e * C_{tp}$$

AMAÇ : Kaynağın Hava Kerma Gücünü Bulmak

$$S_k = Okuma * N_{sk} * C_e * C_{tp}$$

Kaynağın hava kerma gücü

Sıcaklık-Basınç düzeltmesi

Elektrometre kalibrasyon faktörü

İyon odası kalibrasyon faktörü

Her kaynak değişim sonrası tedaviye başlamadan mutlaka kaynak kalibrasyonu yapılmalı ve S_k bulunmalıdır.

Üretici S_k değeri ile bizim ölçüğümüz S_k değeri arasında tolerans %5 !!!

$$A = \frac{\frac{RHK}{(\Gamma_\gamma)_x \cdot x (W/e)_{\text{hava}}}}{0,109}$$



Bulunan Air Kerma
Strength kullanılarak
Kaynak aktivitesi
hesaplanır

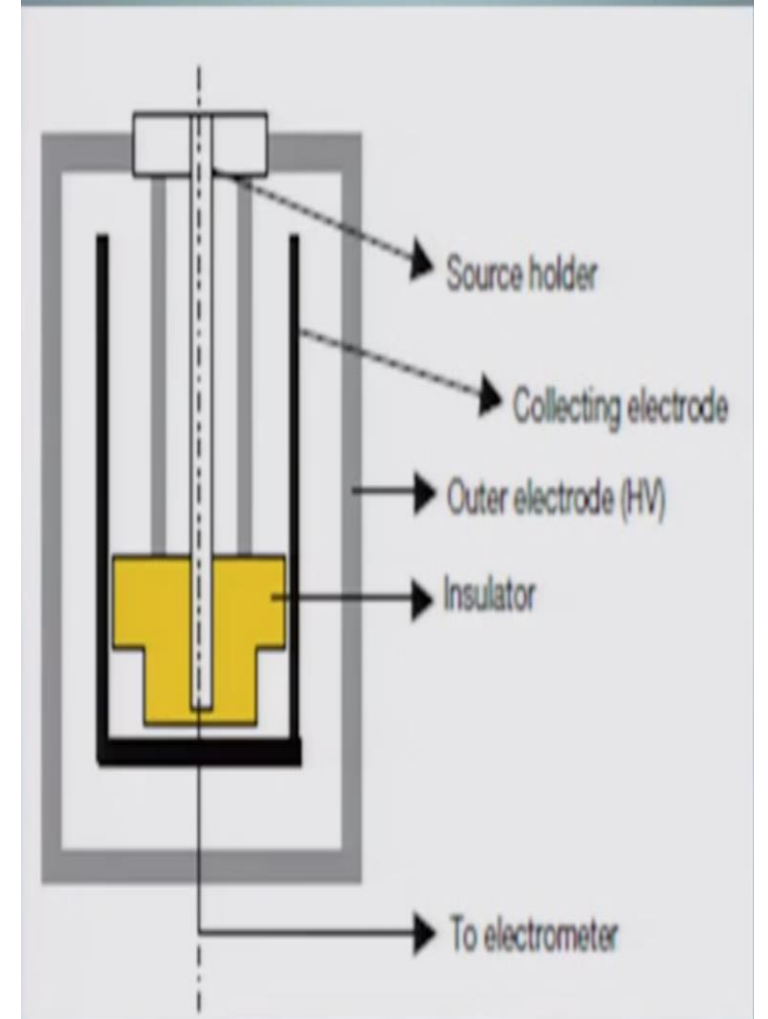
ÖLÇÜM TEKNİKLERİ?

Well Type Chamber

- Kalibrasyon amaçlı kullanılırlar.
- Odaya (chamber) toplama potansiyeli uygulanır.
- Sıcaklık ve basınçtan etkilenir.

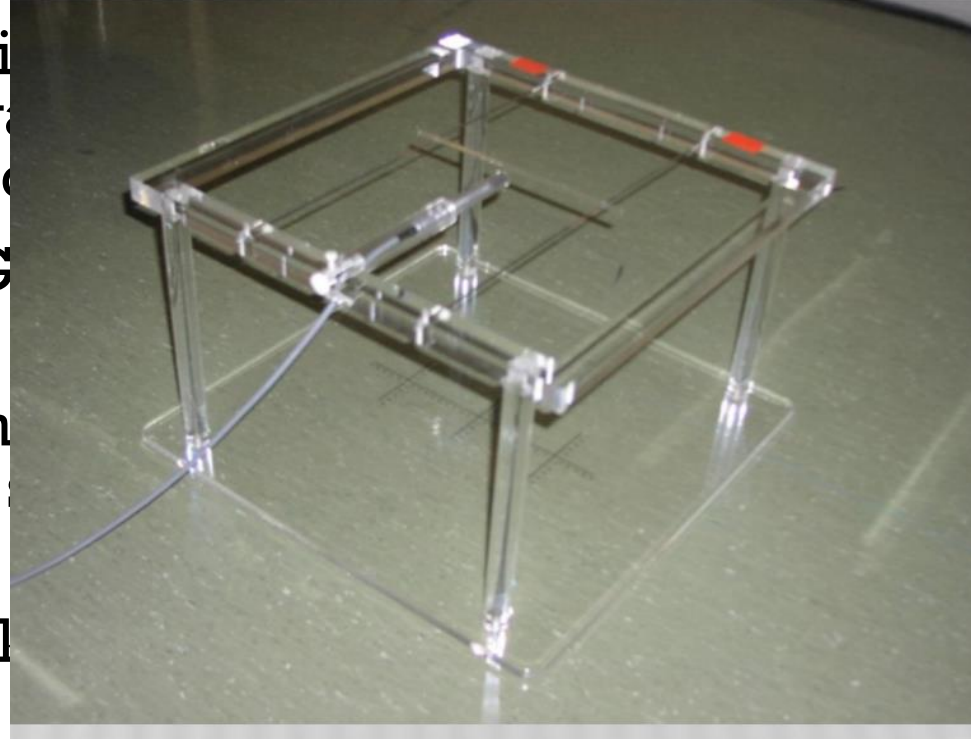
Ref.: 20°C, 760 mmHg

- Kaynak kabı onu çevreleyen oda duvarlarıyla alakalı olarak kaynak geometrisini düzenlemek için tasarlanmıştır.



Jig

- Kalibrasyon jigi plastik kateter ve iyon odasının iyon odasının iyon odasında havada ölçüm yapılmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.
- 0.6 cc lik Gammacell kullanılır.
- Havada kaynak mesafede 60 cm alınır.
- Elde edilen ölçüm IAEA-Tec Doc 2424 ile hesaplanır.



$$RHK=(M_U/t) \times N_k(Ir-192) \times k_{air} \times k_{scatt} \times k_n \times (d/d_{ref})^2$$

RHK

$(S) \times (W/e)_{air}$

Hava Kerma (Reference Air)

okuma değeri (t süresi boyunca)
n odası için hava kerma kalibras-

n düzeltme faktörü

lma faktörü

ktörü

fesi

nesafe

a hızı sabiti (0,466 m²/hCi)

(W/e)_{air}: Havada tek bir iyon çiftini üretmek için
ihtiyaç duyulan ortalama enerji (8,730 mGy/R)

Silindirik Katı Fantom

- Silindirik katı fantom
- 90 Derecede bir merkezli eksene adet iyon odası
- İyon odası olarak
- Katater (kaynak deliğe yerleştirilip alınır
- Okumalar her b ayrı alınır (Ort)



$$(K_a)_a = k_a \rightarrow p \cdot k_{ph} \cdot k_{\tau} \cdot k_p \cdot k_T \cdot k_r \cdot k_Q \cdot N_K \cdot M$$

Hava Kerma (Reference Air

$$k_r = \left(\frac{r}{r_0} \right)^2$$

r_0 : Referans mesafe (1 m) ve fantom ölçüm mesafesi r : 8 cm

k_Q : Kalite faktörü

N_K : İyon odası için hava kerma kalibrasyon faktörü

M : Dozimetre okuma değeri (0° , 90° , 180° ve 270° geometrilerde silindirik fantomla alınan elektrometre okuma değerlerinin ortalaması).

HANGİ SİSTEM ???

- Elinde var olan sistem en iyi sistemdir
Nasıl kullanılacağı bilinmeli
Avantajları dezavantajları değerlendirmeli
- Jig ve Silindirik fantom set up ve ölçüm süresi Well Type Chamber göre uzun
- Well type Chamber uzun dönem kalibrasyon tekrarlılığı %0.2
- TG 43 / IAEA ve çok sayıda literatüre Well type chamber tavsiyesi

BİZİM EKİPMANLARIMIZ !!!

- VARIAN VARISOURCE
- STANDARD IMAGING WELL TYPE CHAMBER
- STANDARD IMAGING ELEKTROMETER

VARIAN VARISOURCE

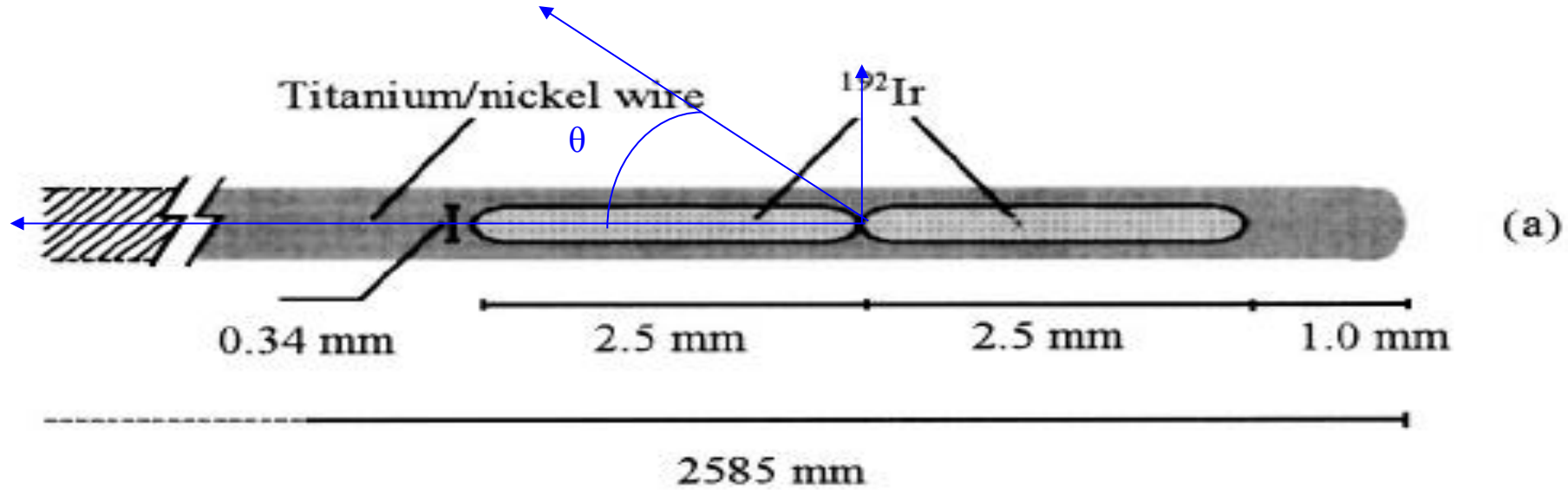
Remote Afterloader System

20 kanallı

Ir 192 kaynağı HDR

- Ort enerji 380 keV
- 73.83 yarılanma ömrü
- HVL: Dokuda 6 cm kurşunda 2,5 mm





- Aktif kaynak iki parçadan oluşmaktadır. 2.5 mm uzunluğunda 0.34 mm çapında yarı küresel uc kısımları olan silindirik yapıdan oluşmaktadır.
- Bu iki parça özgül ağırlığı 22.42 g/cm³ olan iridyum meteryalinden yapılmıştır. Yapı tamamen homojen dağılıma sahiptir.
- Dış yarı çapı 0.59 mm olan titanyum(44,4%) nikel (56,6%) alaşım çubuk/kapsül içerisine kılıflanmıştır.

STANDARD IMAGING WELL TYPE CHAMBER

Confidence in Brachytherapy Source Calibration

- Validated in over 50 scientific presentations and used by primary and secondary radiation standards laboratories worldwide.
- The HDR 1000 Plus Well Chamber is an air-communicating chamber, so there is no inaccuracy due to an undetected gas leak as in a pressurized chamber.
- Ideal for LDR and HDR brachytherapy.

Why Perform Independent Verification?

- AAPM TG-56, TG-40 and TRS-398 recommend independent verification of source strengths.



STANDARD IMAGING ELEKTROMETER

New Look, Same Accurate Measurements

The MAX 4000 Plus overall design and display has been redesigned for easier set-up and a clearer output of measurements and data.

Low Noise, Repeatable Measurements

Exceptional 0.001 pA to 500.00 nA range, 0.01 pC to 999,999 nC range.
0.1% repeatability and exceptionally low leakage of less than 1 fA.
Digital filter eliminates nearly all the effects of noise, resulting in stable, exact measurements.

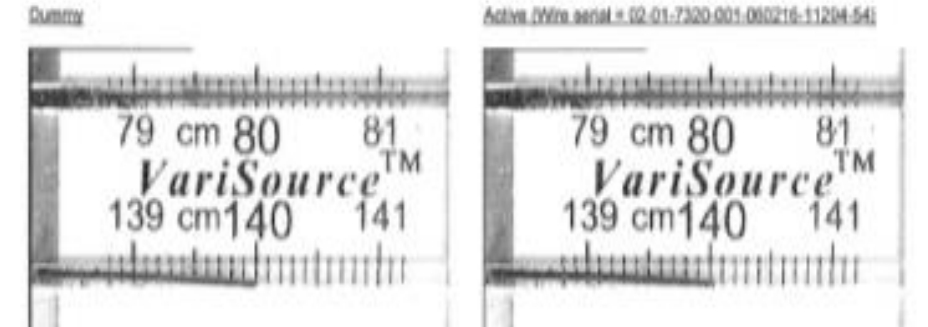
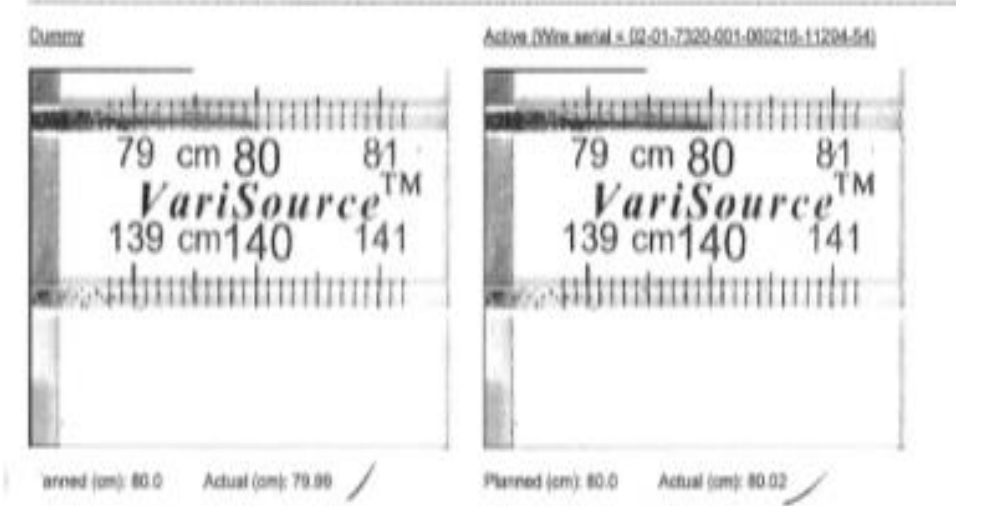


KALİTE-KONTROL?

HER KAYNAK DEĞİŞİMİ SONRASI,

-**PVT** (Pozisyon Verifikasyon Testi) yapılmalıdır.

Servis mühendisi kaynak yükleme sonrasında kaynağın doğru noktaya gitmesi için gerekli ayarlamaları yapar. Cihaz üzerinde yer alan optik kamera ile pozisyon doğruluğu hem dummy kaynak hem de aktif kaynak ile 80 cm ve 140 cm de kontrol edilir. Aynı işlemler stabilite açısından tekrar edilir. Tolerans +/- 1 mm



HER KAYNAK DEĞİŞİMİ SONRASI,

-Film Işınlama

Pozisyon kalibrasyonu sonrası ve kaynak kalibrasyonu sonrası medikal fizik uzmanı film yardımıyla kaynak pozisyon verifikasyonunu teyit eder. Gerekli görüldüğünde ayarlama yapılır.



HER KAYNAK DEĞİŞİMİ SONRASI,

-Cross Check

- Planlama sistemi ile cihaz konsoluna veriler ayrı ayrı girilmektedir.
 - Girilen verilerin her iki sistemden çıktıları alınarak cross-check yapılmalıdır.
 - Aktivite kontrolü
 - Decay tablosunun kontrolü
- Planlama sisteminde yalancı (QA) Planı oluşturularak. Sisteme gönderilmeli
 - Planlama sisteminde oluşturulan planın report çıktısı alınmalıdır
 - Report çıktısı: dwell time, anlık aktivite vb bilgileri içermektedir.
 - Cihaz konsoluna Qa olarak gönderilen plan açılarak report çıktısı alınmalıdır.
 - Report çıktısı ile planlama sisteminden gönderilen veriler karşılaştırılmalı

12:00 GMT-6	11.673 Ci
12:00 GMT+2	9.186 Ci
12:00 GMT-6	11.832 Ci
12:00 GMT+2	11.925 Ci

te calibrated source strength —

Last site calibration date:
2017-07-24 19:00

Calibration Date (in local time, 24 hour clock):

Applicators

Dwell times are displayed for a single fraction

Solid Applicator ID:	Left Ovoid - 20	Solid Applicator Part No:	ALD7334002
Applicator ID:	left ovoid	Treatment AKR:	23046.75 cGy cm ² / h
Channel:	2	Treatment Activity:	5718.80 mCi
Origin:	0.00 cm	Treatment Unit:	VariSource
Step Size:	0.50 cm	Source ID:	vs559-24/07/2017
Length:	119.70 cm	Source Model:	VS Ir-192 (5mm)
Channel Total Dwell Time:	147.70 s	Dose Calculation Model:	Linear source

Position [cm]	Dwell Time [s]	Coordinates [cm] (x,y,z)
119.70	25.80	-3.06 2.04 -4.84
119.20	1.40	-3.10 1.57 -5.01
118.70	1.60	-3.13 1.10 -5.18
118.20	118.90	-3.15 0.63 -5.35

Solid Applicator ID:	Right Ovoid - 20	Solid Applicator Part No:	ALD7334002
Applicator ID:	right ovoid	Treatment AKR:	23046.75 cGy cm ² / h
Channel:	3	Treatment Activity:	5718.80 mCi
Origin:	0.00 cm	Treatment Unit:	VariSource
Step Size:	0.50 cm	Source ID:	vs559-24/07/2017
Length:	119.70 cm	Source Model:	VS Ir-192 (5mm)
Channel Total Dwell Time:	171.00 s	Dose Calculation Model:	Linear source

Position [cm]	Dwell Time [s]	Coordinates [cm] (x,y,z)
119.70	52.10	-1.06 1.48 -5.10
118.70	16.20	-1.12 1.01 -5.27
118.20	103.70	-1.17 0.54 -5.44

Son değiştirilme tarihi: 29 Eylül 2017 Cuma

20170929225109850.pdf
67 KB

Channel length [cm]	119.7	Scaled Time
Dwell Positions	4	Calibrated
Planned Time (s)	147.70	Remaining

Position [cm]	119.7	119.2	118.7	118.2
Planned (s)	25.80	1.40	1.60	118.90
Scaled (s)	25.38	1.38	1.57	116.67
Dwell time (s)	25.38	1.38	1.57	116.67

Channel 3 [right ovoid]		
Channel length (cm)	119.7	Scaled Time
Dwell Positions	3	Calibrated
Planned Time (s)	171.00	Remaining

Position [cm]	119.7	118.7	118.2
Planned (s)	52.10	16.20	103.70
Scaled (s)	51.38	14.98	102.02
Dwell time (s)	51.38	14.98	102.02

HER TEDAVİ ÖNCESİ,

PVT yapılmalıdır!!

Description	Minimum requirements	
	Test frequency	Action level
Safety systems		
Warning lights	Daily/3M*	-
Room monitor	Daily/3M*	-
Communication equipment	Daily/3M*	-
Emergency stop	3M	-
Treatment interrupt	3M	-
Door interlock	W	-
Power loss	3M	-
Applicator and catheter attachment	W	-
Obstructed catheter	W	-
Integrity of transfer tubes and applicators	3M	-
Timer termination	Daily	-
Contamination test	A	-
Leakage Radiation	A	-
Emergency equipment (forceps, survey meter)	Daily/3M*	-
Practicing emergency procedures	6M	-
Hand crank functioning ***	A	-
Hand-held monitor	3M/A**	-
Physics parameters		
Source calibration	SE/3M	>5%
Source position	Daily/3M*	>2 mm
Length of treatment tubes	6M	>1 mm
Irradiation timer	6M	>1 %
Date, time and source strength in treatment unit	Daily	-
Transit time effect	3M	-

KAZA !!!



- 1992 yılında rutin bir gün: yeni bir bayan hasta anal kanser tedavi: 3 x 6 Gy
 - Omnitron 2000 HDR Unit
 - 5 katater tedavi alanına yerleştiriliyor.
 - Tedavi öncesi bütün kontroller yapılıyor.
 - Tedavi öncesi kaynak yolu dummy ile kontrol ediliyor.
 - Tedavi sırasında:
 - 4 kataterde sorun yok
 - 5. katetere kaynak gönderildiğinde cihaz uyarı veriyor.
 - Birkaç denemeden sonra tedavi kesiliyor.

- Tedavinin kesilmesini takiben
 - Sorumlu tedavi odasına giriyor.
 - Tüm kanallar hastadan ayrılıyor
 - Hasta kaldırılıyor.
 - !!!



- Herşey normal gibi geliyor?
 - Alan monitörü hariç: alan monitörü radyasyon seviyesini yüksek gösteriyor ve alarm veriyor.
 - !!! İçeri girmeden önce ignore ediliyor.
 - Sorumlu ekip: alan monitöründe üretim hatası var ve biz bunu sürekli ignore ediyoruz zaten diyor.

NE YAPMAMIZ GEREKİYOR?????

- Survey metre /dedektör mevcut fakat böyle bir kuralları yok !!!
- Hasta hemşire odasına gerekli işlemler için gönderiliyor.



- Sorumlu personel kaynağın kırılıp kataterin içinde kaldığının farkında olmuyor.
- 4 gün sonra kaynak kataterle beraber düşüyor.
- Daha sonra hemşire tıbbi atık olarak tıbbi atıp torbasına sarılarak konuyor.
- Kaynak diğer tıbbi atıklarla beraber aynı yerde 5 gün boyunca farkedilmeden tutuluyor.
- Tıbbi atık sorumlusu atıklara almaya gelerek kamyonu yüklüyor.
- ilk aşamada hastanenin ortak atık merkezine daha sonra da toplu atık merkezine atıklar yönlendiriliyor.

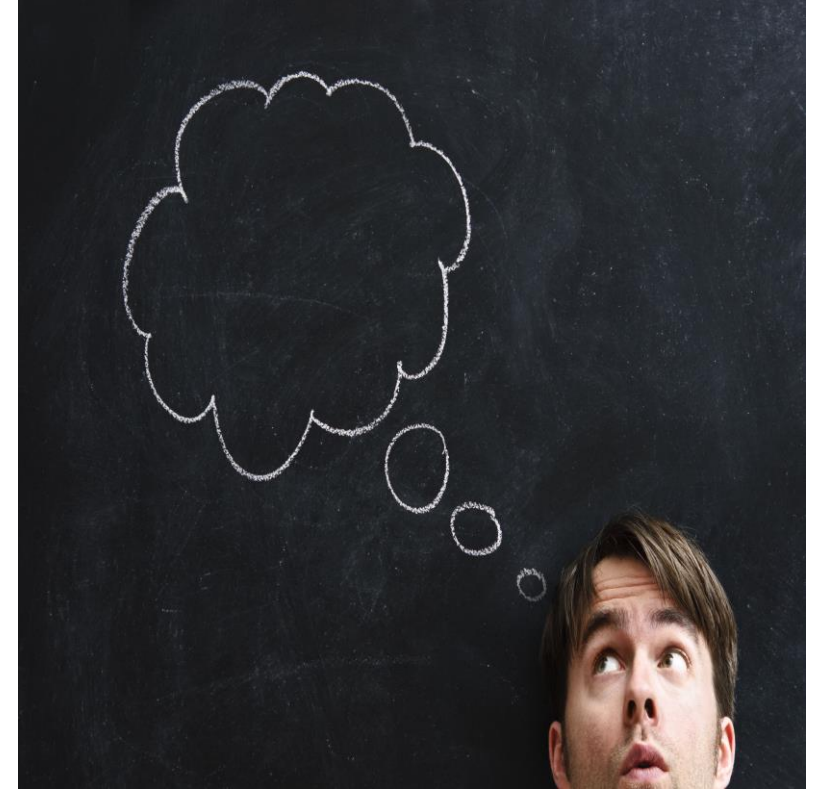


- Toplu atık merkezinden kamyonun radyasyon dedektörleri tarafından taranması sonucu atık içerisinde radyoaktif bir durum olduğu tespit ediliyor.
- Kamyon içindekilerle birlikte ilk atık alım merkezine gönderiliyor. (16. Gün)
- Tıbbi atık içerisinde kaynak bulunuyor.
- Hastane yönetimi medical fizikçiyi bilgilendiriyor.
- Medikal fizikçi kaynağın kontrolleri sonrası kayıp olduğunu doğruluyor ☺
 - Bu süre zarfında hastanede yeni bir hasta tedavisi yok !!!



SEBEP NE????

- Radyoaktif kaynaklar klavuz tellere kaynak yapılarak tutturulur..
- Yüksek Nem varlığında, radyoliz, Nitinol teliyle reaksiyona giren hidrojen florürü üretti ve kaynağı korozif hale getirdi.
- Kaynak; Korozyon sonucu kaynak noktası zayıfladı ve basit bir zorlanmada kaynak noktasından ayrıldı.



ÇIKARILACAK DERSLER!!!!

- Kalite kontrol programlarını içeren:
 - Bütün Radyasyon onkolojisi çalışan ve diğer personelin radyasyon güvenliği eğitimleri yapılmalıdır.
 - Tedavi öncesi rutin kontroller yapılmalı bu konuda eğitim verilmeli ve prosedürler oluşturulmalı
 - Tedavi sırasında uyarılar dikkate alınmalı ve bu konuda geçiştirici önlemler alınmamalıdır.
 - Acil durum eğitimleri yapılmalı prosedürler oluşturulmalı
 - Radyoaktif materyal kullanılarak yapılan tedavilerde gerekli durumlarda acil durum ekipmanlarının kullanımı konusunda prosedürler oluşturulmalı, tatbikat yapılarak eğitim verilmeli



PRATİK ÇALIŞMA!!

Amaç: Kaynağa ait air kerma strength değerini ve aktiviteyi hesaplıcaz.

- Kaynak için üretici firmaya ait gerekli bilgiler(Sertifika!!!)

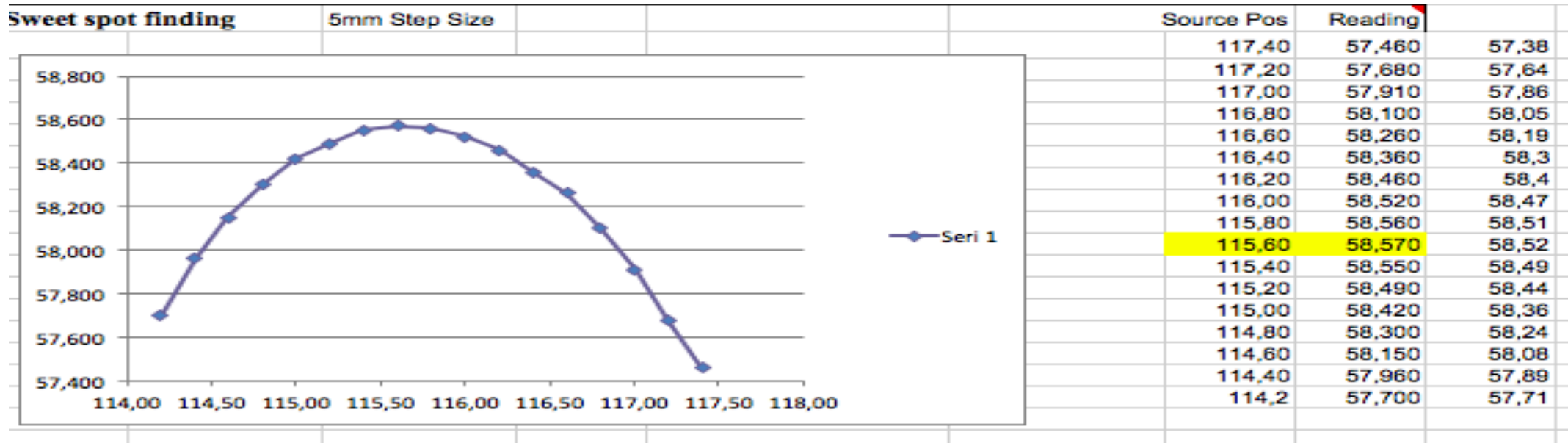
Afterloader	Serial number:						
Source:		^{192}Ir	Model:	Serial No:02-01-7002-001-03092016-11955-41			
Half-Life:				73,83	days		
Air-Kerma : Activity conversion factor				0,109	mGy m ² h ⁻¹ GBq ⁻¹		
Manufacturer's Calibration Air Kerma Strength (S _k):				48,23	mGy m ² h ⁻¹		
Manufacturer's Calibration Date and Time:				9 March 2016	dd/mm/yy hh:mm (24 hr time)		
Manufacturer's Time Zone Difference:				-1	hours		
Current Date and Time:				07 May 2016	dd/mm/yy hh:mm (24 hr time)		
Elapsed Time between Man. Cal. and Current				59,1222	days		
Manufacturer's AKS at Current Date and Time:				27,68	mGy m ² h ⁻¹		

Çevresel düzeltmeler ve İyon odası kalibrasyon değerleri

Chamber:	SI HDR 1000		Electrometer:	SI CDX 2000	
Serial Number:			Serial Number:		
AKS Calib Factor (N_{sk}):	4,644E+05	Gy m ² h ⁻¹ /A	P_{elec}	0,999	nC/reading

Temperature	23,00 °C				
Pressure	752 mmHg		Conversion:760mmHg = 101.33kPa		
P_{tp}	1,014061869				

Max okuma noktasının bulunması (Sweet spot finding)



AKS Hesaplama

AKS calculation						
Sweet Spot Reading in Amps	5,857E-08					
Calibrated Air Kerma Strength (S_k):				27,55	mGy m ² h ⁻¹	
$S_k = \text{Amps } P_{tp} P_{elec} N_{sk}$						
Difference to Manufacturer's Current Air Kerma Strength (%):				-0,46%		
Result Within 5% tolerance?				OK		

Üretici S_k değeri ile bizim ölçüğümüz S_k değeri arasında tolerans %5 !!!

$$A = \frac{\frac{RHK}{(\Gamma_\gamma)_x \times (We)_{hava}}}{0,109}$$



Bulunan Air Kerma Strength kullanılarak Kaynak aktivitesi hesaplanır

PRATİK ÇALIŞMA SONUÇ!!

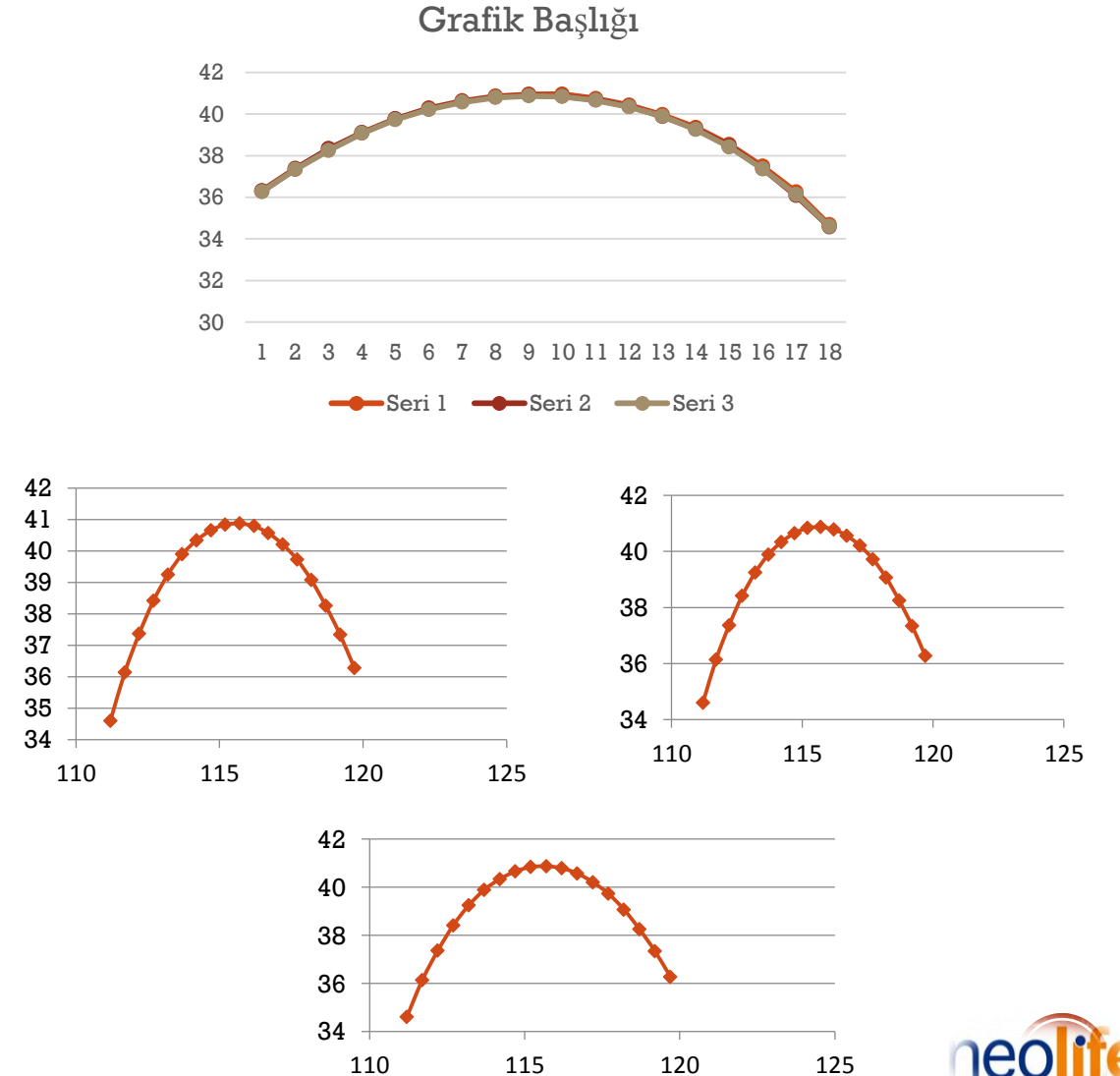
Ölçüm sonuçları

- Her 3 grup içinde maximum sweep point noktası :

1. grup 155.7
2. grup 155.7
3. grup 155.7

- Maximum sweep point için max akım okuma değerleri:

1. 55,137 nA
2. 55,128 nA
3. 55,113 nA



Air Kerma Strength ve Aktivite Değerleri

	Üretici	kalibrasyon anı	kalibrasyon sonucu	fark %
Sk1Grp	45,147	25,61	25,81	0,78
Sk2Grp	45,147	25,61	25,83	0,86
Sk3Grp	45,147	25,61	25,80	0,72
A1Grp	~10	6,436	6,400	0,50
A2Grp	~10	6,436	6,406	0,46
A3Grp	~10	6,436	6,396	0,62

ÖZET!!!

- Üretici firmanın kaynak kalibrasyon değerine; kendi kontrollerimiz yapılarak değerlendirmesi yapılmalıdır.
- Hasta tedavi öncesi günlük QA ler önemlidir.
- Aktif kaynak: Güvenlik tedbirleri alınmalı. Bölüm içi eğitim yapılmalı.
- Yazılı prosedürler geliştirilmeli: Günlük, Aylık, Yıllık kontroller yapılmalı.
- Olası kaza analizleri yapılarak, risk değerlendirmesi yapılmalı, emergency eğitimi mutlaka gerçekleştirilmeli.
- Radyasyon uyarı sistemlerinin çalışılrlığı günlük olarak kontrol edilmeli.
- Planlama sistemi ile Cihaz konsol bilgisayarına girilen değerler mutlaka kontrol edilmeli: Kontrol için Dummy plan oluşturulup: Hesap doğruluğu açısından aktivite ve Dwell positionlar kontrol edilmeli

neolife
tip merke