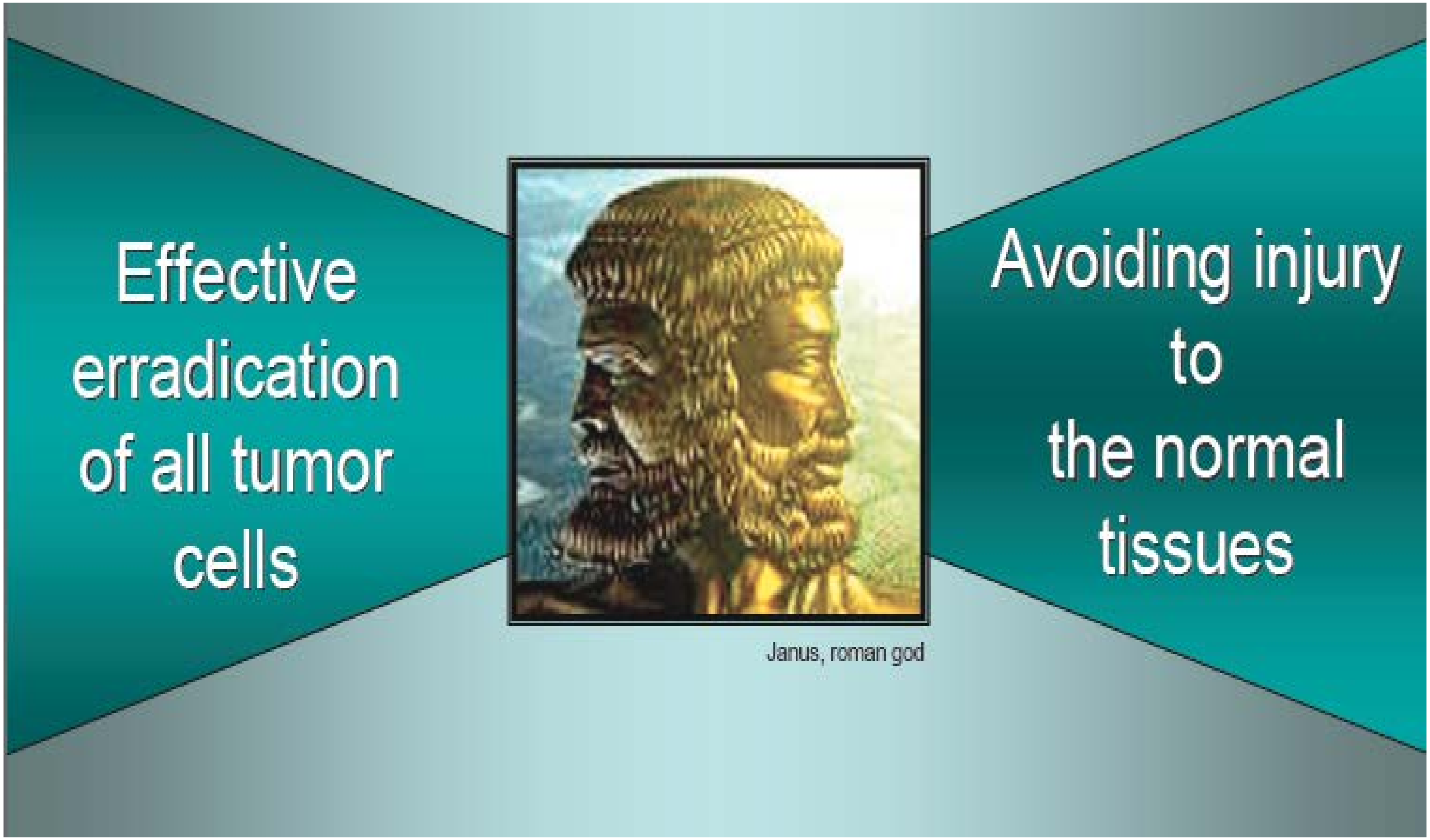
Neden Cyberknife?


Effective erradication of all tumor cells
Avoiding injury to the normal tissues
Janus, roman god

Radyocerrahinin amacı

1. Planlanan Hedef Volüm (PTV) marjını minimize etmek,
2. Hedef volüme yüksek fraksiyon dozlarını vermek,
3. Hedef volüm dışındaki sağlıklı dokuların dozunu azaltmak.

SRS-Teknik gereksinim !!!

- **Hassas doz algoritmaları (Monte Carlo vs.)**
- **Targetin doğru görüntülenmesi**
- **İntrafraksiyon hareketin tespiti / düzeltilmesi**

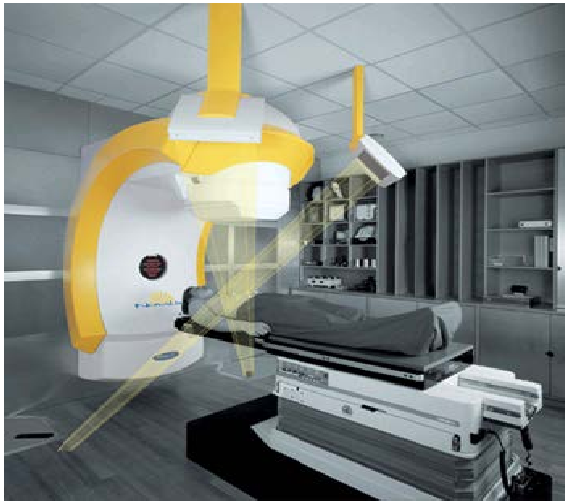
Klinik gereksinim

Optimum doz fraksiyon şemaları

Targetin ve kritik organların konturlanması için daha iyi görüntülenme, füzyon(MR,PET)

RADYOCERRAHİ

- Gamma-knife
- Linak bazlı RC
- Cyberknife
- TomoTherapy



Cyberknife

İzosantrik veya non izosantrik huzmeler

Yüksek target dozu ve target dışında hızlı doz gradyenti

Hassas ve doğru tedavi

Tek veya az sayıda fraksiyonda yüksek doz

A volumetric study of CyberKnife hypofractionated stereotactic radiotherapy as salvage for progressive malignant brain tumors: initial experience

Cole A. Giller*, Brian D. Berger*, Karen Fink[†] and Eleanor Bastian[‡]

*Baylor Radiosurgery Center and [†]Department of Neurology, Baylor University Medical Center, Dallas, TX, USA
[‡]Wellesley College, Wellesley, MA, USA

Tek fraksiyon vs hipofraksiyon karşılaştırması

KONVANSİYONEL FRAKSİYONASYON

HİPOFRAKSİYONASYON

STEREOTAKTİK RADYOCERRAHİ (SRS)

SRS	HİPOFRAKSİYONASYON	KONVANSİYONEL

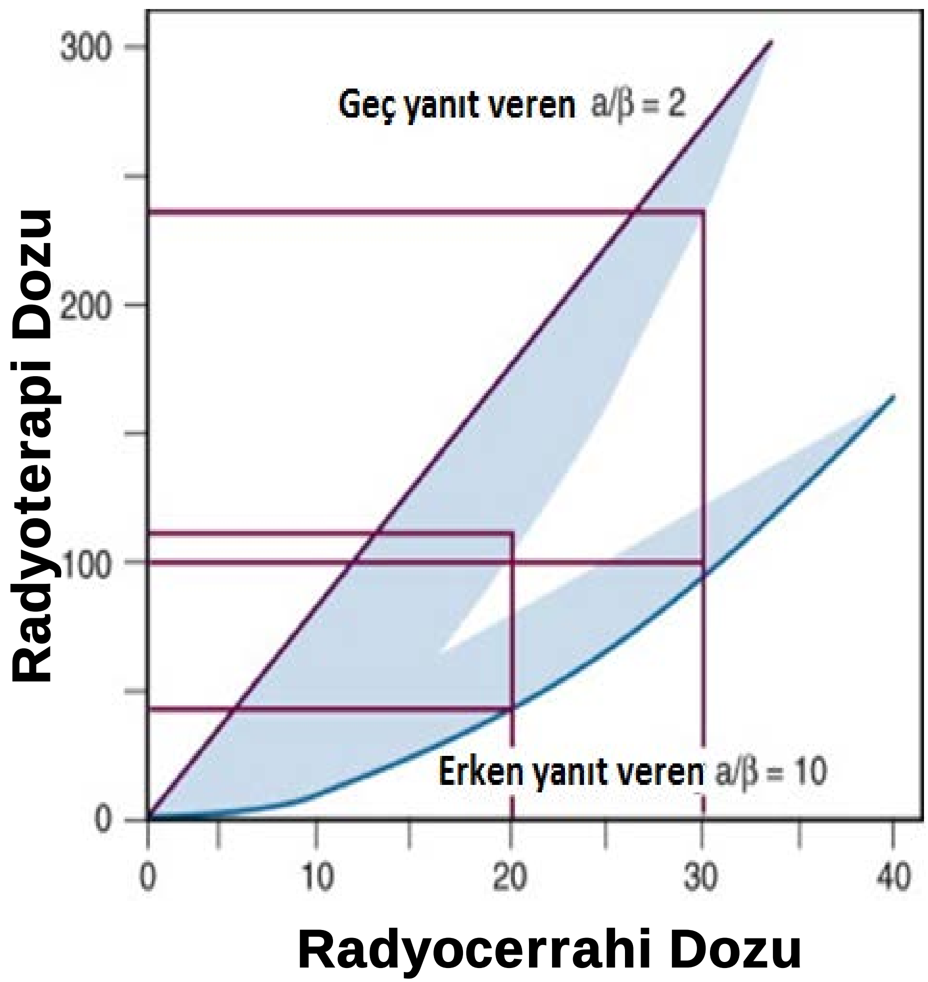
1	5	**Fraksiyon sayısı**	35	45
>5Gy		**Fraksiyon büyüklüğü**	1.8 – 2.0 Gy	

BİYOLOJİK AMAÇ

Tümör kontrolü	**Normal doku koruması**

Fraksiyonasyonun etkisi

- Fraksiyonasyon sinir dokusunu korur (optik sinirin α/β oranı küçüktür: <3 Gy).
- Hipofiz adenomunun α/β oranı bilinmiyor. Eğer optik sinirin α/β oranından büyükse hipofiz adenomunun tedavisinde fraksiyone tedavilerin, RC'den daha etkili olması beklenir.



Mehta MP: The physical, biologic, and clinical basis of radiosurgery, Curr Probl Cancer 19(5):265-329, 1995.

Radyocerrahi biyolojisi

Küçük hacme bir fr'da tedavi: Normal dokuya etkisi tümörde oluşan etkisinden daha fazla

Olumsuz etkileri:

- Işınlanan normal doku hacmi çok küçük olmalı
- Redistribüsyon etkisinin görülmemesi
- Reoksijenasyon etkisinin ortadan kalkması

Olumlu etkileri:

- Minimal toksisite ile klinik etkinlik
- Repopulasyon minimal
- Fraksiyonlar arası belirsizliklerin olmaması
- Tedavi alanındaki normal doku hacminin en aza indirilmesi nedeniyle yüksek doz radyasyon verilebilmesi

Radyocerrahide Lineer Quadratik Modelin Uygunsuzluğu

- Fraksiyone radyoterapinin biyolojik etkisini doğru hesaplayan LQM'in hipofraksiyone tedavinin etkisini olduğundan düşük, bir fraksiyonda tedavinin etkisini olduğundan yüksek hesapladığı deneysel çalışmalarda gösterildi.

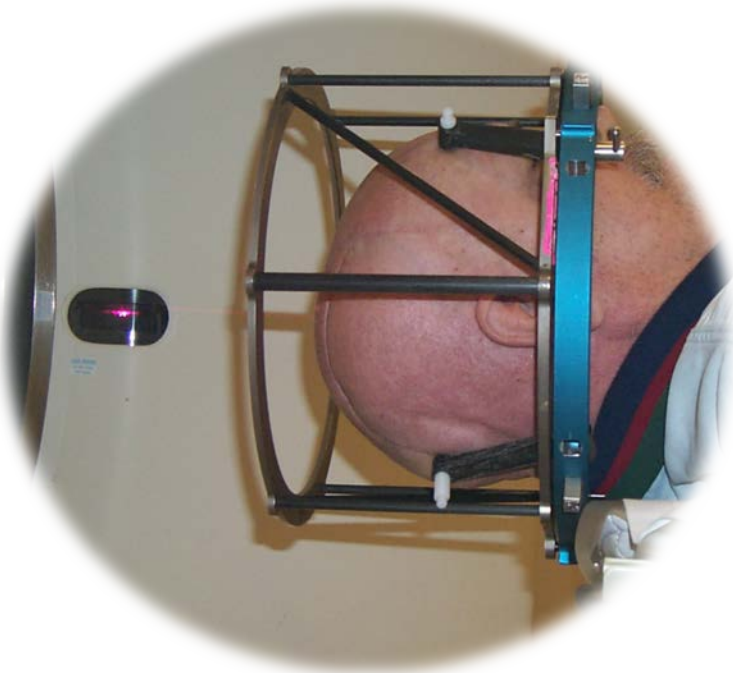
- *In vitro* deneylere kıyasla *In vivo* deneylerde, muhtemelen reoksijenasyon nedeniyle hesaplanan ile gerçekleşen biyolojik etki farkı daha da belirgindir.

- BED in vivo tümör yanıtının ölçülmesinde kesinlikle güvenilmez bir ölçektir. 2-5 fr aralığında basit bir şekilde toplam doz, tümörün radyasyon yanıtının daha iyi bir ölçüsü olabilir.

Shibamoto, Inadequacy of using the LQM in high dose per fraction RT: In vitro and in vivo study, Radiother Oncol, 2012

Neden Cyberknife?





Radiotherapy and Oncology 80 (2006) 268–273
www.thegreenjournal.com

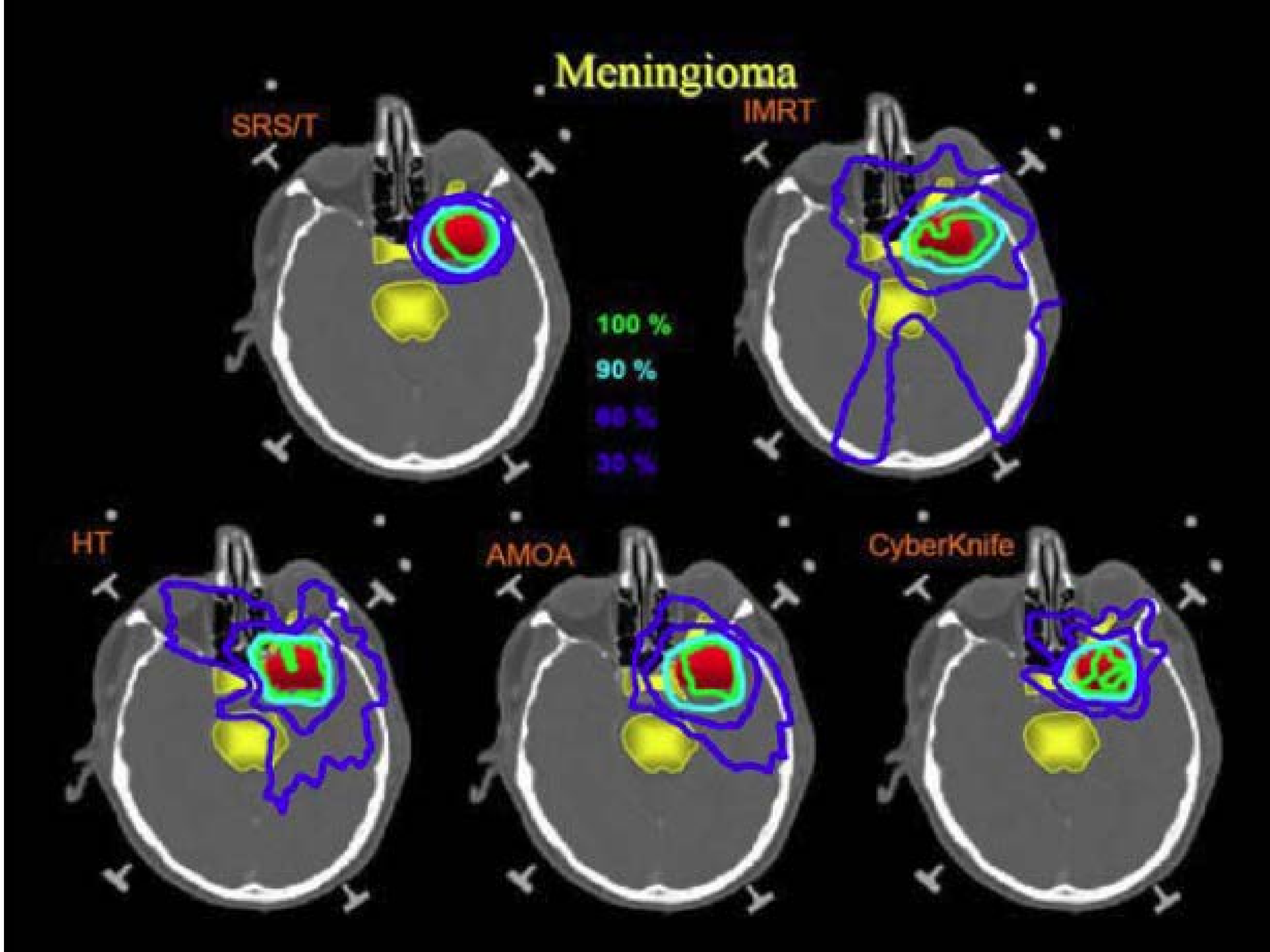
Medical Physics

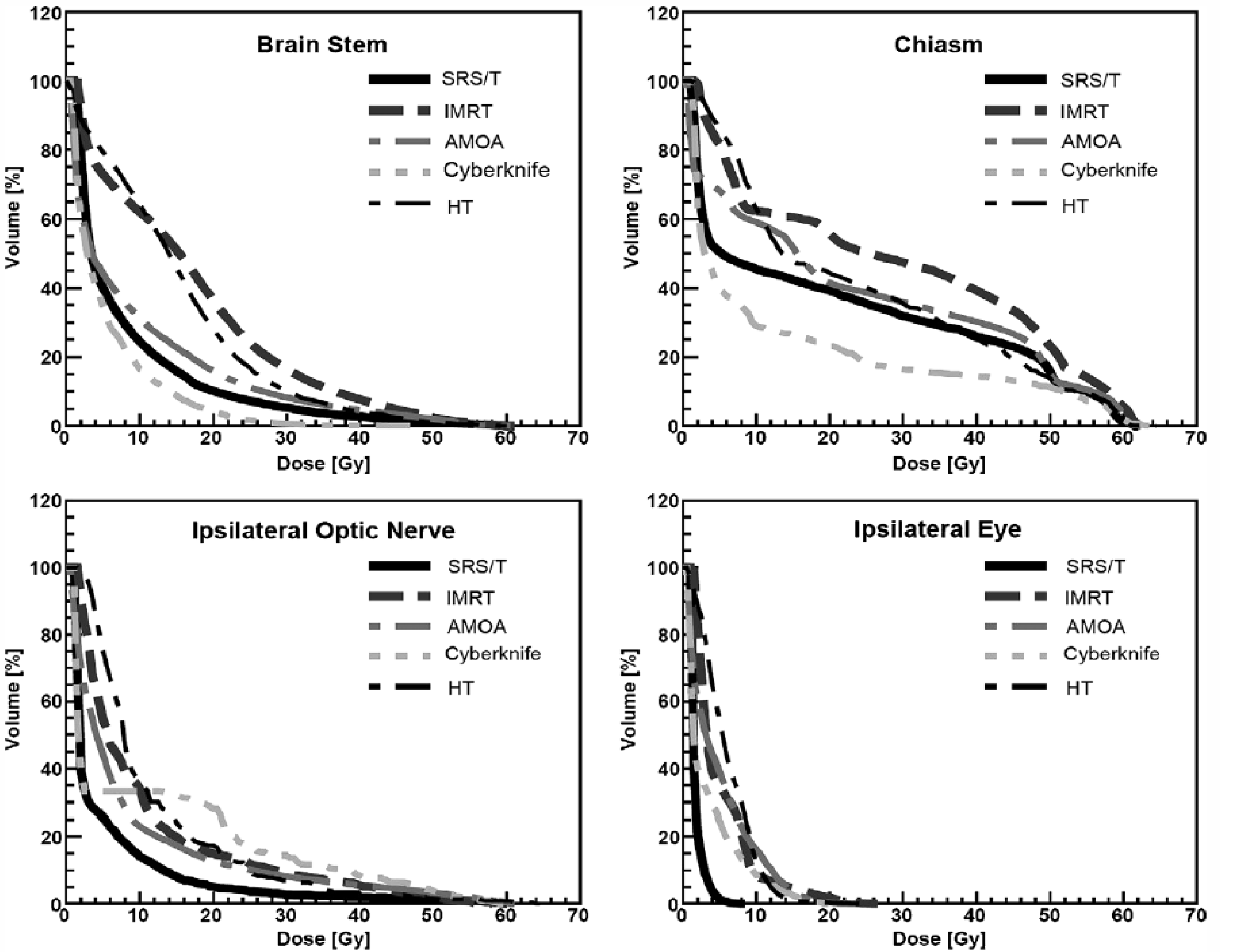
Comparison of advanced irradiation techniques with photons for benign intracranial tumours

L. Cozzi[a,*], A. Clivio[a,b], G. Bauman[c], S. Cora[e], G. Nicolini[a], R. Pellegrini[d], E. Vanetti[a,b], S. Yartsev[c], A. Fogliata[a]

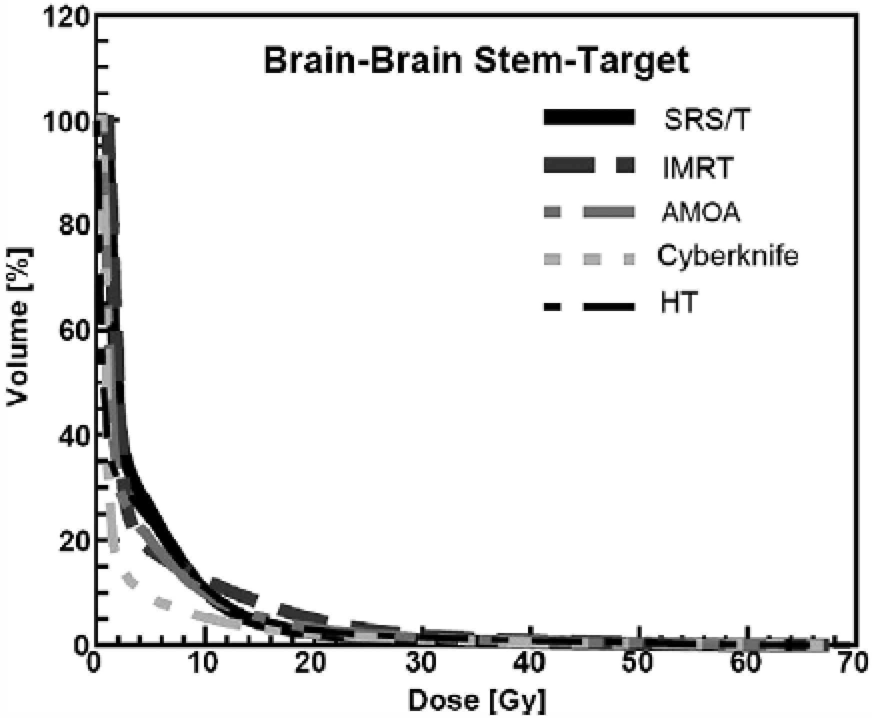
[a] *Oncology Institute of Southern Switzerland, Medical Physics, Bellinzona, Switzerland,* [b] *University of Milan, Medical Physics Specialisation School, Milan, Italy,* [c] *London Regional Cancer Program, London Health Sciences Centre, London, Ont., Canada,* [d] *3-D Line Medical Systems srl. Milan, Italy,* [e] *Ospedale di Vicenza, Medical Physics, Vicenza, Italy*

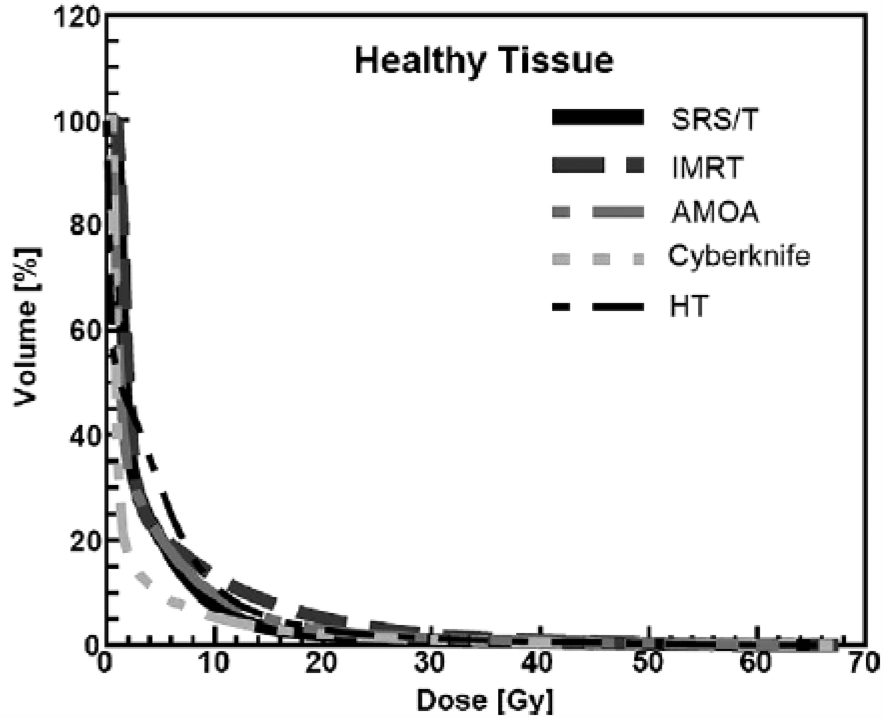
- **Stereotactic arc (SRS/T)**
  - Non coplanar arc 20-40 mm konik kolimator
- **Dynamic intensity-modulated arc radiation therapy (AMOA)**
  - 20-40 derece 3-5 arc, tek isocenter
- **Intensity modulation (IMRT)**
  - 5mm MLC
- **Cyberknife**
  - 120-150 ışın
- **Helical tomotherapy (HT)**
  - 0,625mm 64 MLC


Meningioma
SRS/T
IMRT
100 %
90 %
HT
AMOA
CyberKnife



Brain Stem
Chiasm
Ipsilateral Optic Nerve
Ipsilateral Eye
SRS/T
IMRT
AMOA
Cyberknife
HT
Volume [%]
Dose [Gy]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
100
120





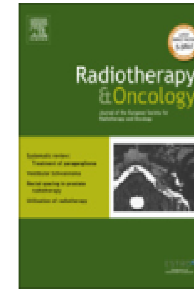
L. Cozzi et al. / Radiotherapy and Oncology 80 (2006) 268–273

Radiotherapy and Oncology 106 (2013) 192–197

Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Radiotherapy and Oncology

journal homepage: www.thegreenjournal.com



Vestibular Schwannoma

Dosimetric comparison of different treatment modalities for stereotactic radiosurgery of arteriovenous malformations and acoustic neuromas

Thierry Gevaert [a,b,*], Marc Levivier [c], Thomas Lacornerie [d], Dirk Verellen [a,b], Benedikt Engels [a,b], Nick Reynaert [d], Koen Tournel [a,b], Michael Duchateau [a,b], Truus Reynders [a,b], Tom Depuydt [a,b], Christine Collen [a,b], Eric Lartigau [d], Mark De Ridder [a,b]

[a] Universitair Ziekenhuis Brussel; [b] Vrije Universiteit Brussel, Belgium; [c] Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Lausanne, Switzerland; [d] Centre Oscar Lambret, Lille, France

ABSTRACT

Purpose: We investigated the influence of beam modulation on treatment planning by comparing four available stereotactic radiosurgery (SRS) modalities: Gamma-Knife-Perfexion, Novalis-Tx Dynamic-Conformal-Arc (DCA) and Dynamic-Multileaf-Collimation-Intensity-Modulated-radiotherapy (DMLC-IMRT), and Cyberknife.

Material and methods: Patients with arteriovenous malformation ($n = 10$) or acoustic neuromas ($n = 5$) were planned with different treatment modalities. Paddick conformity index (CI), dose heterogeneity (D_H), gradient index (GI) and beam-on time were used as dosimetric indices.

Results: Gamma-Knife-Perfexion can achieve high degree of conformity (CI = 0.77 ± 0.04) with limited low-doses (GI = 2.59 ± 0.10) surrounding the inhomogeneous dose distribution (D_H = 0.84 ± 0.05) at the cost of treatment time (68.1 min ± 27.5). Novalis-Tx-DCA improved this inhomogeneity (D_H = 0.30 ± 0.03) and treatment time (16.8 min ± 2.2) at the cost of conformity (CI = 0.66 ± 0.04) and Novalis-TX-DMLC-IMRT improved the DCA CI (CI = 0.68 ± 0.04) and inhomogeneity (D_H = 0.18 ± 0.05) at the cost of low-doses (GI = 3.94 ± 0.92) and treatment time (21.7 min ± 3.4) ($p < 0.01$). Cyberknife achieved comparable conformity (CI = 0.77 ± 0.06) at the cost of low-doses (GI = 3.48 ± 0.47) surrounding the homogeneous (D_H = 0.22 ± 0.02) dose distribution and treatment time (28.4 min ± 8.1) ($p < 0.01$).

Conclusions: Gamma-Knife-Perfexion will comply with all SRS constraints (high conformity while minimizing low-dose spread). Multiple focal entries (Gamma-Knife-Perfexion and Cyberknife) will achieve better conformity than High-Definition-MLC of Novalis-Tx at the cost of treatment time. Non-isocentric beams (Cyberknife) or IMRT-beams (Novalis-Tx-DMLC-IMRT) will spread more low-dose than multiple isocenters (Gamma-Knife-Perfexion) or dynamic arcs (Novalis-Tx-DCA). Inverse planning and modulated fluences (Novalis-Tx-DMLC-IMRT and CyberKnife) will deliver the most homogeneous treatment. Furthermore, Linac-based systems (Novalis and Cyberknife) can perform image verification at the time of treatment delivery.

 Radiotherapy and Oncology 106 (2013) 192–197

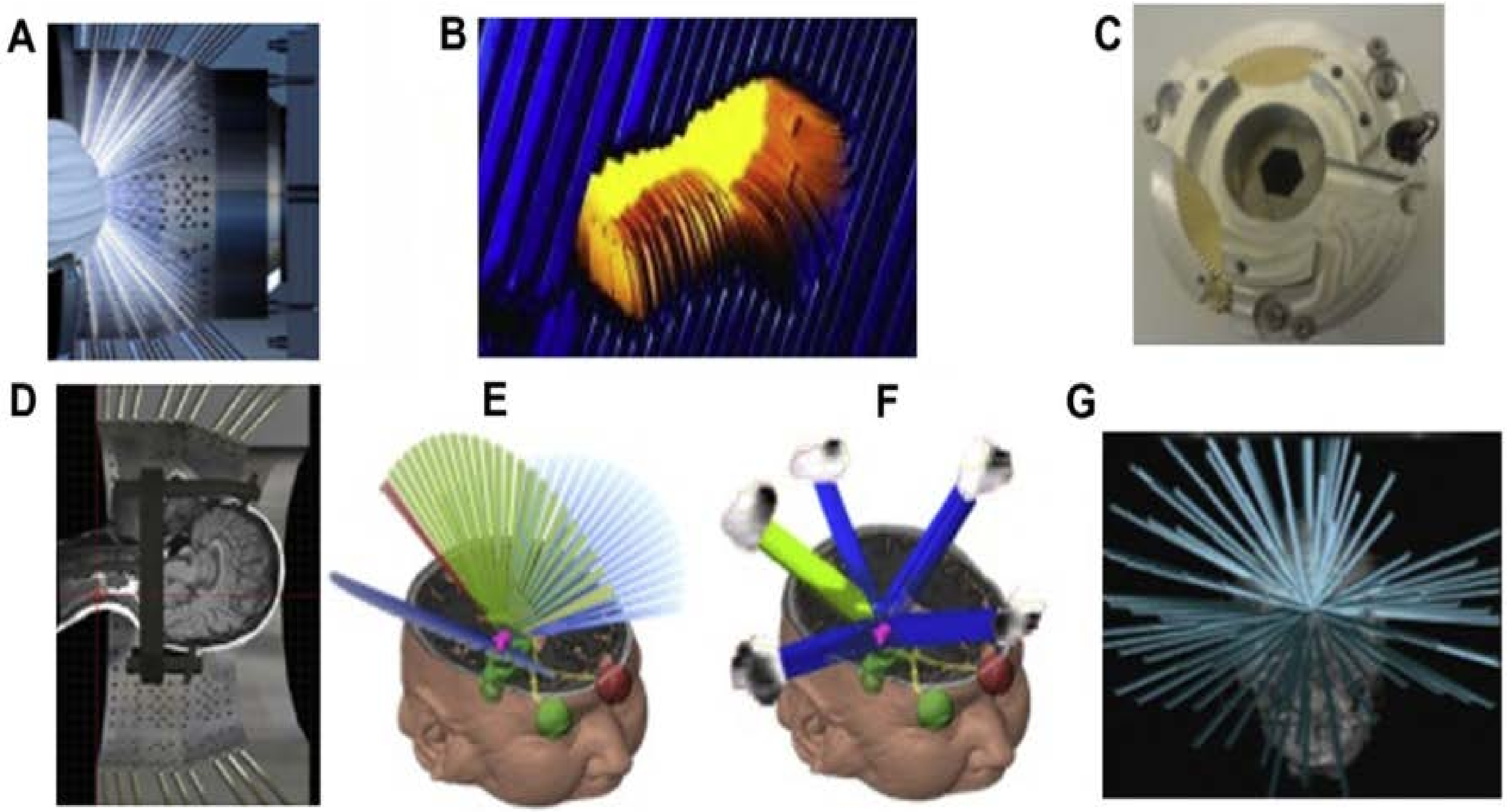


Fig. 1. Different beam modulations: the Gamma Knife Perfexion uses 192 cobalt-60 sources arranged in a cylindrical configuration in five rings (A) with three different collimator sizes (4-, 8-, and 16-mm). The beam size changed automatically by moving 24 sources over the selected collimator set (D) (Courtesy of Elekta). The Novalis Tx uses a HDMLC (B) with the DCA (E) or DMLC technique (F) (Courtesy of Brainlab). The Cyberknife uses dodecagon collimator (C) with multiple focal entries (G) (Courtesy of Accuray).

Table 1
The dosimetric results of the Gamma Knife Perfexion, Novalis DCA and IMRT, and Cyberknife systems.

		Perfexion	Novalis Tx		Cyberknife
			DCA	IMRT	
Maximum dose	Mean	33.93	21.31	21.39	21.16
	SD	7.59	4.58	4.88	4.61
	Mean acoustic neurinomas	24.26	15.48	14.92	15.25
	SD	0.21	0.57	0.34	0.56
	Mean arteriovenous malformation	38.77	24.23	24.63	24.13
	SD	3.42	2.03	1.45	1.93
Paddick conformity index	Mean	0.77	0.66	0.68	0.77
	SD	0.04	0.04	0.04	0.06
	Min	0.68	0.59	0.52	0.67
	Max	0.84	0.74	0.89	0.85
	Mean acoustic neuromas	0.76	0.67	0.66	0.75
	SD	0.04	0.05	0.06	0.06
	Mean arteriovenous malformation	0.80	0.65	0.70	0.80
	SD	0.04	0.03	0.06	0.04
Dose heterogeneity index	Mean	0.84	0.30	0.18	0.22
	SD	0.05	0.03	0.05	0.02
	Min	0.71	0.25	0.09	0.21
	Max	0.92	0.35	0.28	0.26
	Mean acoustic neuromas	0.83	0.29	0.18	0.22
	SD	0.05	0.03	0.06	0.02
	Mean arteriovenous malformation	0.86	0.32	0.18	0.21
	SD	0.03	0.03	0.04	0.01
Gradient index	Mean	2.59	3.16	3.94	3.48
	SD	0.10	0.55	0.92	0.47
	Min	2.47	2.48	2.74	2.81
	Max	2.81	4.45	6.00	4.54
	Mean acoustic neuromas	2.55	3.00	3.52	3.41
	SD	0.07	0.36	0.64	0.46
	Mean arteriovenous malformation	2.68	3.77	4.78	3.62
	SD	0.11	0.51	0.85	0.49
Treatment time	Mean	68.1	16.8	21.7	28.4
	SD	27.5	2.2	3.4	8.1

Report of AAPM TG 135: Quality assurance for robotic radiosurgery

Sonja Dieterich
Stanford University Cancer Center, Stanford, California 94305

Carlo Cavedon
Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata di Verona, U.O. di Fisica Sanitaria, Verona, 37126 Italy

Cynthia F. Chuang
University of California San Francisco, Department of Radiation Oncology, San Francisco, California 94143-0226

Alan B. Cohen
Accuray Inc, Sunnyvale, California 94089

Jeffrey A. Garrett
Mississippi Baptist Medical Center, Jackson, Mississippi 39202

Charles L. Lee
CK Solutions, Inc., Edmond, Oklahoma 73034

Jessica R. Lowenstein
UT MD Anderson Cancer Center, Houston, Texas 77030

Maximian F. d'Souza
St Anthony Hospital, Oklahoma City, Oklahoma 73101

David D. Taylor Jr.
US Radiosurgery, Nashville, Tennessee 80304

Xiaodong Wu
University of Miami, Department of Radiation Oncology, Miami, Florida 33101

Cheng Yu
USC Keck School of Medicine, Los Angeles, California 90033

(Received 31 August 2010; revised 18 February 2011; accepted for publication 28 February 2011; published 25 May 2011)

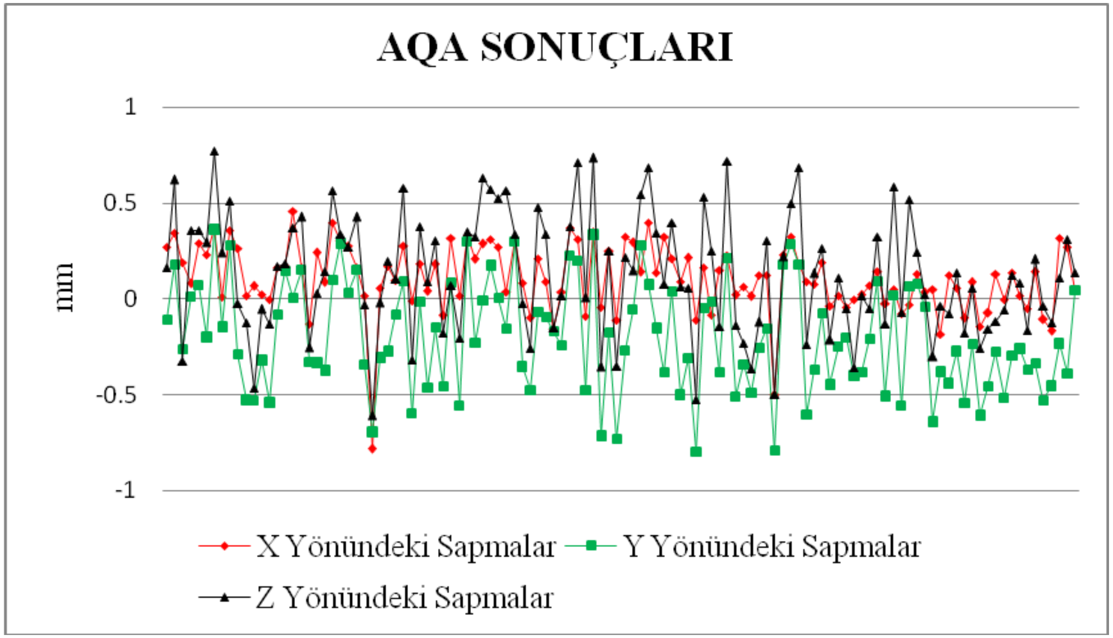
Cyberknife Cihazında Kalite Kontrol

AQA Testi

- CyberKnife cihazının hedefleme doğruluğunu ölçen bir testtir.
- Radyoopak metal bir küre içeren AQA fantomuna yatay ve dikey olarak iki adet film yerleştirilir.
- Bir AP ve bir lateral ışın içeren QA planı yapılır.
- Fantom bu plan doğrultusunda ışınlanır.
- Filmler özel bir yazılım programıyla değerlendirilir.
- Günlük olarak yapılır.

Cyberknife Cihazında Kalite Kontrol

✓ <u>AQA Testi Bulguları</u>



MERKEZDEN SAPMA DEĞERLERİ

X yönünde;
0,10±0.18 mm

Y yönünde;
-0,31±0,21 mm

Z yönünde;
0,33±0,16 mm

olarak bulunmuştur.

Cyberknife Cihazında Kalite Kontrol

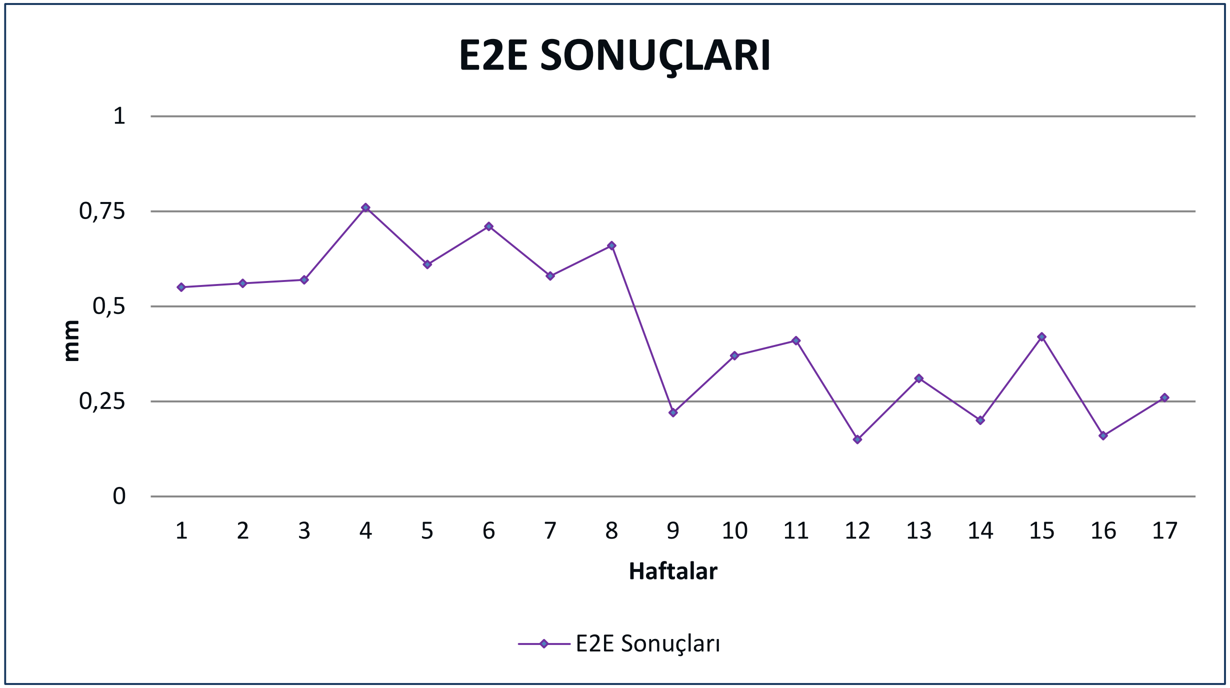
Ne çektim şu fizikçilerden be….

E2E Testi

Geometrik doğruluğu etkileyen tüm parametreleri hesaba katan bir testtir.

Cyberknife Cihazında Kalite Kontrol

✓ <u>E2E Testi Bulguları</u>



Ortalama toplam sistem hatası 0,44±0,19 mm.

SRS-Teknik gereksinim

- **Hassas doz algoritmaları (Monte Carlo)**
- **Targetin doğru görüntülenmesi**
- **İntrafraksiyon hareketin tespiti / düzeltilmesi**

Cyberknife'ın zayıf yanları

- **4 lezyondan fazlası, target konformitesini bozuyor.**
- **Normal beyin dokusu çok fazla ışınlanıyor.**
- **5mm Cone-Output ölçümleri HATALI !!!**

Çıkarın beni buradannn…..

Ben de kafaya çakıyorum ama benimkiler acıtmıyor…!!!