



# **“Neurochirurgie heute, Neurochirurgie morgen”**

**Prof. Marc Levivier**

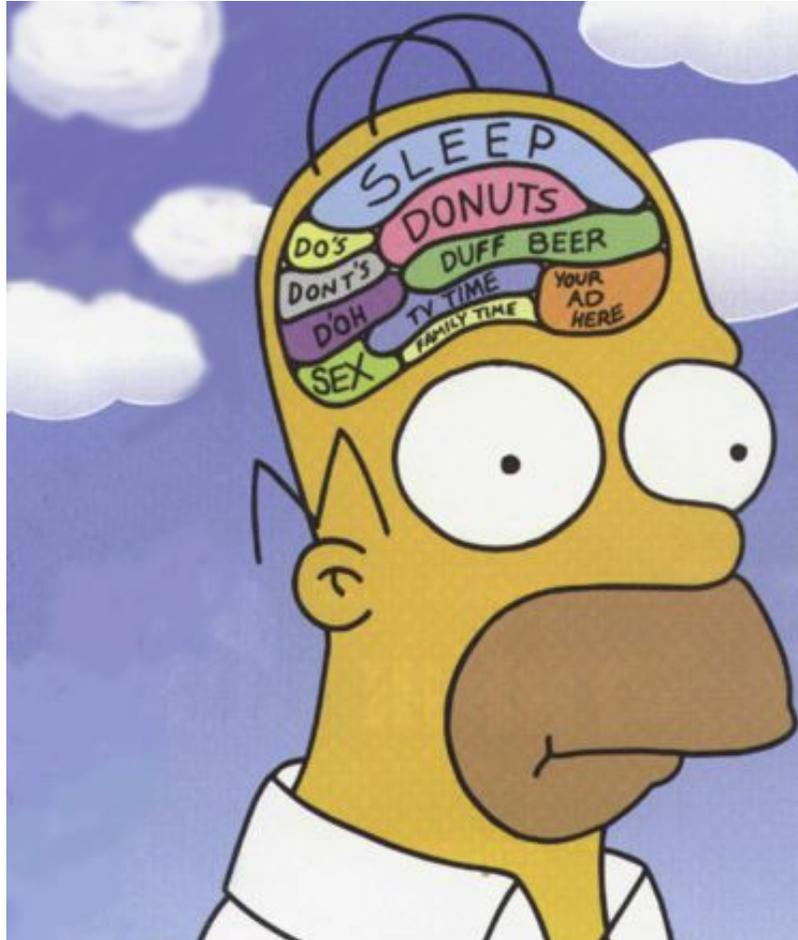
**9. März 2013**

# Marc Levivier

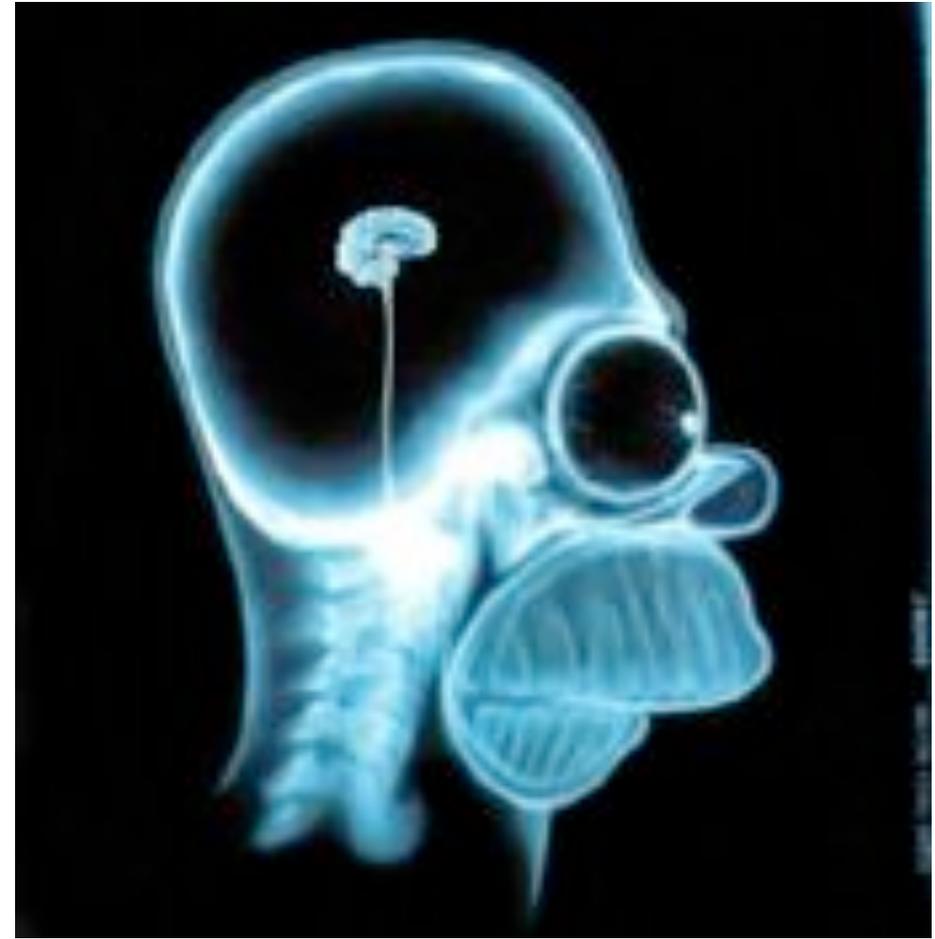
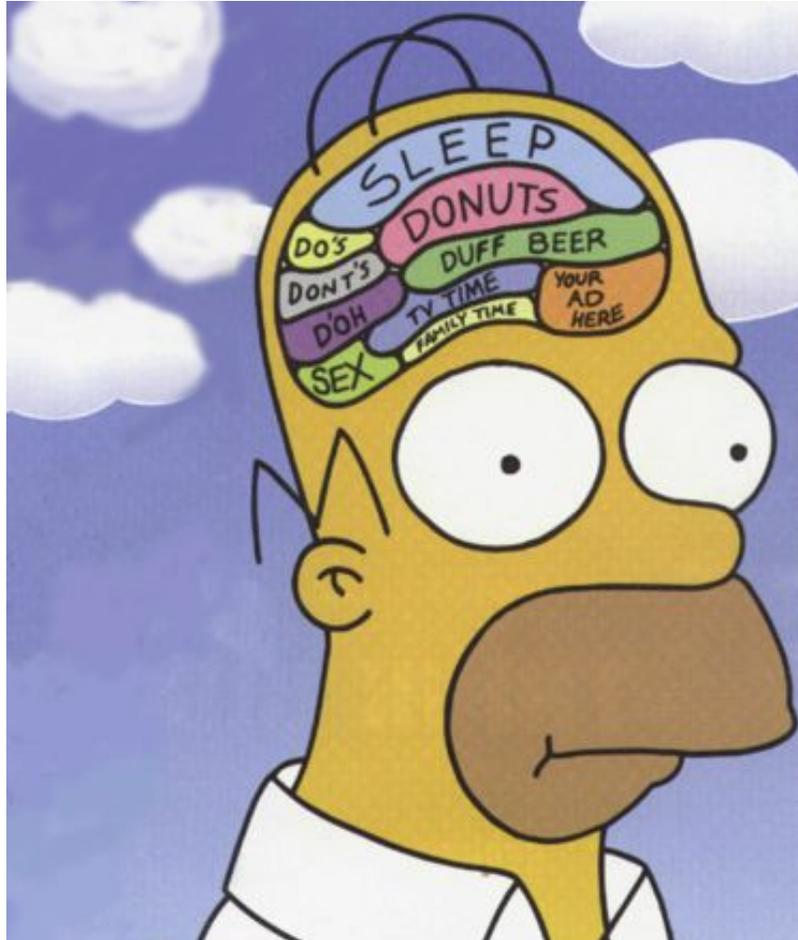
- Geboren am 6. September 1959  
Belgischer Nationalität
- *Université Libre de Bruxelles:*  
Arztdiplom 1984  
Spezialisiert auf Neurochirurgie, 1990  
Berechtigung an einer Universität zu lehren (Ph.D.), 1995
- Imaging in der Neurochirurgie
  - Stereotaxie, 1986
  - Neuronavigation, 1992
  - Gamma Knife, 1999
- 2007 : Chefarzt, CHUV  
Ordentlicher Professor, UNIL
- 2010 : Einweihung des CHUV Gamma Knife Center



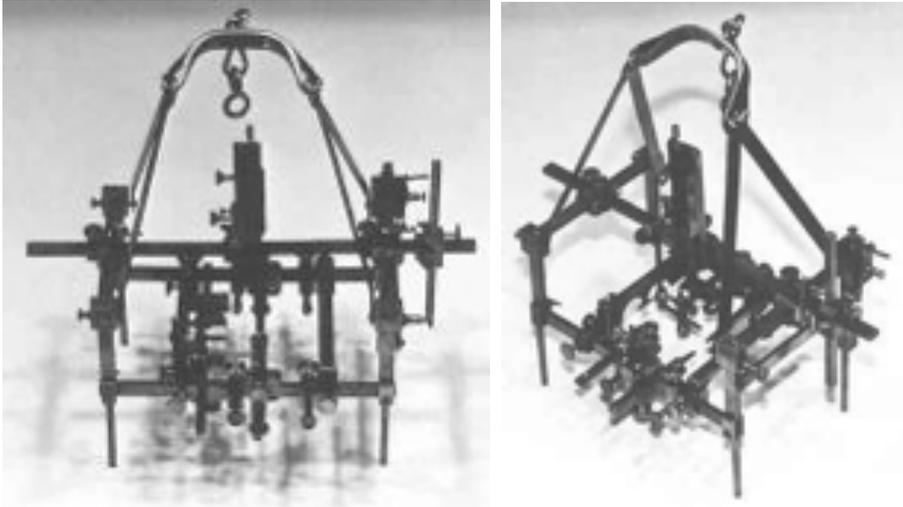
# Neurochirurgie mit Hilfe von Bildern



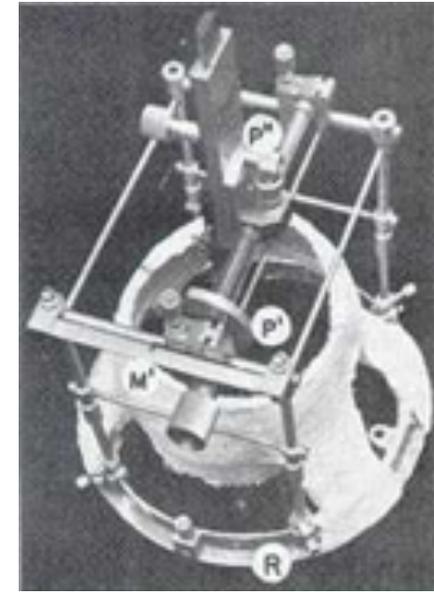
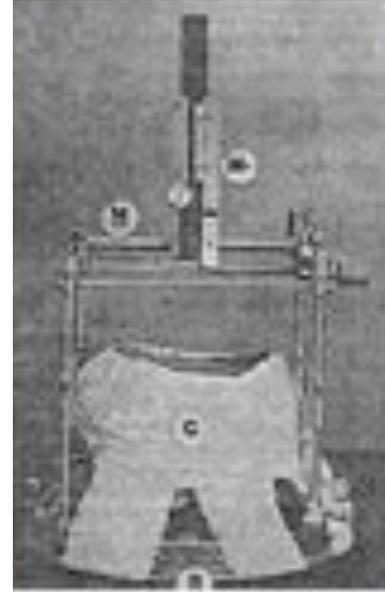
**Grosse Variabilität zwischen den oberflächlichen  
Bezugspunkten und den tiefgelegenen Strukturen**



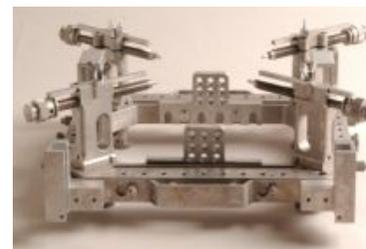
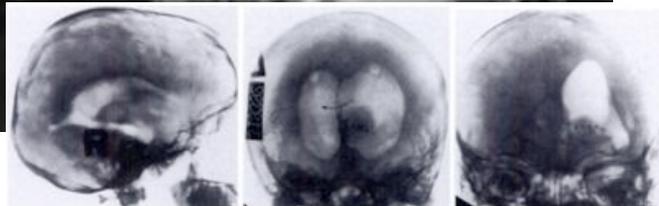
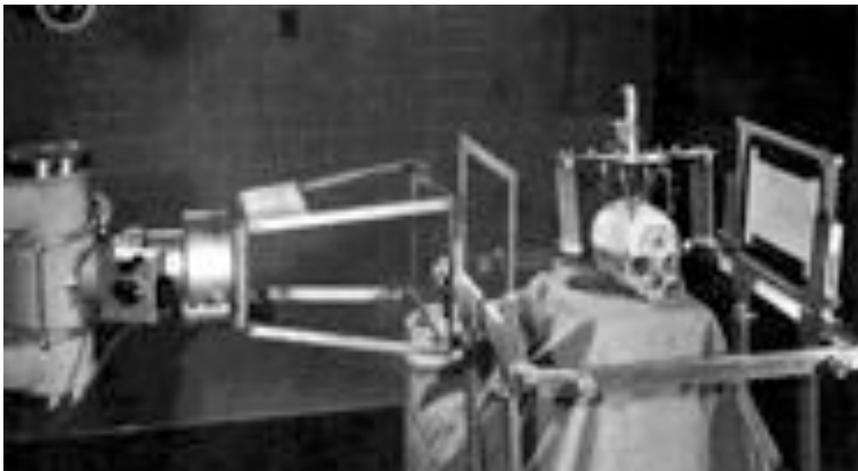
**Grosse Variabilität zwischen den oberflächlichen  
Bezugspunkten und den tiefgelegenen Strukturen  
⇒ Informationen der bildgebenden Verfahren in der  
Medizin**



**1906-1908 Horsley & Clarke  
(Atlas Wahrzeichen aus dem Schädel)**



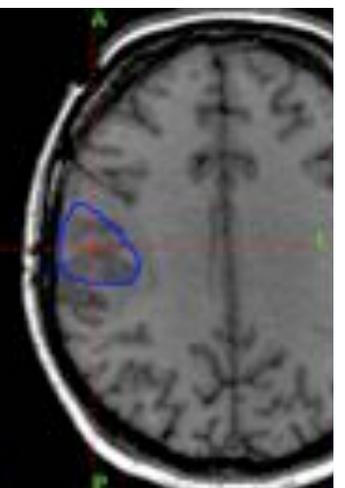
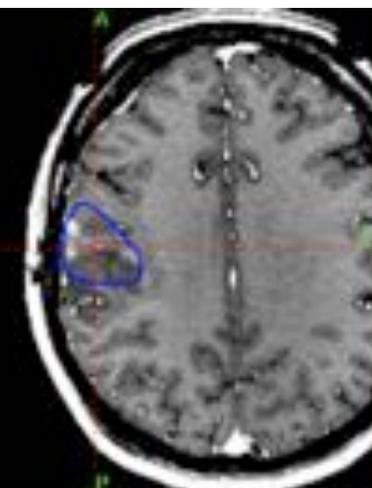
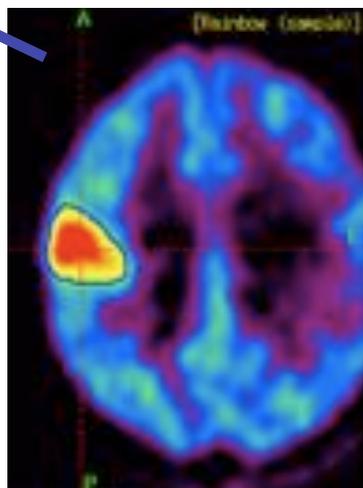
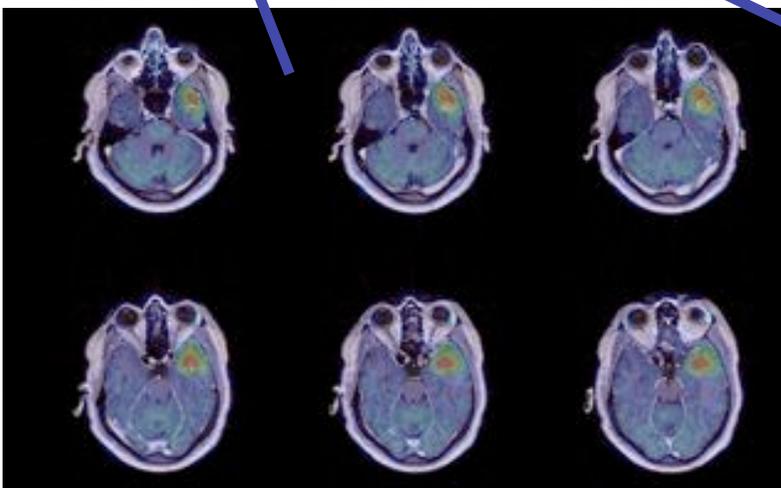
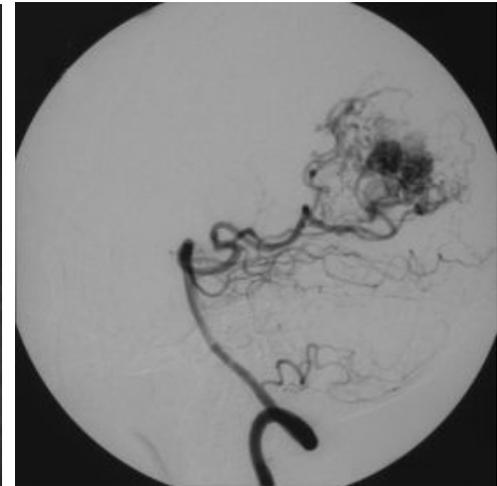
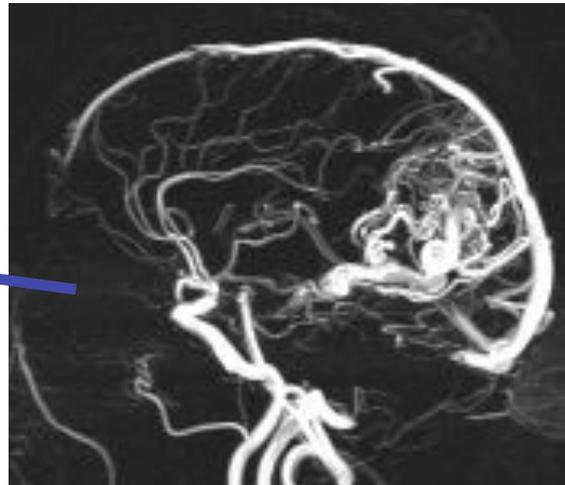
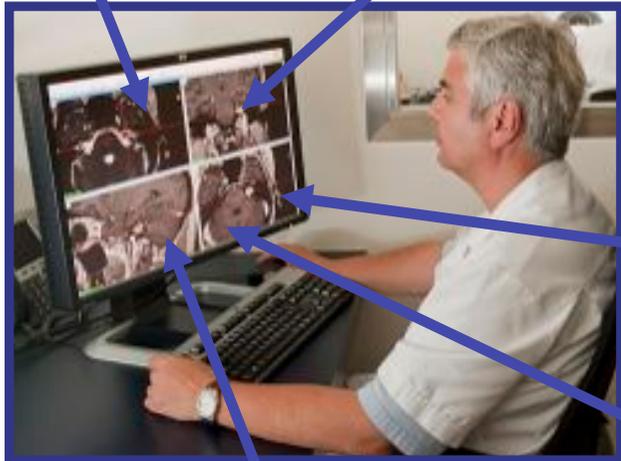
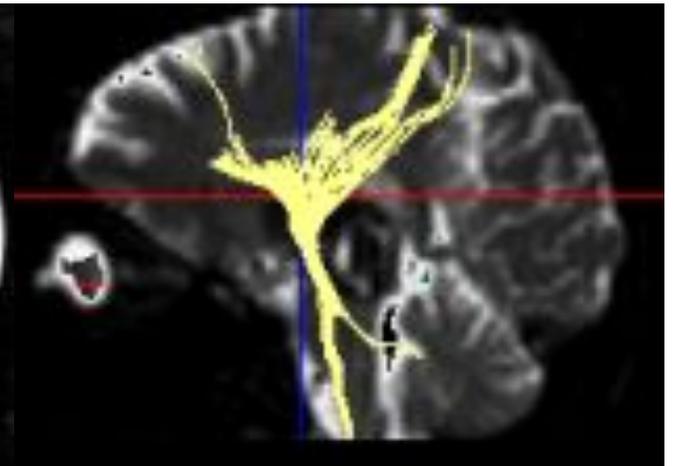
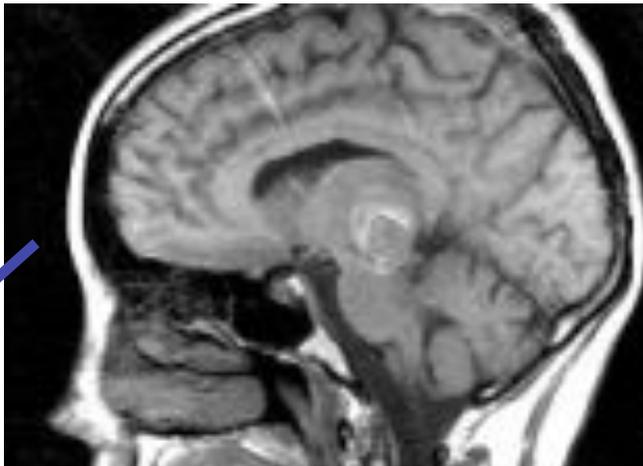
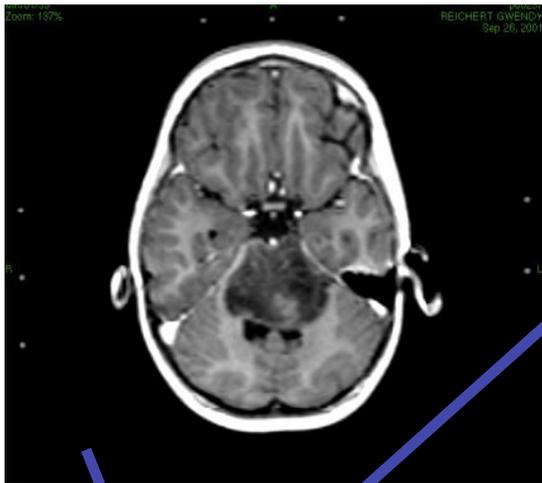
**1946 Spiegel & Wycis  
(Radiographie & Ventriculographie)**

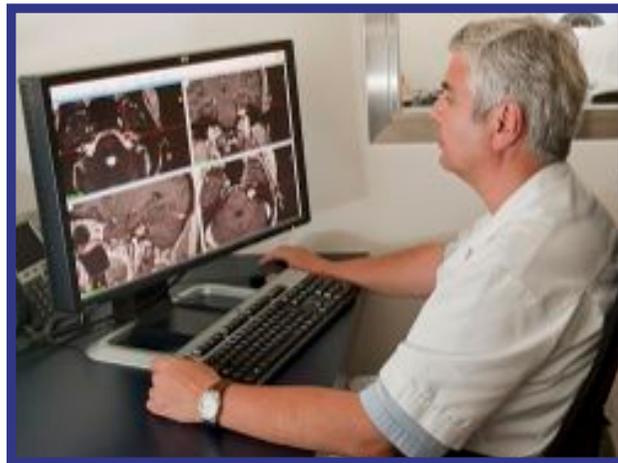


**1949 Talairach**



**1949 Leksell**





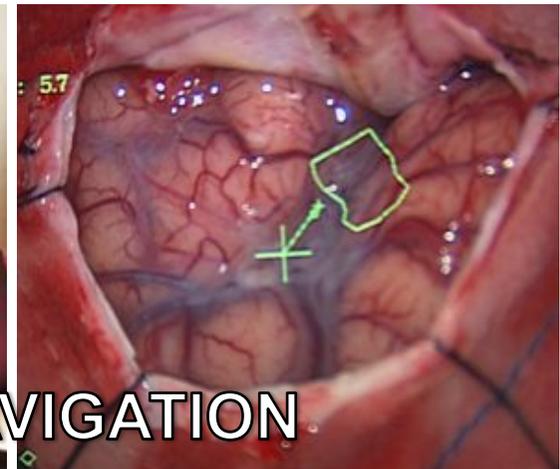
# Computergestütztes Operationsverfahren aus der Neurochirurgie



STEREOTAXIE



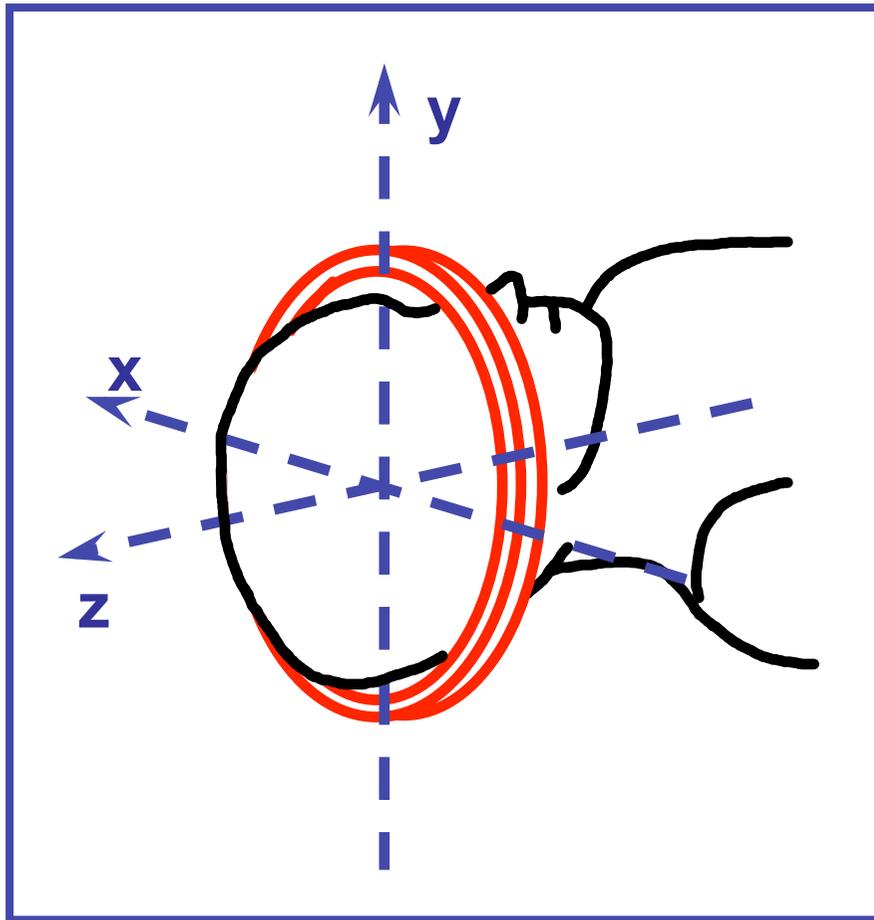
NEURONAVIGATION



RADIOCHIRURGIE  
(GAMMA KNIFE)



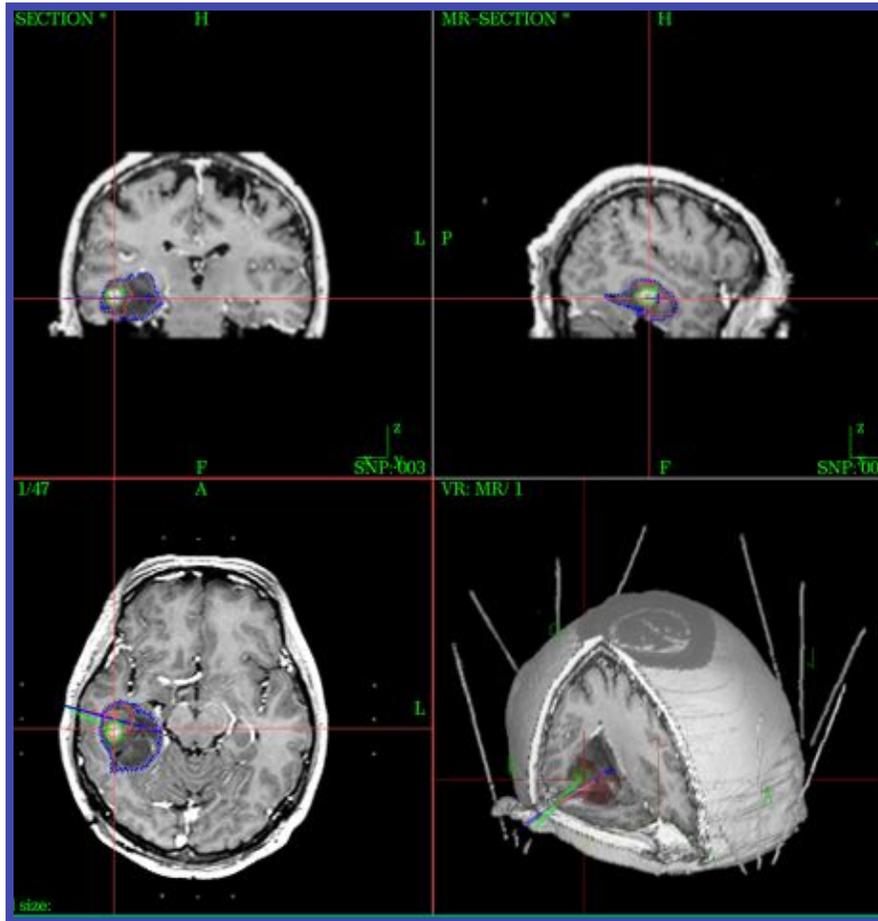
# DIE STEREOTAXIE



## PRINZIP :

- **AM KOPF BEFESTIGTES REFERENZSYSTEM (STEREOTAXIE RAHMEN)**  
→ **KOORDINATEN**
- **MIT HILFE VON COMPUTERTECHNIK UND ENTSPRECHENDER BILDGEBUNG (CT, MRT, PET) BERECHNUNG DER KOORDINATEN (VORRAUSBERECHNUNG DES EINGRIFFS)**  
→ **ZIEL**  
→ **ZUGANGSWEG**  
**= PLANUNG**
- **ALLE BILDDATEN WERDEN MIT MODERNSTER COMPUTERTECHNOLOGIE AUF DAS PLANUNGSSYSTEM DES GAMMA KNIFE UEBERTRAGEN**

# DIE STEREOTAXIE



## PRINZIP :

- AM KOPF BEFESTIGTES REFERENZSYSTEM (STEREOTAXIE RAHMEN) → KOORDINATEN
- MIT HILFE VON COMPUTERTECHNIK UND ENTSPRECHENDER BILDGEBUNG (CT, MRT, PET) BERECHNUNG DER KOORDINATEN (VORRAUSBERECHNUNG DES EINGRIFFS)
  - ZIEL
  - ZUGANGSWEG= PLANUNG
- ALLE BILDDATEN WERDEN MIT MODERNSTER COMPUTERTECHNOLOGIE AUF DAS PLANUNGSSYSTEM DES GAMMA KNIFE UEBERTRAGEN

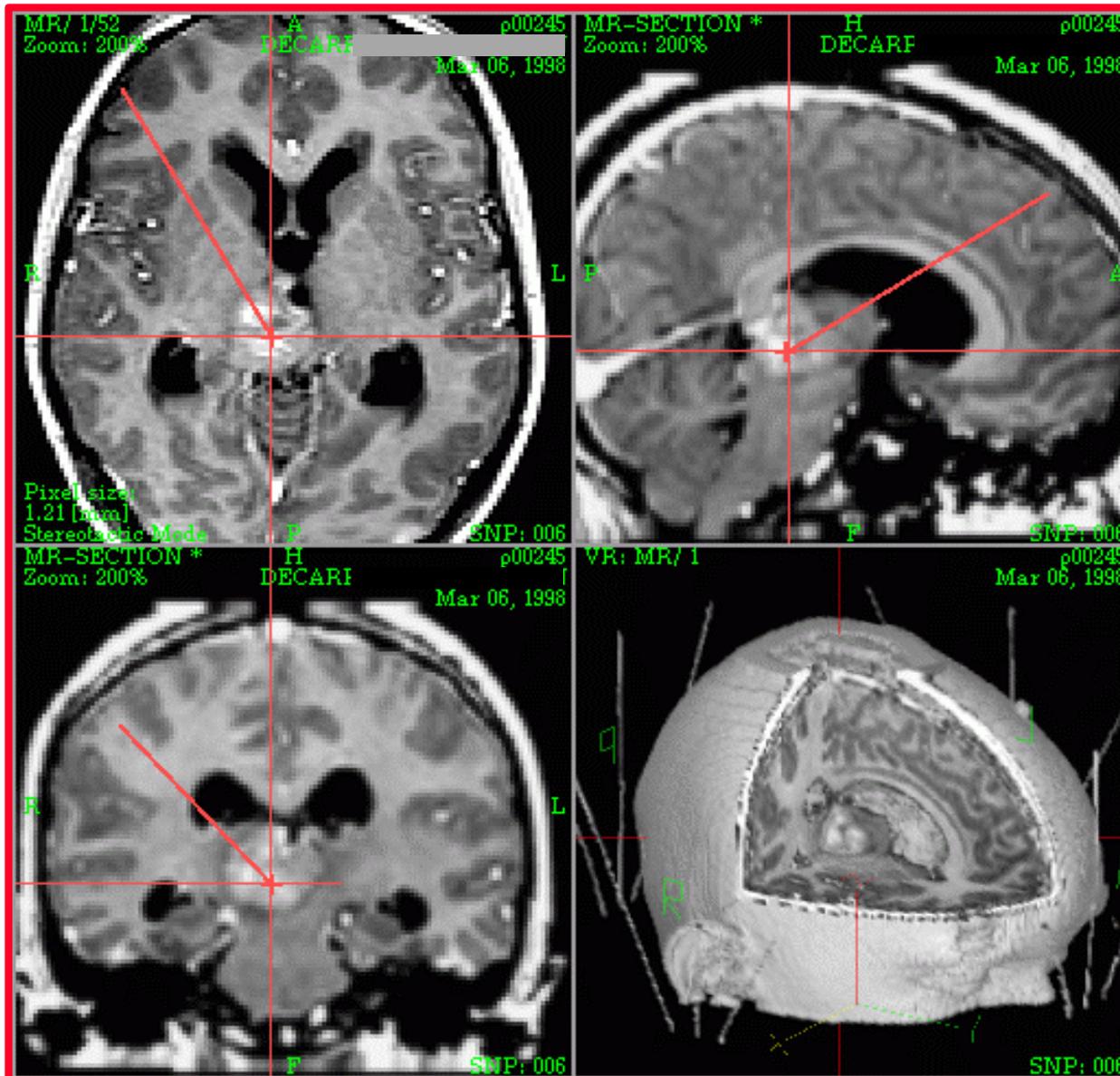
# DIE STEREOTAXIE



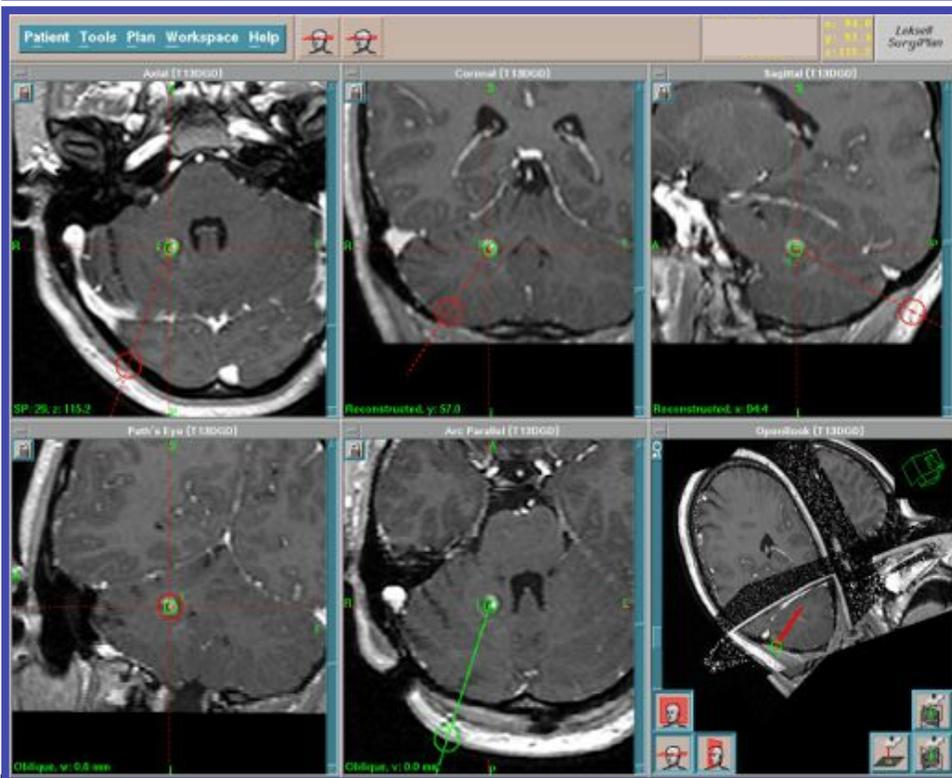
## PRINZIP :

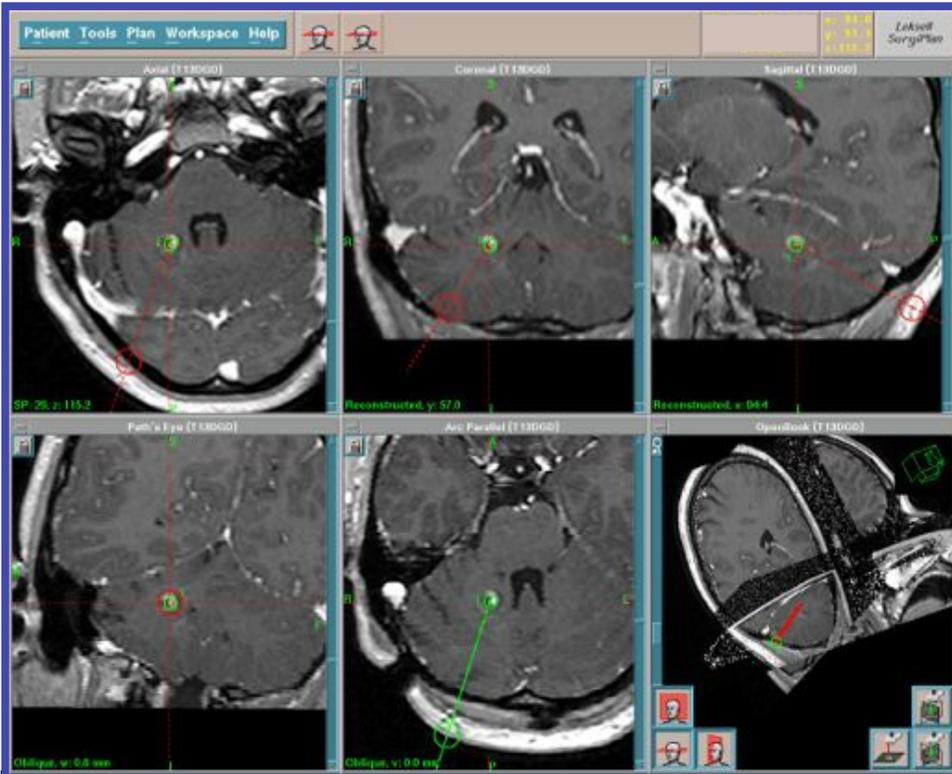
- AM KOPF BEFESTIGTES REFERENZSYSTEM (STEREOTAXIE RAHMEN)  
→ KOORDINATEN
- MIT HILFE VON COMPUTERTECHNIK UND ENTSPRECHENDER BILDGEBUNG (CT, MRT, PET) BERECHNUNG DER KOORDINATEN (VORRAUSBERECHNUNG DES EINGRIFFS)  
→ ZIEL  
→ ZUGANGSWEG  
= PLANUNG
- ALLE BILDDATEN WERDEN MIT MODERNSTER COMPUTERTECHNOLOGIE AUF DAS PLANUNGSSYSTEM DES GAMMA KNIFE UEBERTRAGEN

# BIOPSIE





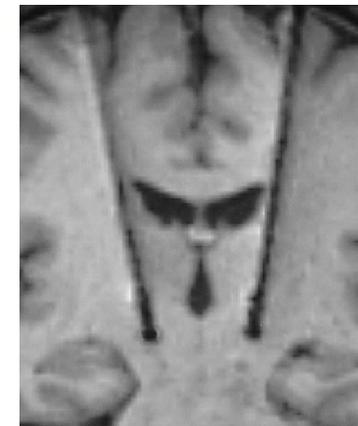
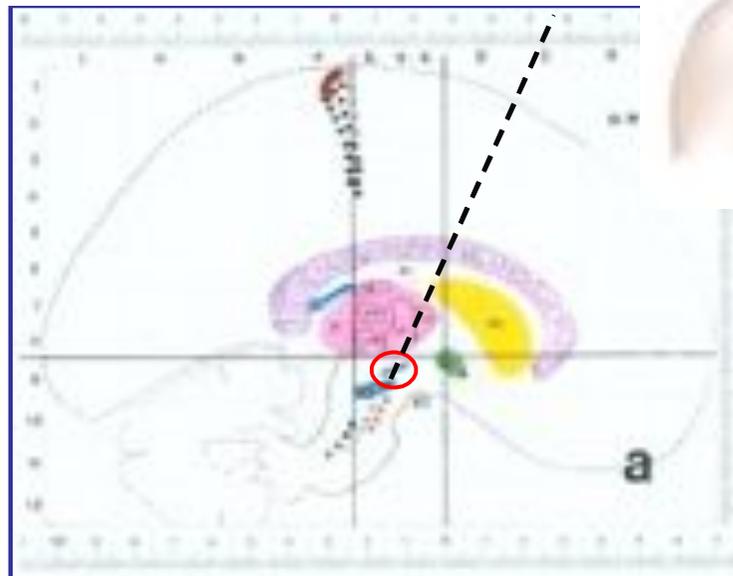
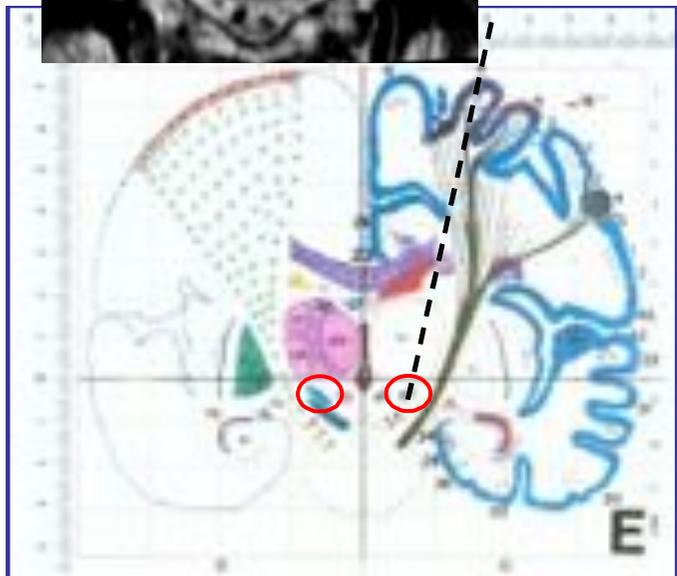
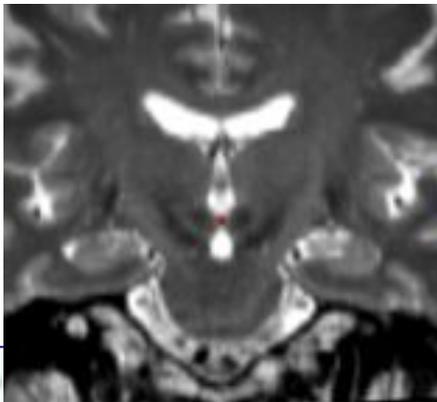




# FUNKTIONELLE NEUROCHIRURGIE

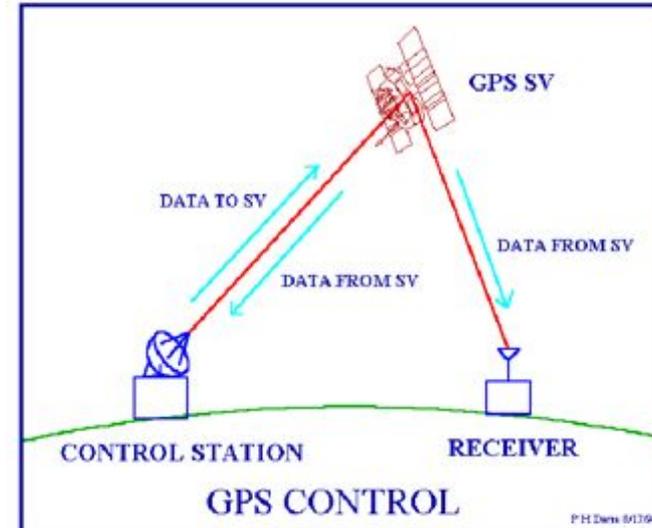
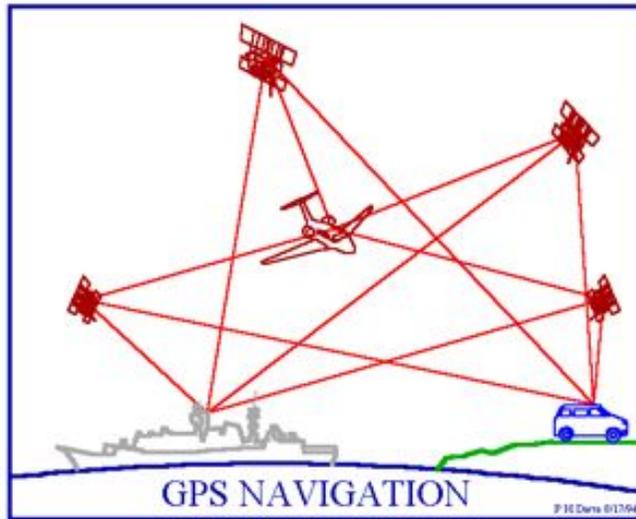
## Tiefe Hirnsimulation zur Behandlung von Epilepsien und Bewegungsstörungen:

- Parkinsonkrankheit
- Tremor
- Dystonien  
etc ...

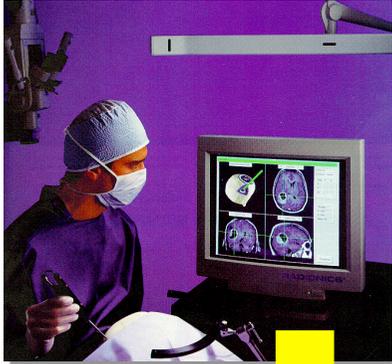


→ Ziele sind klein, tiefgelegen und oft bilateral

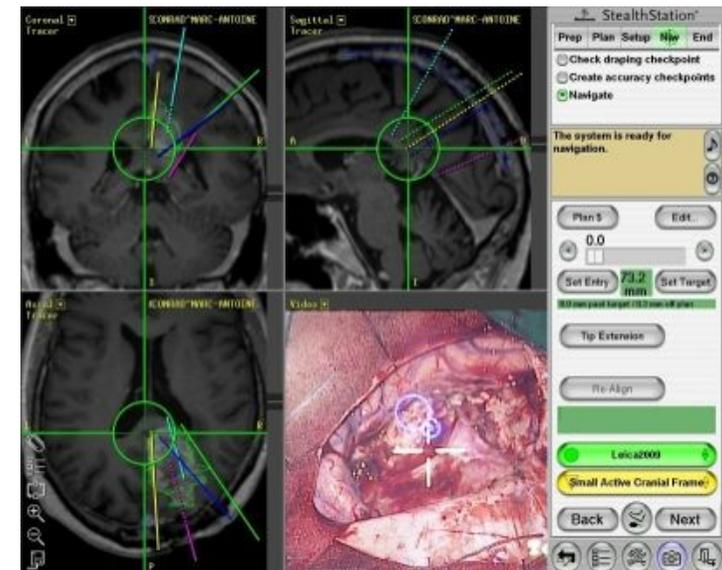
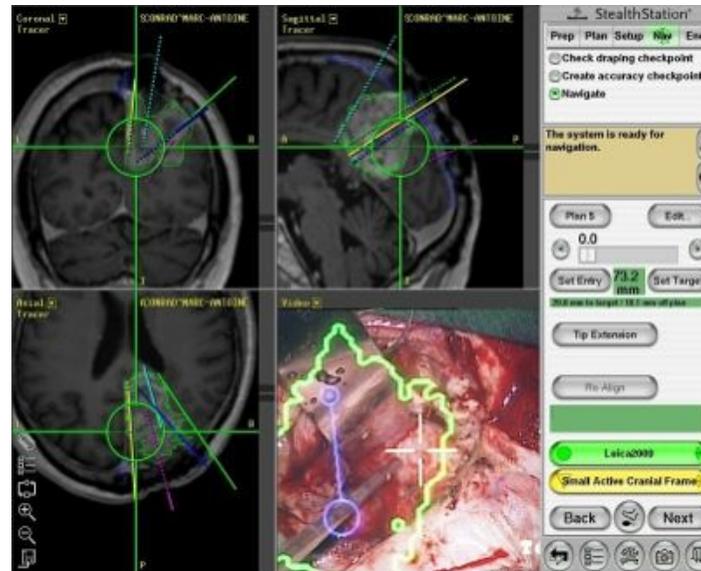
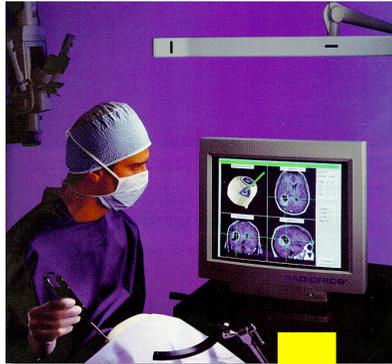
# Die Neuronavigation

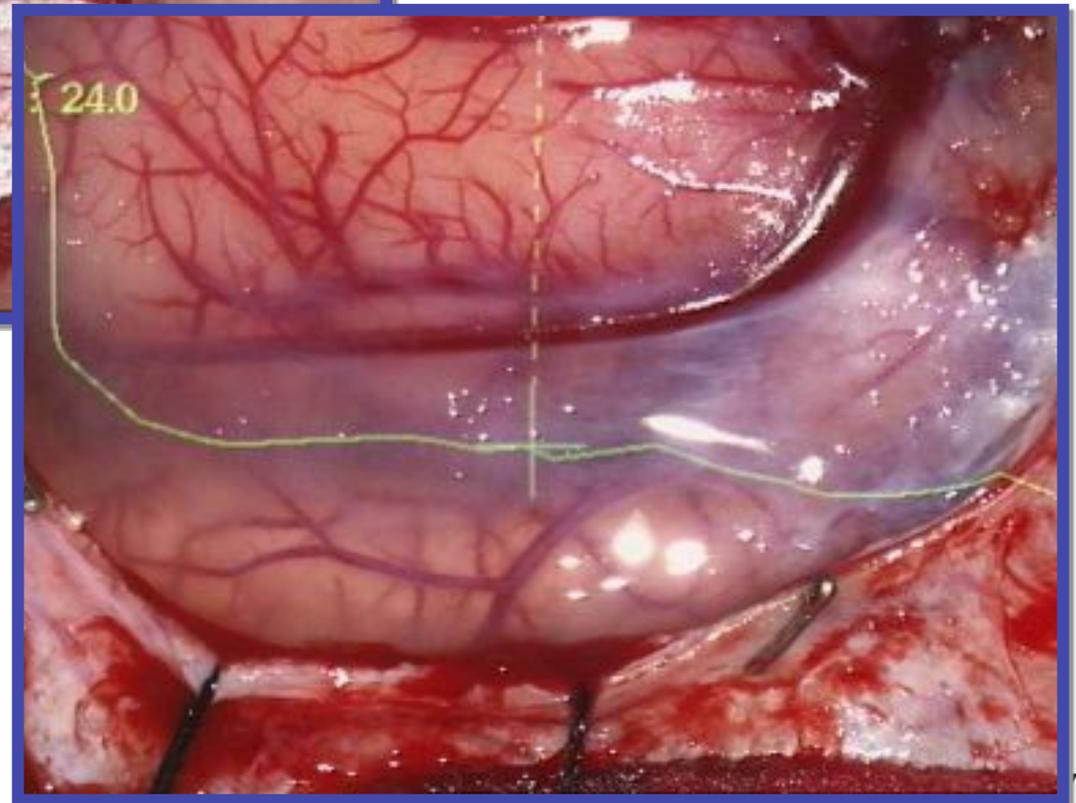
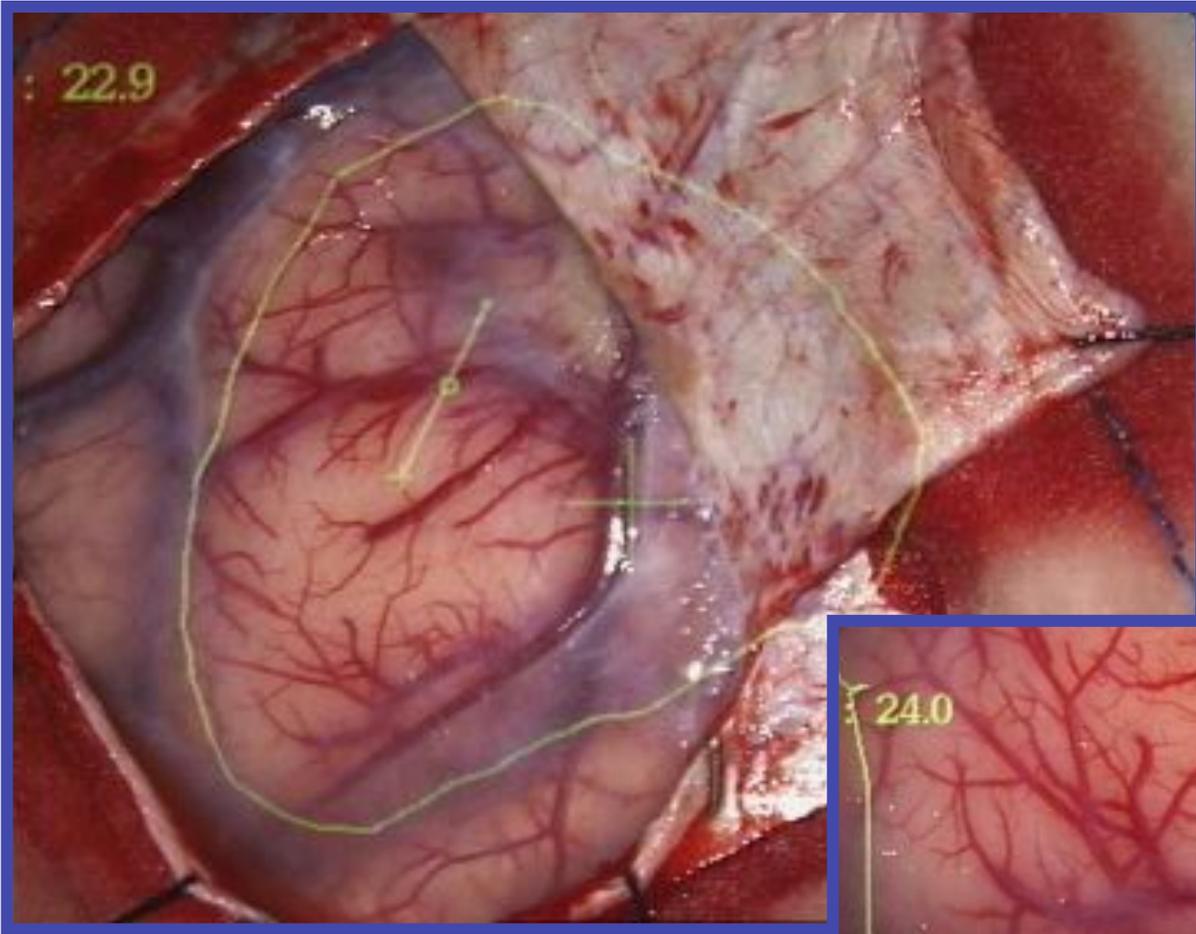


# Gehirn Neuronavigation



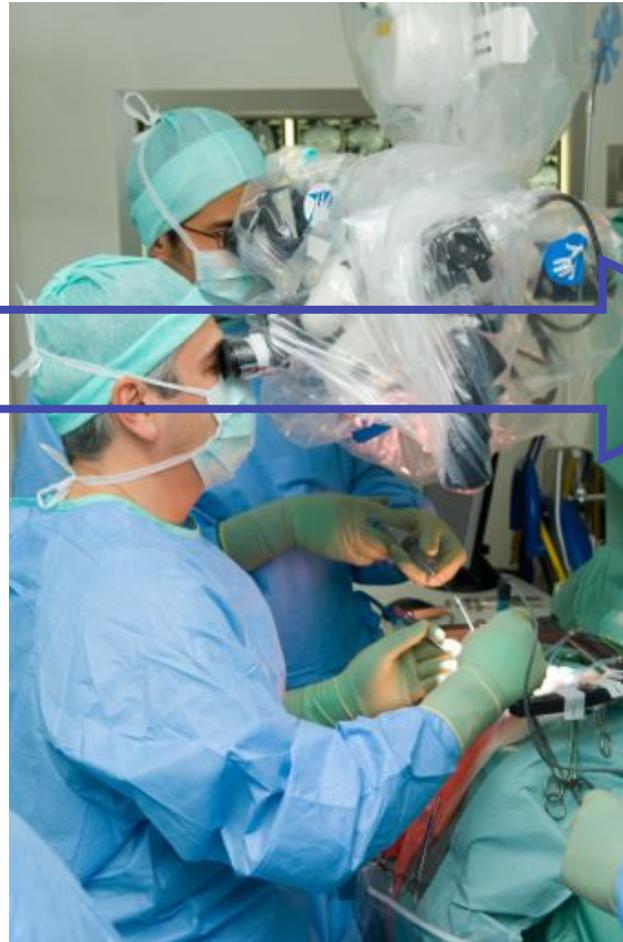
# Gehirn Neuronavigation



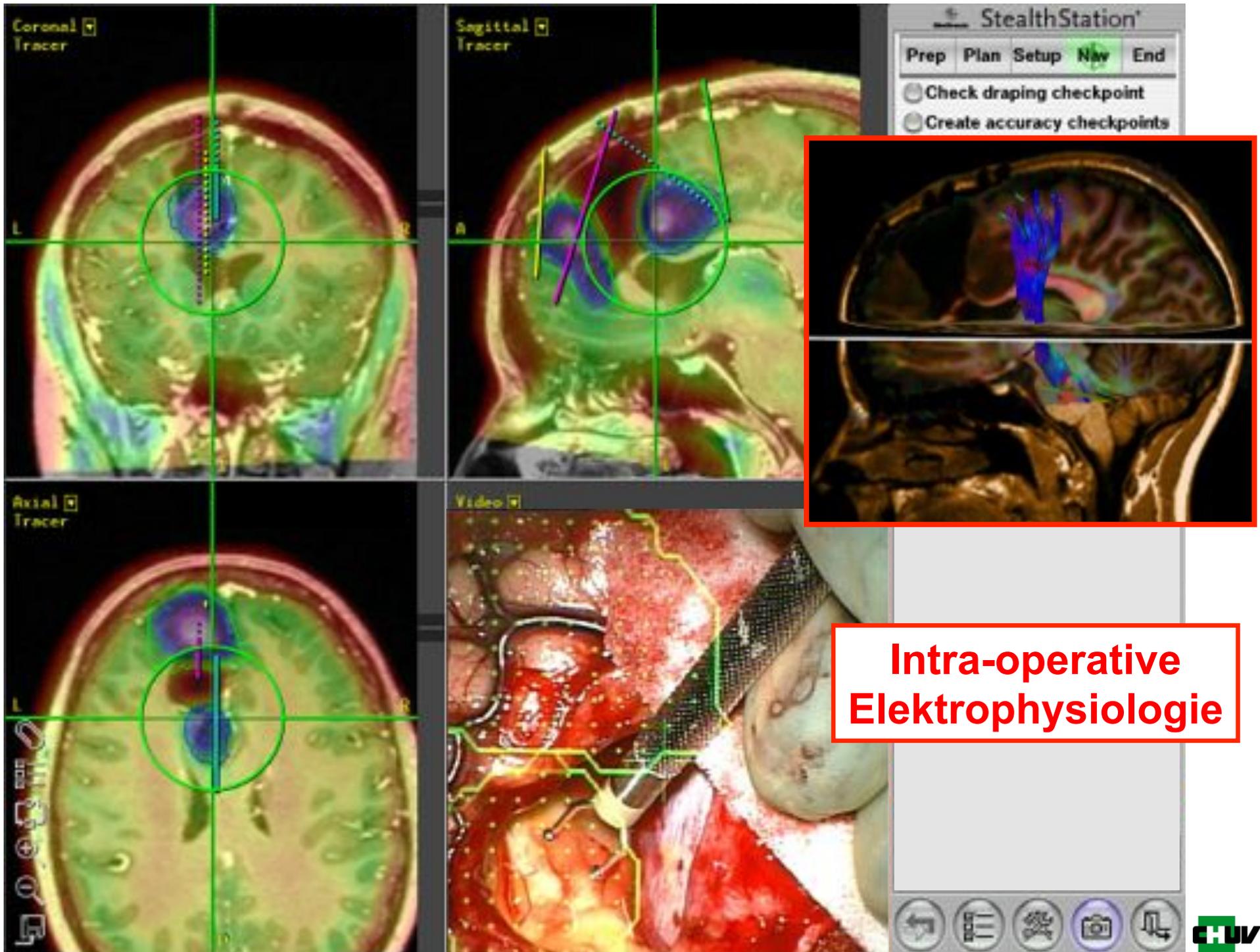




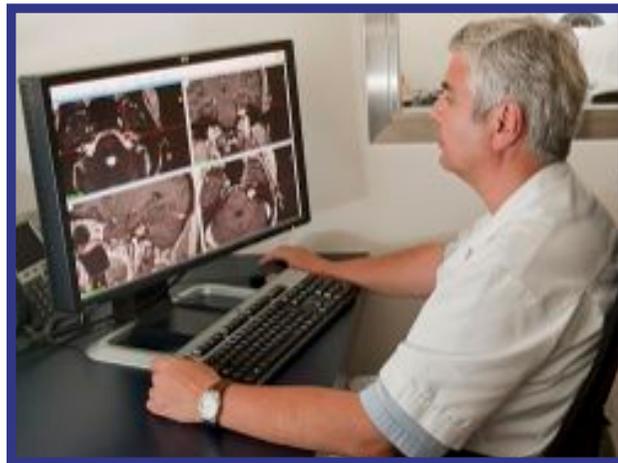
**PLANUNG**  
**Vor Eingriff**  
**(BILDGEBUNG)**



**RESULTAT**  
**Nach Eingriff**  
**(BILDGEBUNG)**



**Intra-operative  
Elektrophysiologie**



STEREOTAXIE



NEURONAVIGATION



# Computergestütztes Operationsverfahren aus der Neurochirurgie



RADIOCHIRURGIE  
(GAMMA KNIFE)



# Definition RADIOCHIRURGIE:

“ Verabreichung einer **hohen Einzeldosis** an extrem fokussierter energiereicher Strahlung auf ein zuvor genau definiertes kritisch gelegenes **kleines Zielvolumen** im Gehirn durch eine externe Strahlenquelle“

*(Lars Leksell, Neurochirurg, 1951)*

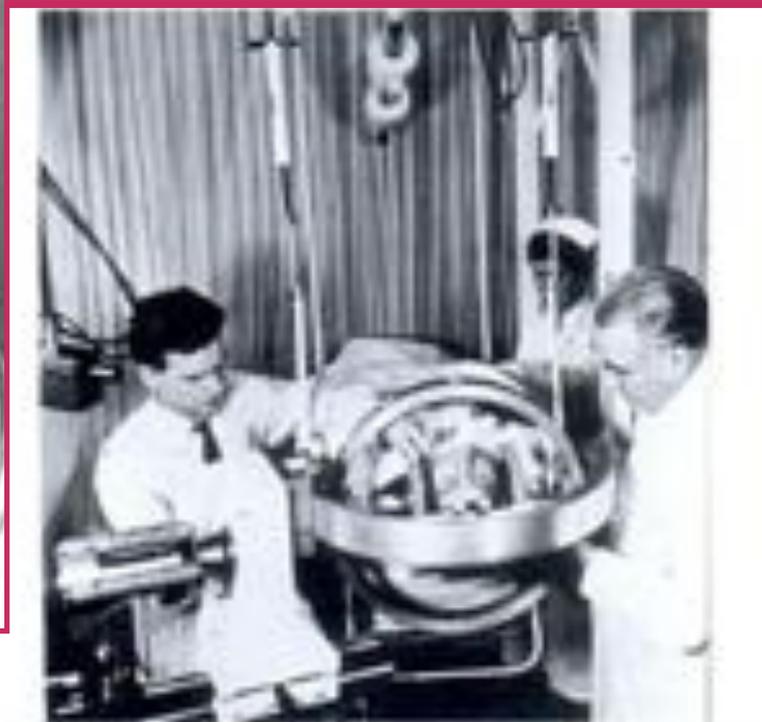


FIGURE 1-1. Lars Leksell and his physicist colleague, Berge Larsson, preparing a patient for SRS with a particle beam accelerator in 1958. (Photo courtesy of L. Dade Lundford, MD.)

Nature 1958 Nov 1;182(4644):1222-3.  
The high-energy proton beam as a  
neurosurgical tool.  
LARSSON B, LEKSELL L, REXED B,  
SOURANDER P, MAIR W, ANDERSSON B.

**Das Prinzip gibt es seit längerem doch wurde es immer wieder neu angepasst und definiert,**

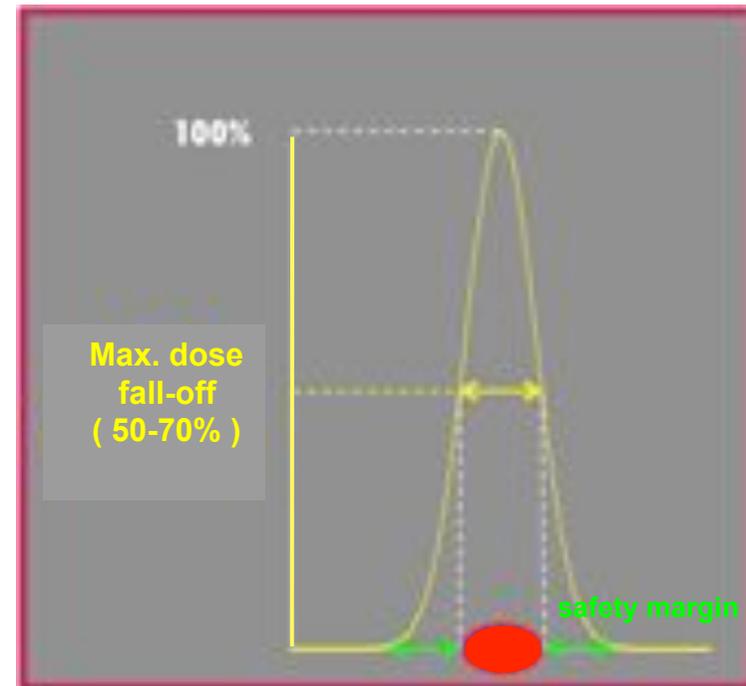
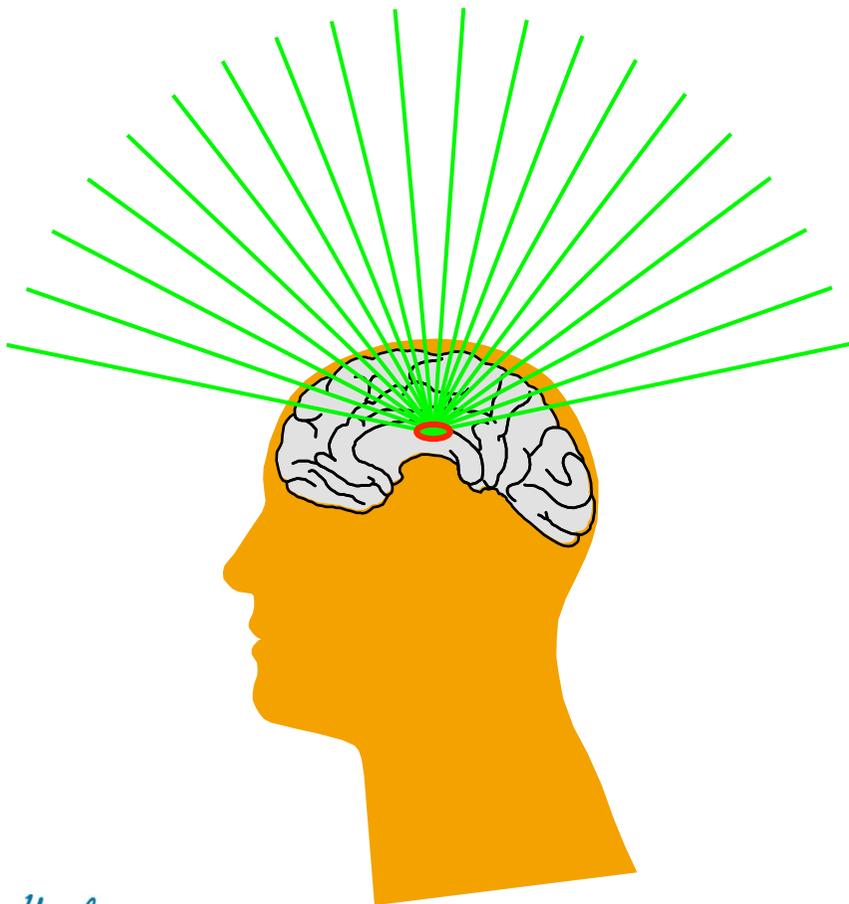
## Definition RADIOCHIRURGIE:

“ Verabreichung einer **hohen Einzeldosis** an extrem fokussierter energiereicher Strahlung auf ein zuvor genau definiertes kritisch gelegenes **kleines Zielvolumen** im Gehirn durch eine externe Strahlenquelle“

→ Gezielte Lenkung von hochgradig fokussierten Strahlen in Zielgebiete des Gehirns

⇒ Hohe Dosis im Zielvolumen

⇒ Tiefe Dosis ausserhalb des Zielvolumens( steep gradient )





Prototype, 1968



Model C -> 4C  
1999

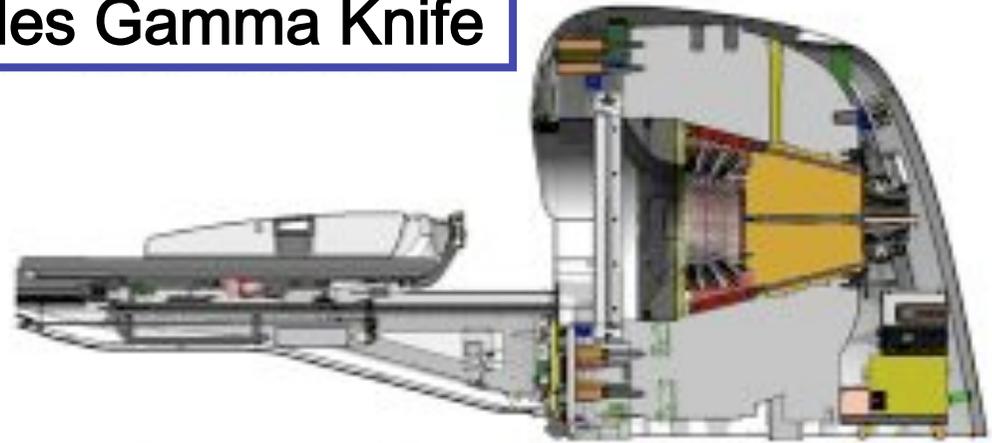
## Entwicklung des Gamma Knife

Model U, 1974

Model B, 1988



# Entwicklung des Gamma Knife



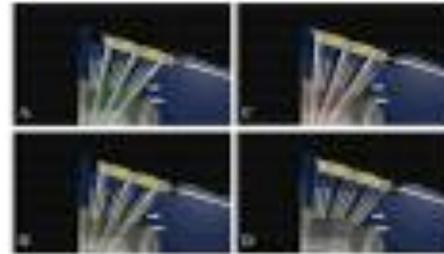
## Vergleich mit früheren Modellen



B & C models



PerfeXion



*"Simplicity is the ultimate sophistication"*  
Leonardo da Vinci

## Leksell Gamma Knife PerfeXion (2007)



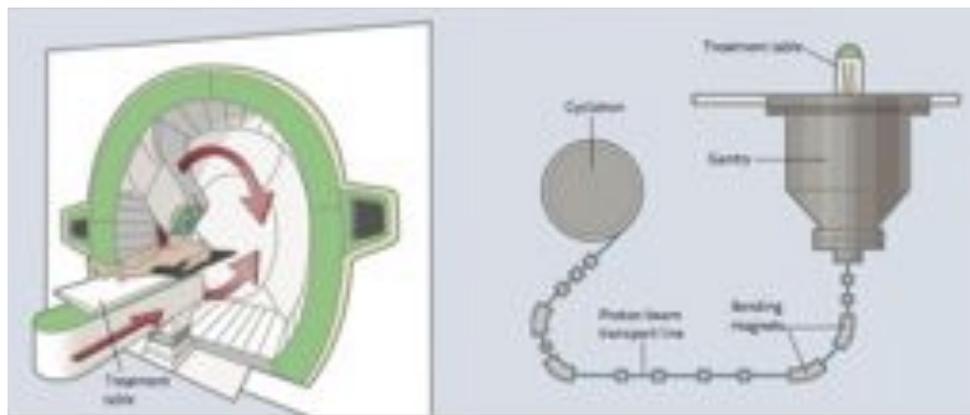
## Verschiedene Radiochirurgie Techniken



Linac



Cyberknife



Proton-therapy



Leksell Gamma Knife



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Radiotherapy and Oncology

journal homepage: www.thegreenjournal.com

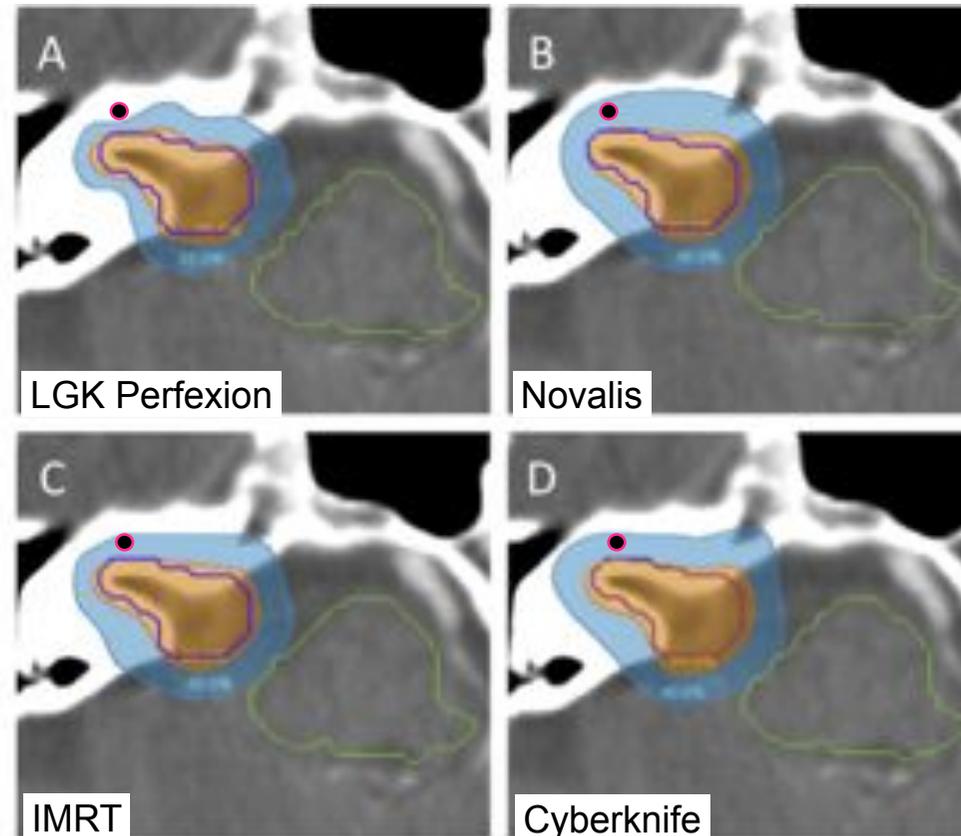


Original article

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

Thierry Gevaert<sup>a,b,\*</sup>, Marc Levivier<sup>c</sup>, Thomas Lacornerie<sup>d</sup>, Dirk Verellen<sup>a,b</sup>, Benedikt Engels<sup>a,b</sup>, Nick Reynaert<sup>d</sup>, Koen Tourmel<sup>a,b</sup>, Michael Duchateau<sup>a,b</sup>, Truus Reynders<sup>a,b</sup>, Tom Depuydt<sup>a,b</sup>, Christine Collen<sup>a,b</sup>, Eric Lartigau<sup>d</sup>, Mark De Ridder<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>Universitair Ziekenhuis Brussel; <sup>b</sup>Vrije Universiteit Brussel, Belgium; <sup>c</sup>Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Lausanne, Switzerland; <sup>d</sup>Centre Oscar Lambret, Lille, France



# RADIOCHIRURGIE

## = STEREOTAXIE NEUROCHIRURGIE

1. Befestigen  
des Rahmens



3. Behandlungsplan

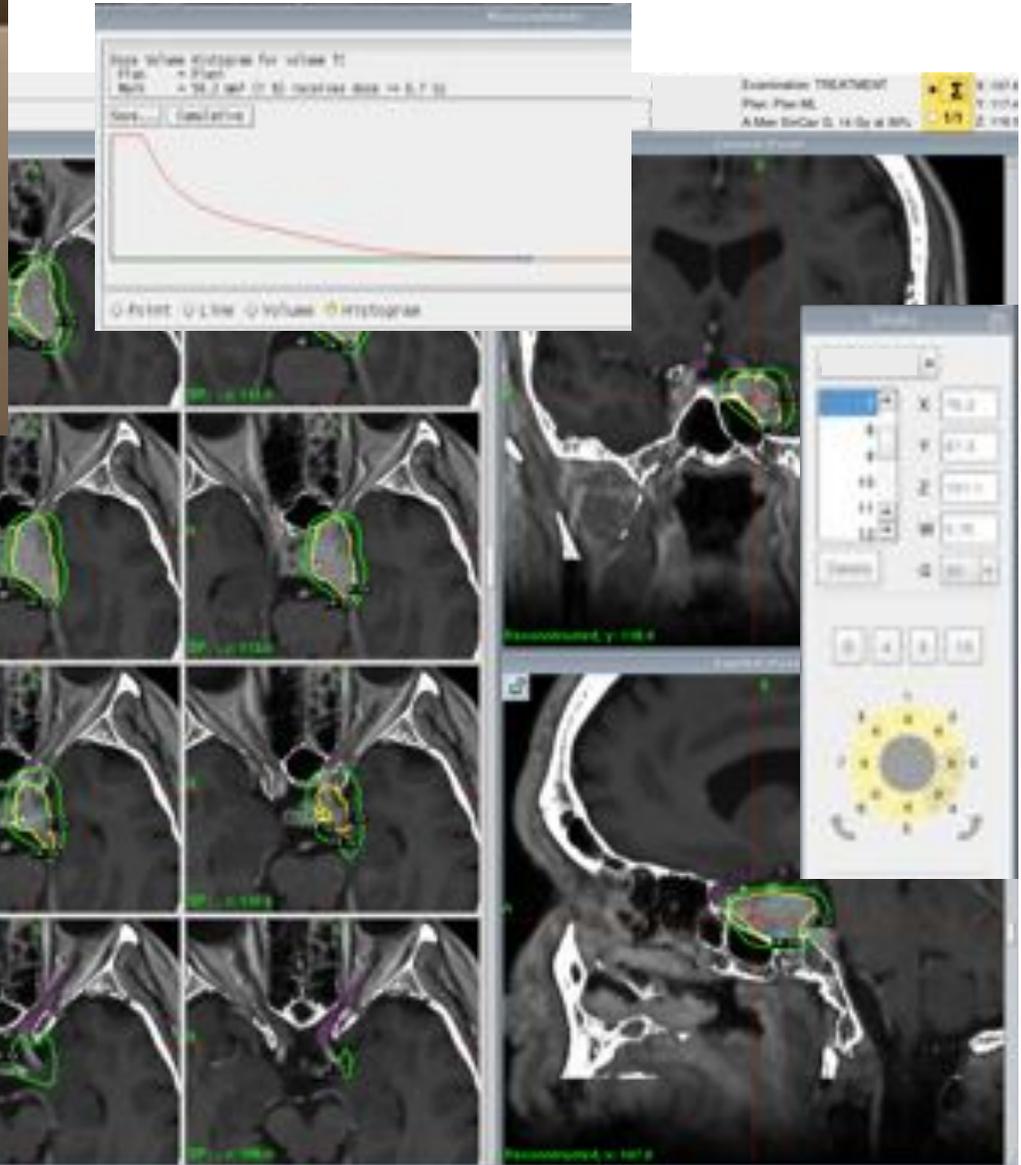
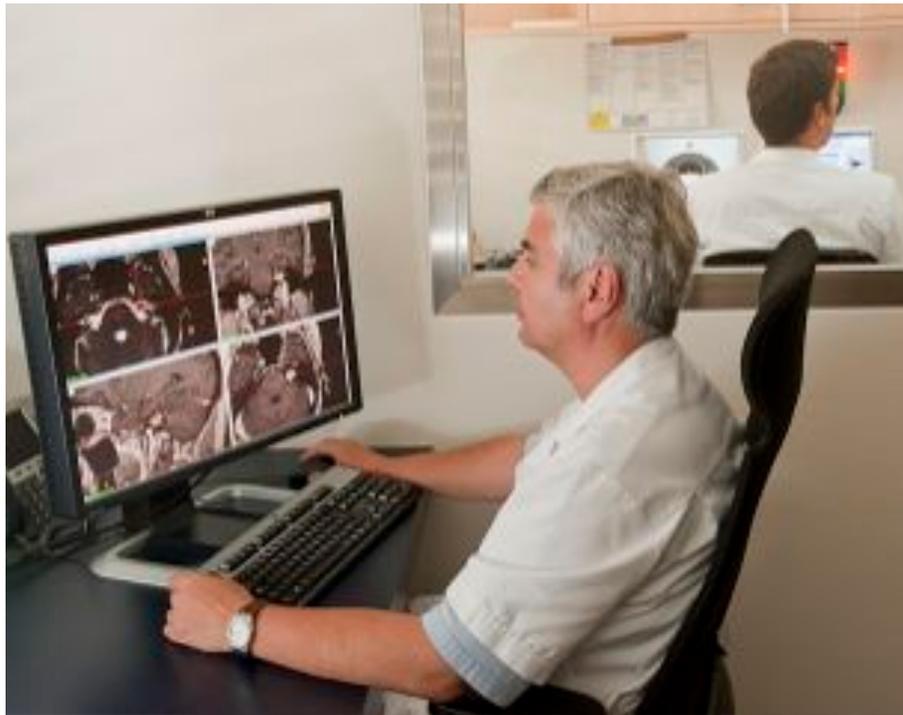


2. Stereotaxie  
Bildgebund



4. GK Behandlung

# Behandlungsplan (Ziel + Dosis)



# BEHANDLUNG

- Keine Anästhesie
- Keine Kraniotomie
- Ambulante Behandlung



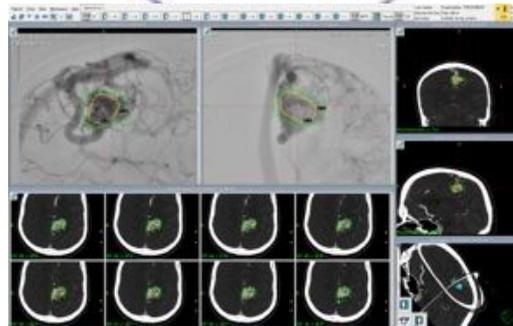
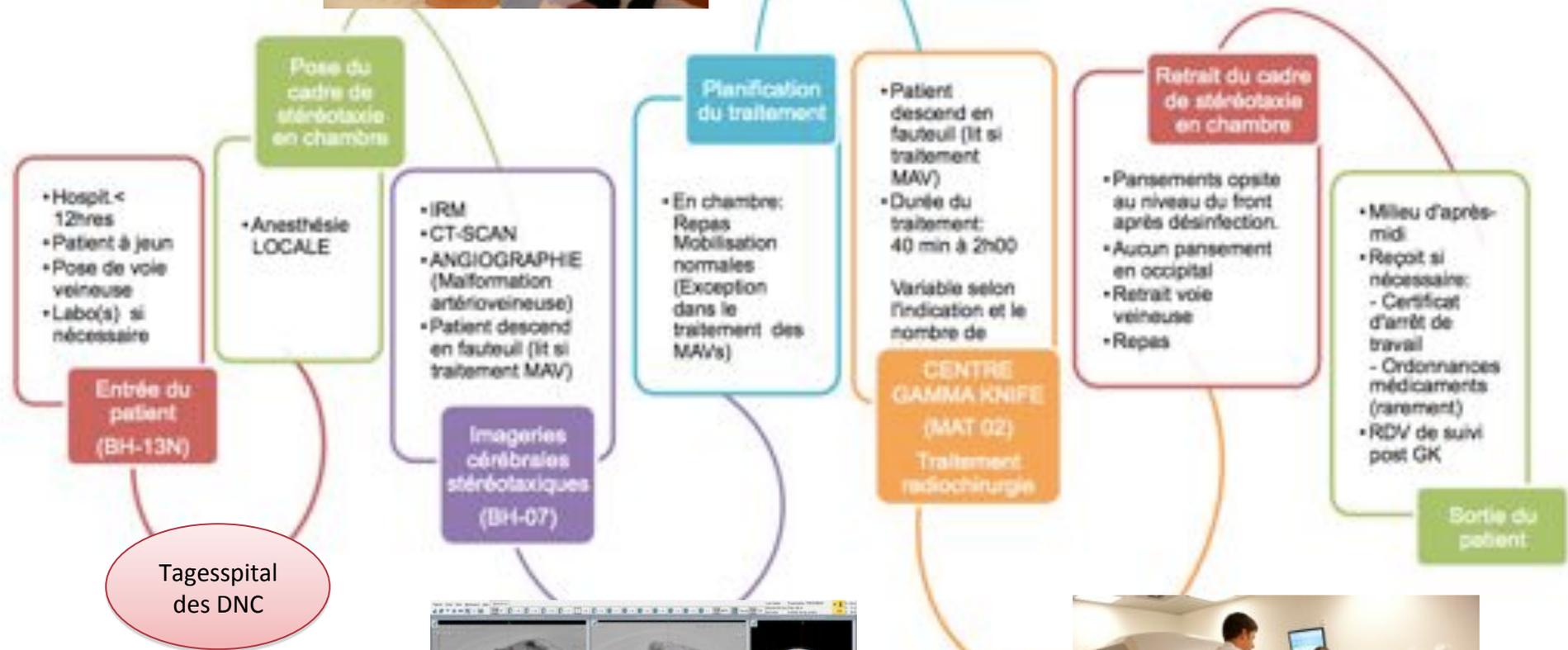
# Gamma Knife: Herausforderungen

- Eine Technik in die Schweiz bringen, die kaum oder nicht bekannt ist, und für die es keinen Vergleich gibt (= Misstrauen)
  - Nützlich ?
  - Rentabel?
- Dies Technik bekannt machen und das Vermittlungsnetzwerk entwickeln
- Kostenerstattung  
Kosten von der Krankenkasse übernommen
- Akademische Aktivität (Forschung, Schulung, ...)



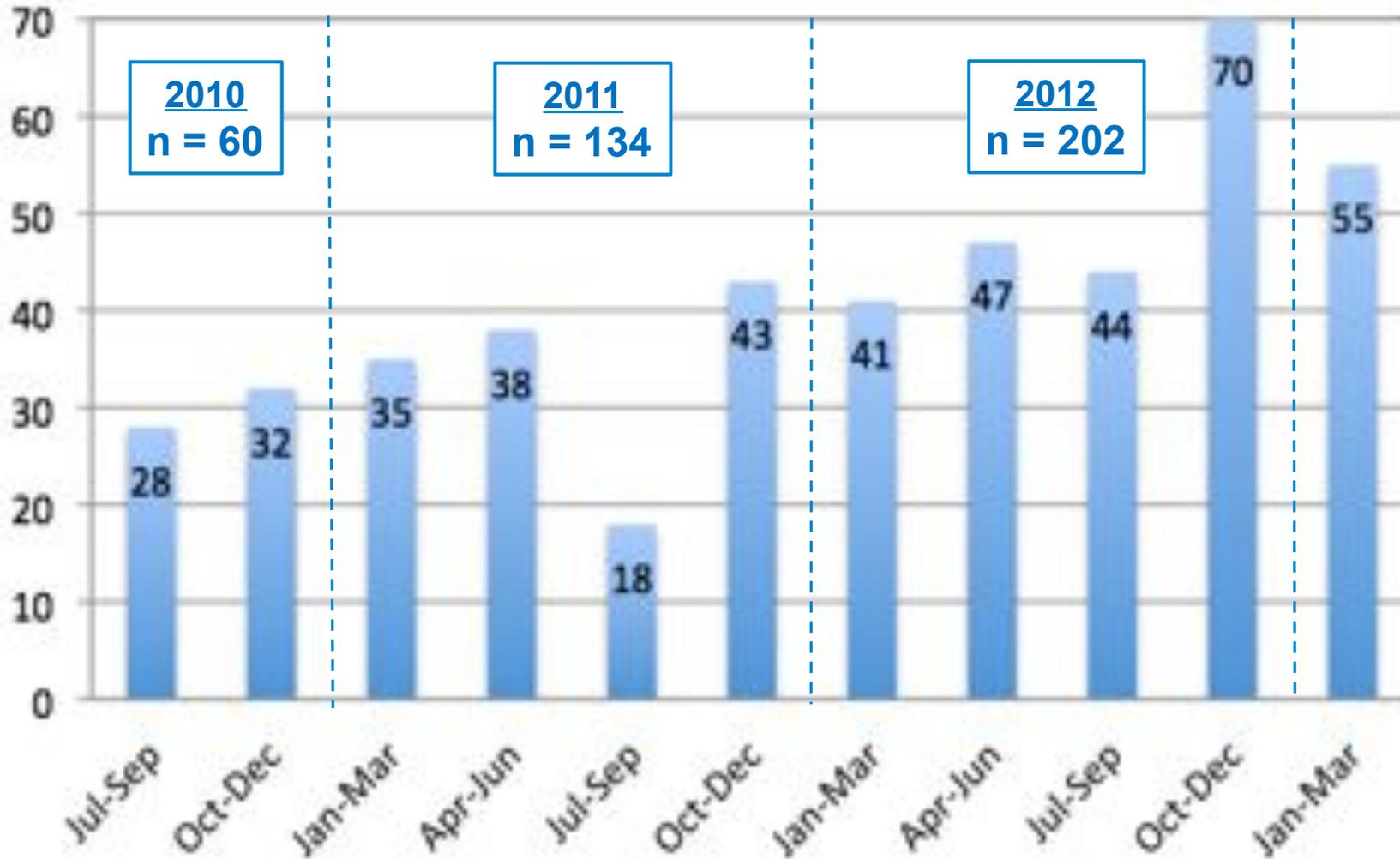
***22. Juni 2010 !***





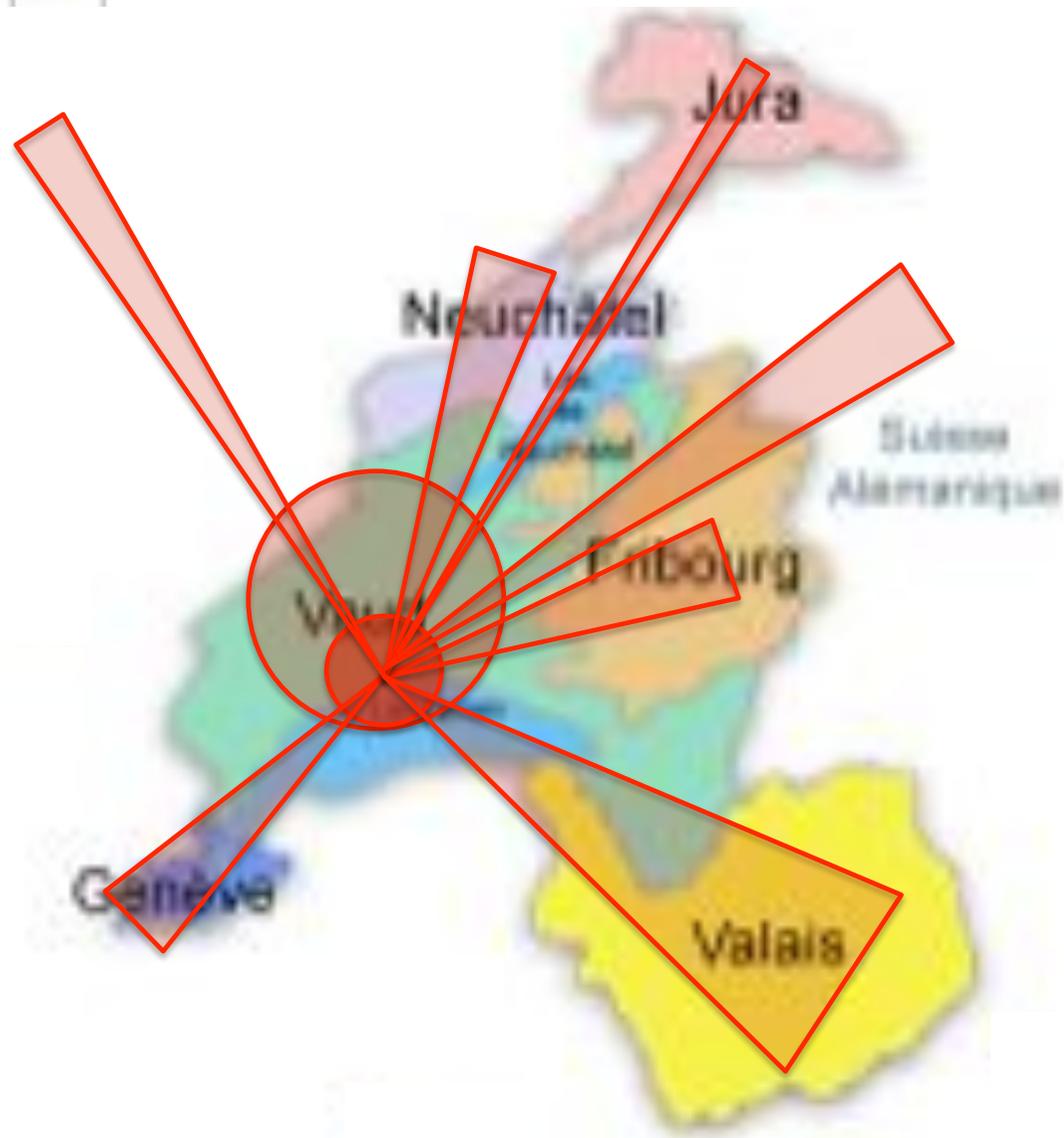
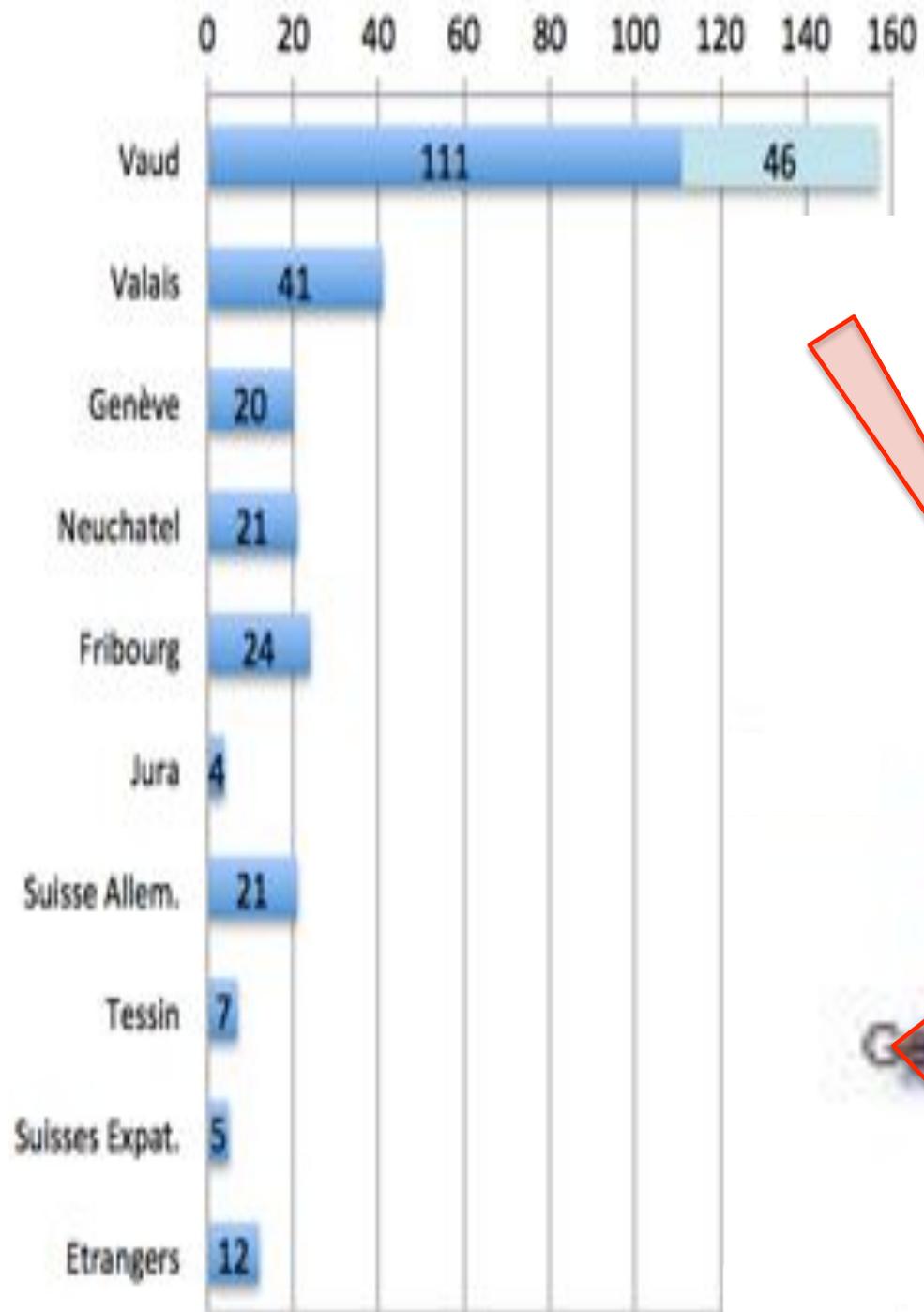


# Klinische Aktivität (> 450 pts)



*Woher kommen  
die Patienten?*

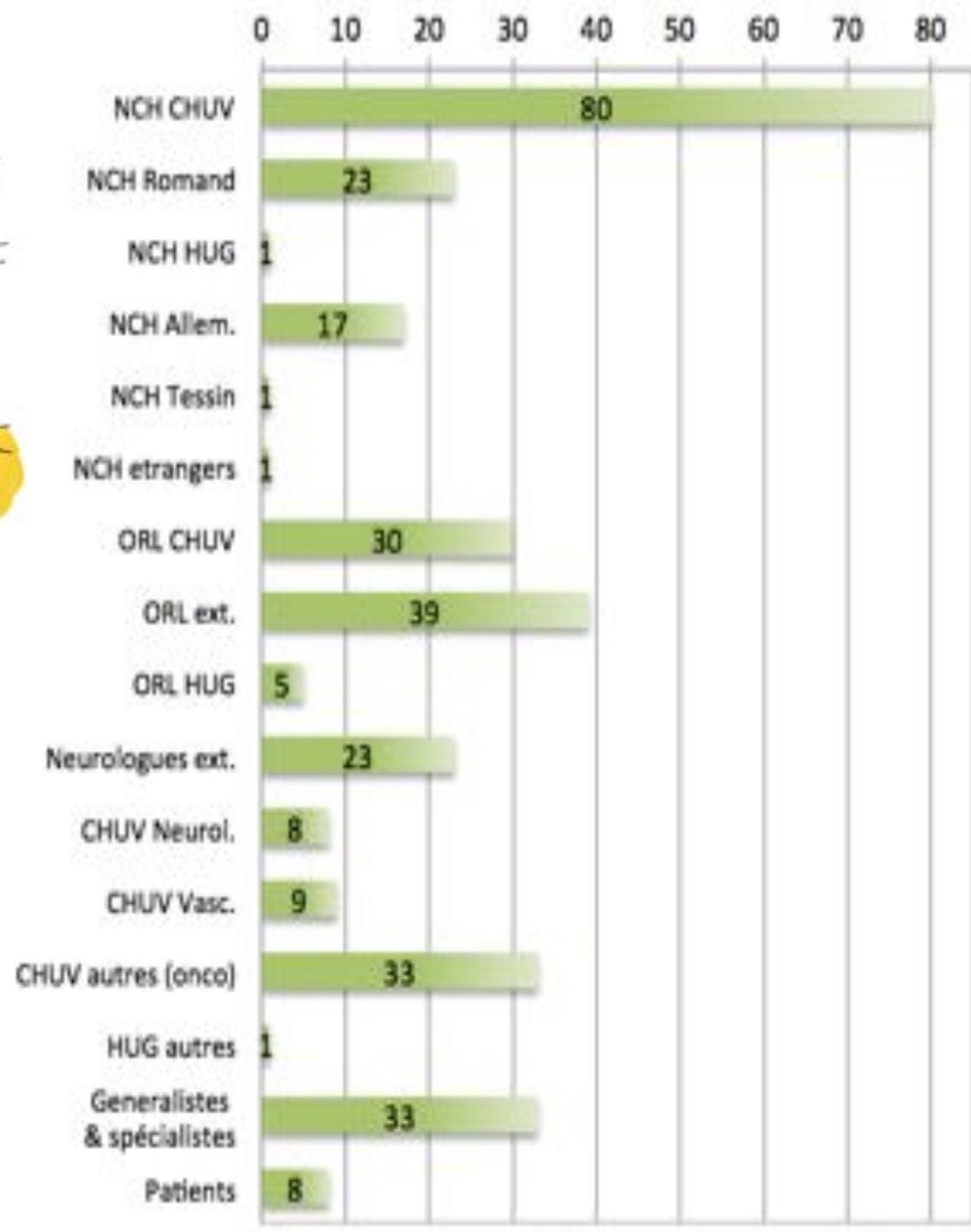
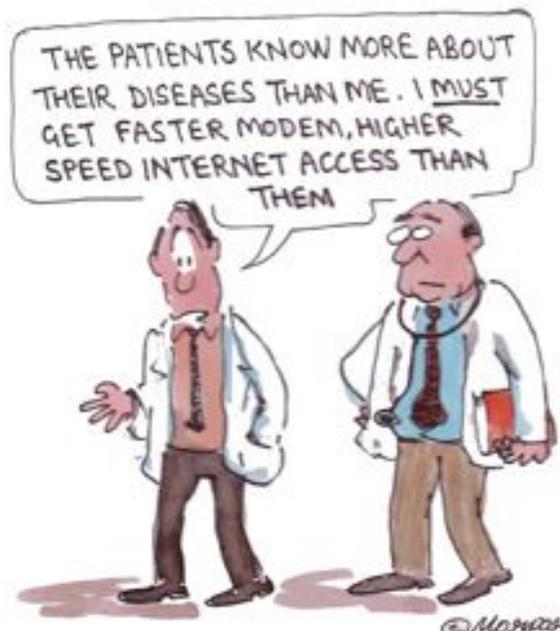






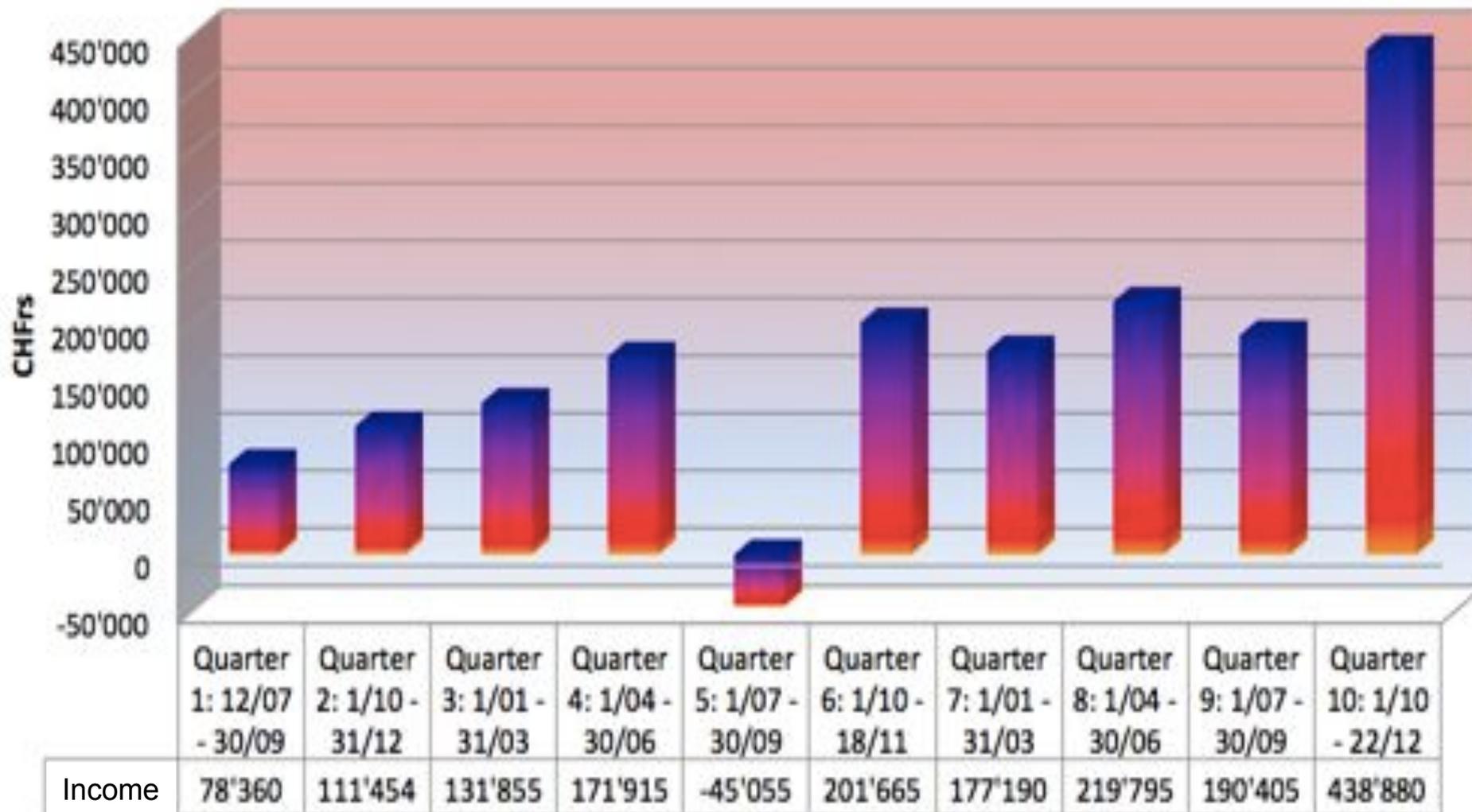
## *Durch wen kommen die Patienten?*





# Finanzieller Bericht

## Finanzielle Resultate (netto)



Auszahlungsschwelle

20'000

(+390%)

20'000

(+560%)

20'000

(+660%)

20'000

(+860%)

61'000

(-26%)

61'000

(+330%)

61'000

(+290%)

61'000

(+380%)

80'000

(+240%)

80'000

(+550%)

# Radiochirurgie Indikationen

---

- **Erstbehandlung**
  - Alternative zur offenen Operation
  - Einzige Behandlungsmöglichkeit
  
- **Ergänzung zur Chirurgie**  
( kombinierte Vorgehensweise )
  
- **Tumorrezidiv**

# Radiochirurgie Indikationen

---

- **VASCULAR**

- Arterio-venous malformation
- Dural arterio-venous fistula
- Cavernoma

- **TUMORS**

- Vestibular Schwannoma
- Meningioma
- Metastasis
- Pituitary tumor
- Craniopharyngioma
- Glioma / SNC primary tumor
- Other skull base tumors

- **FONCTIONAL**

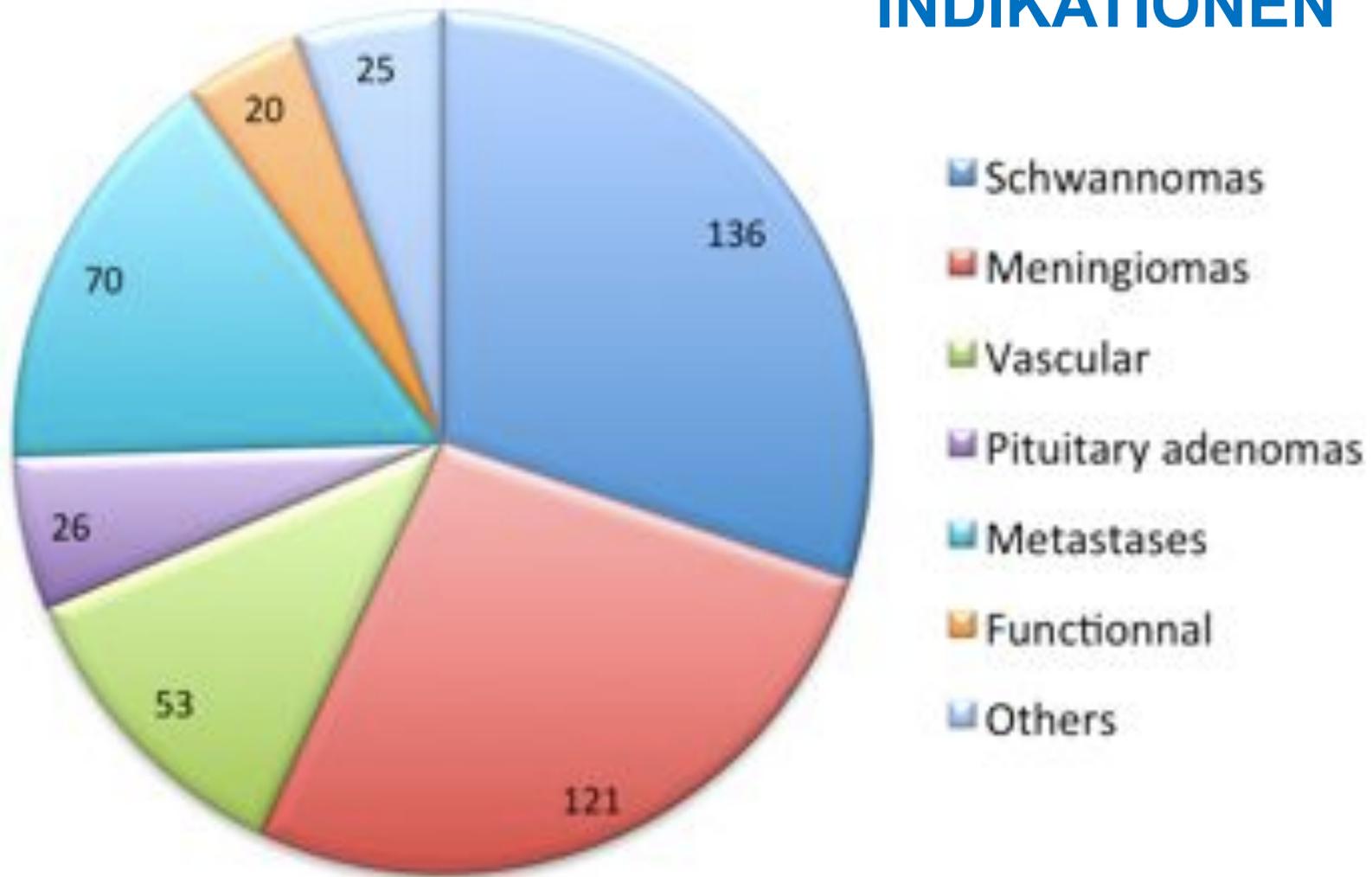
- Trigeminal neuralgia
- Epilepsy
- Hypothalamic hamartoma
- Parkinson / Tremor
- Pain
- Psychiatric dis. ( OCD )

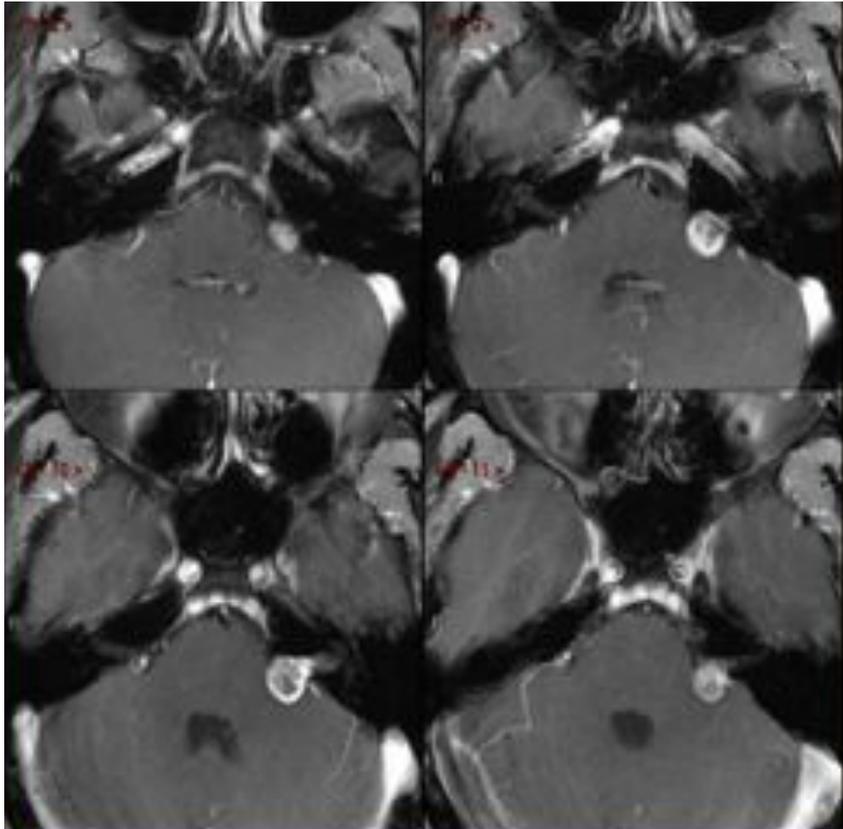
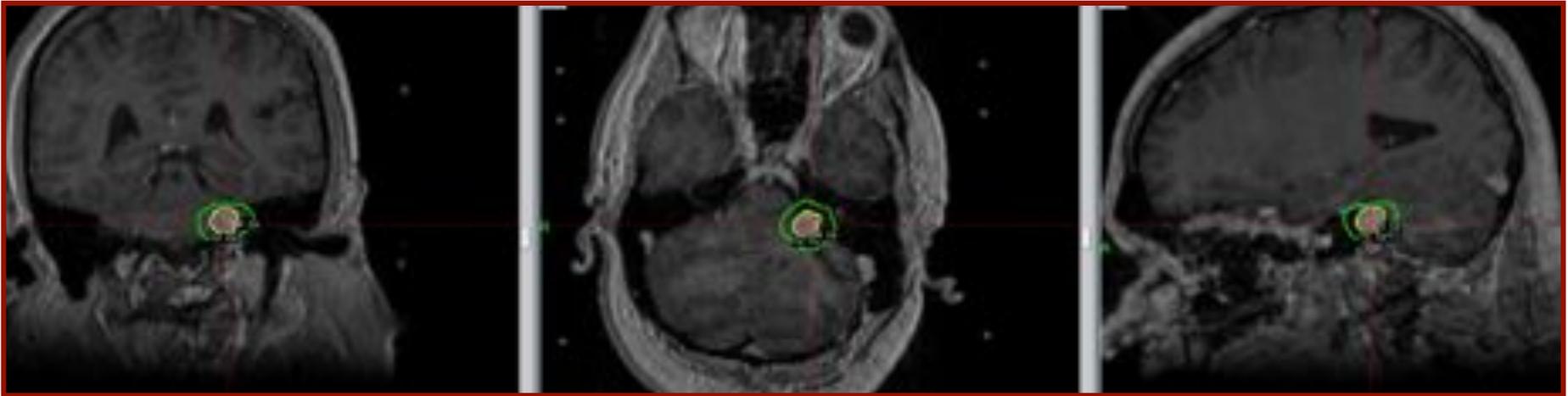
- **Others**

- Ophthalmic ( uveal melanoma )
- ENT & maxillo-facial

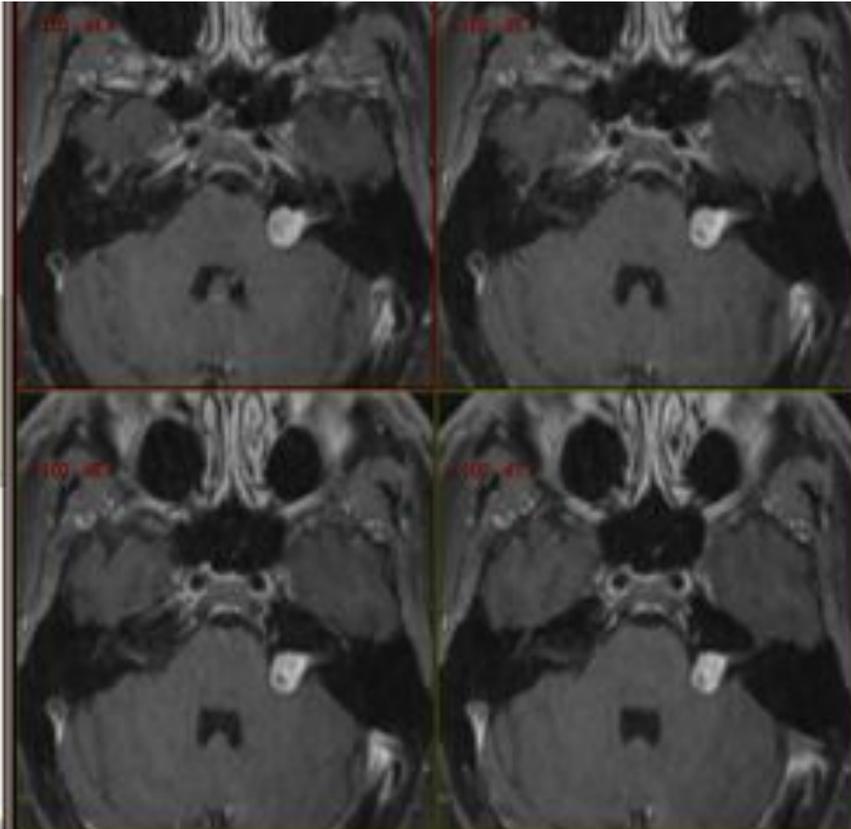
# Klinische Aktivität (> 450 pts)

## INDIKATIONEN

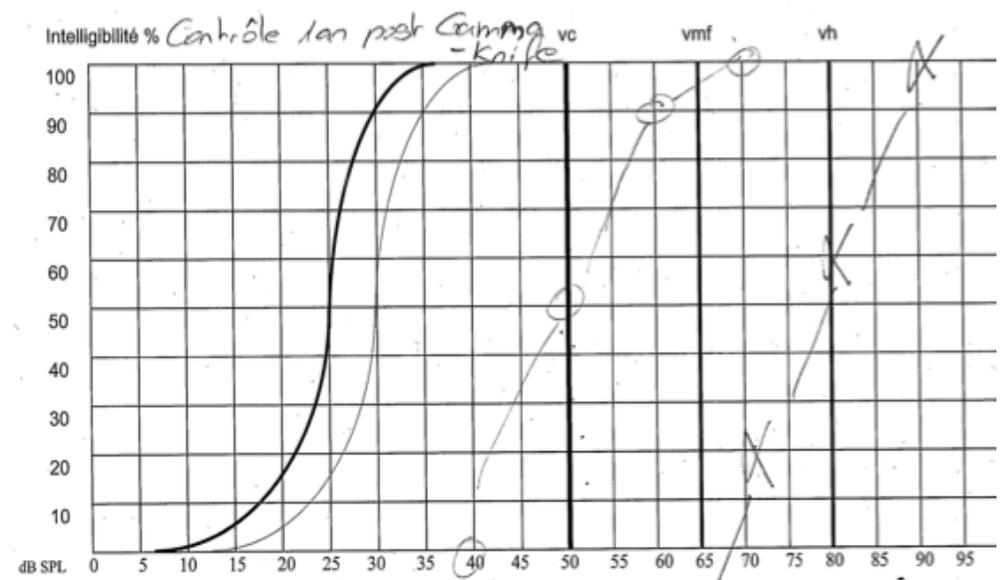
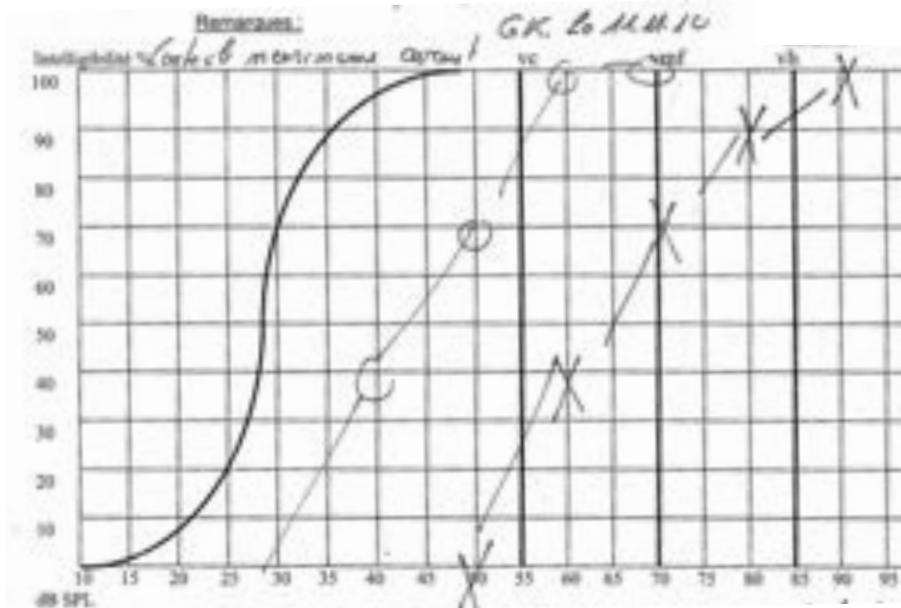
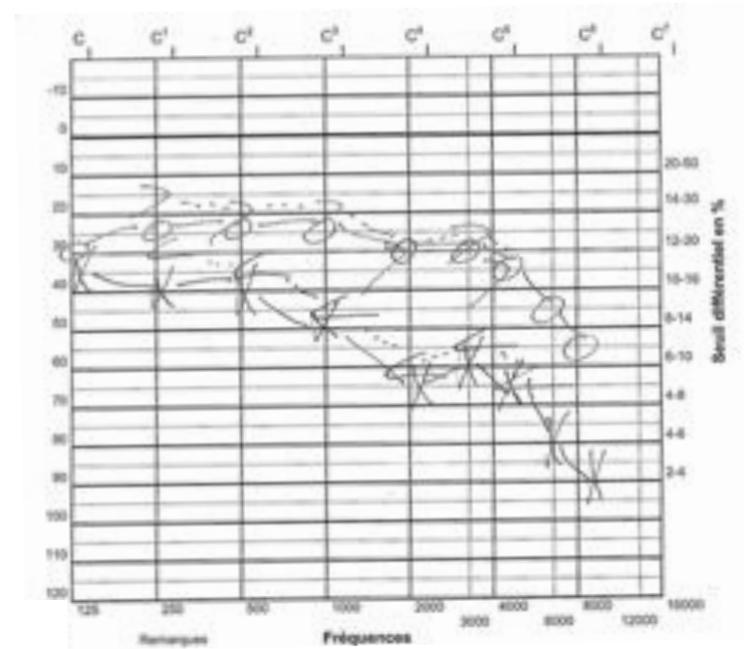
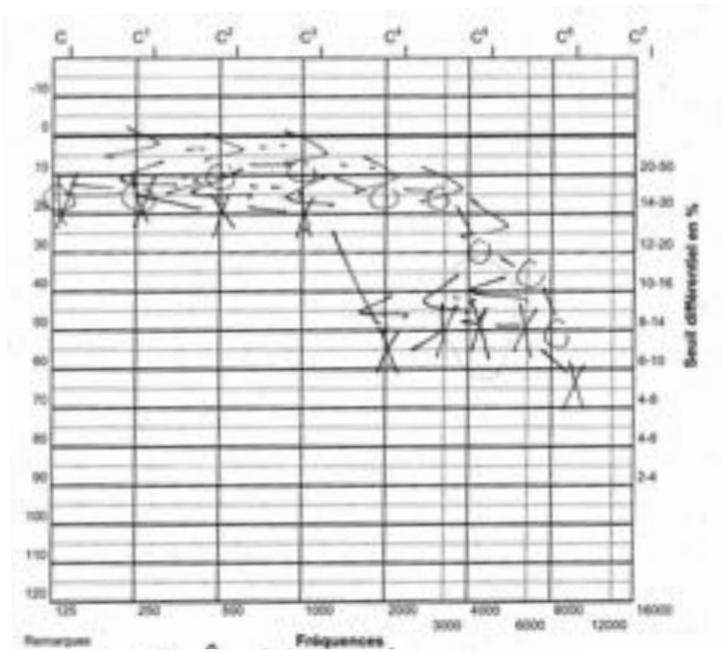


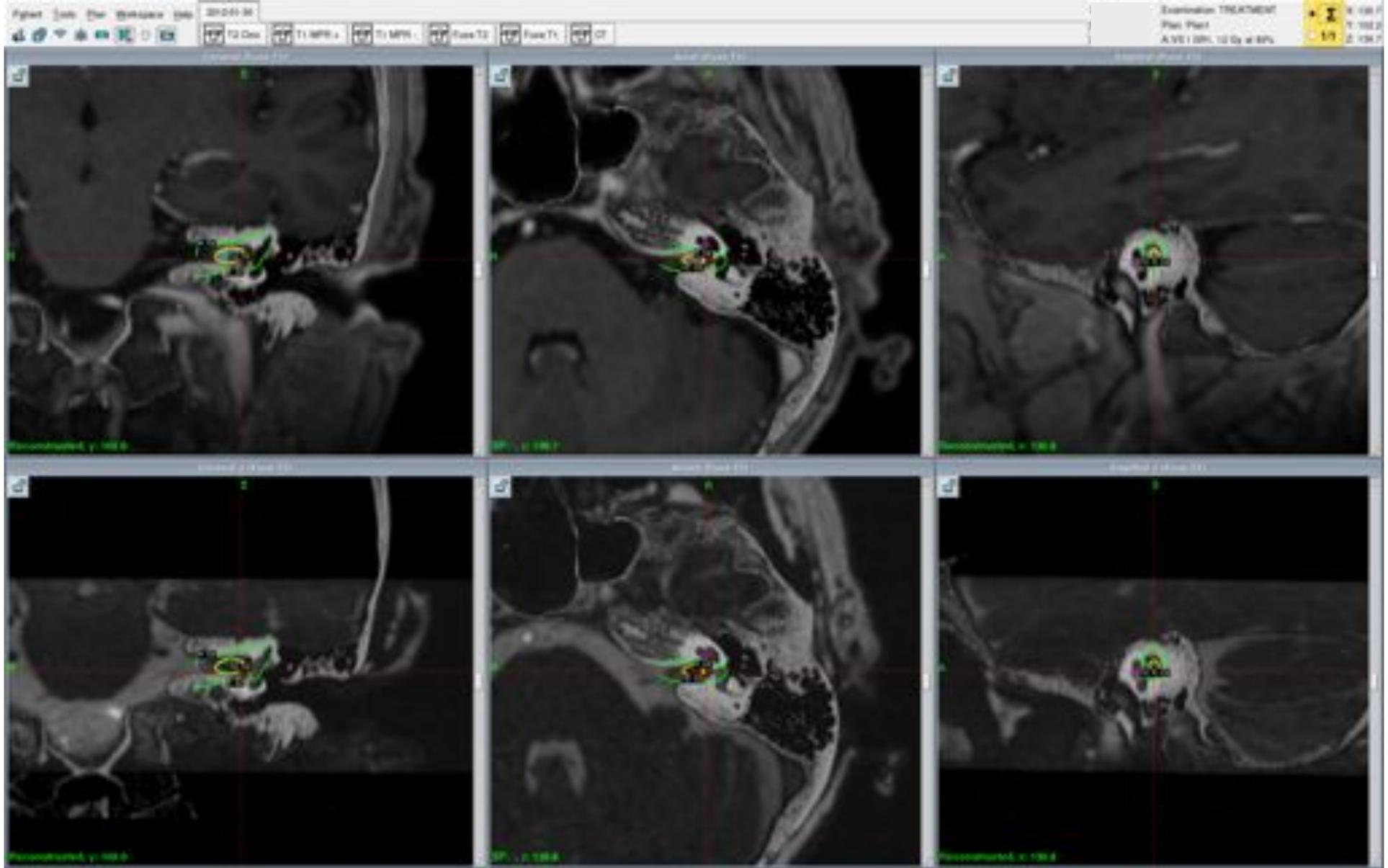


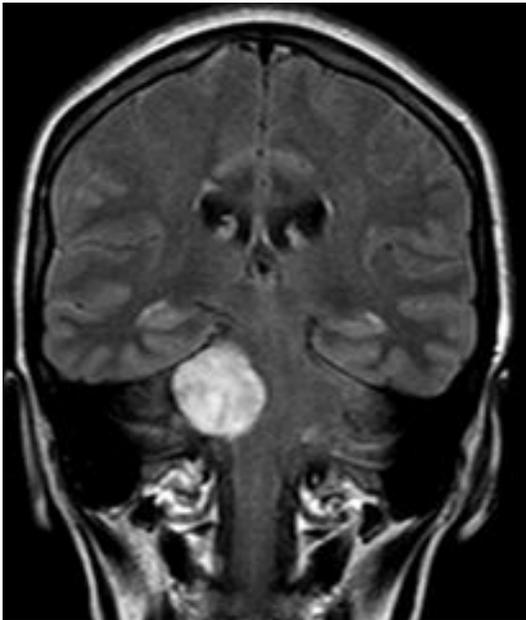
6 mo post-GK



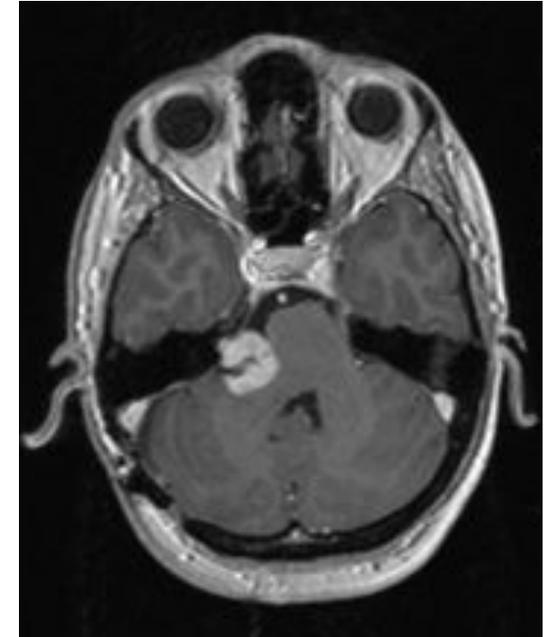
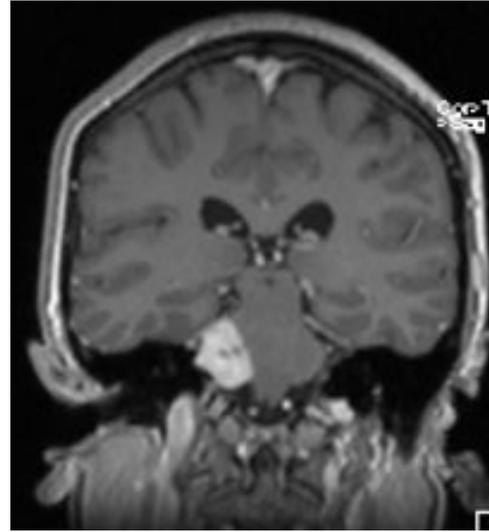
1 Y post-GK







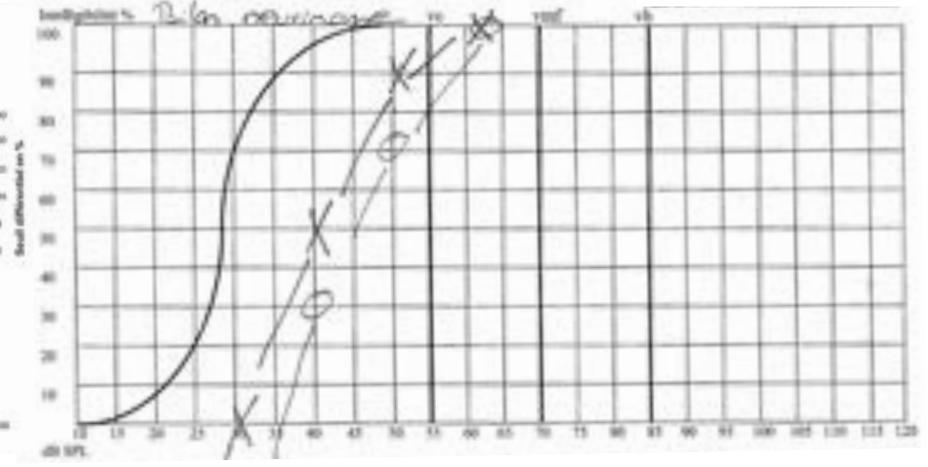
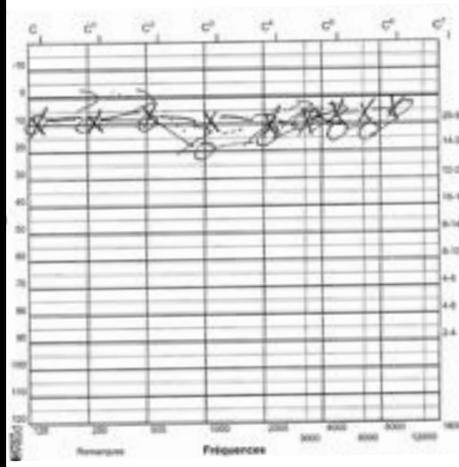
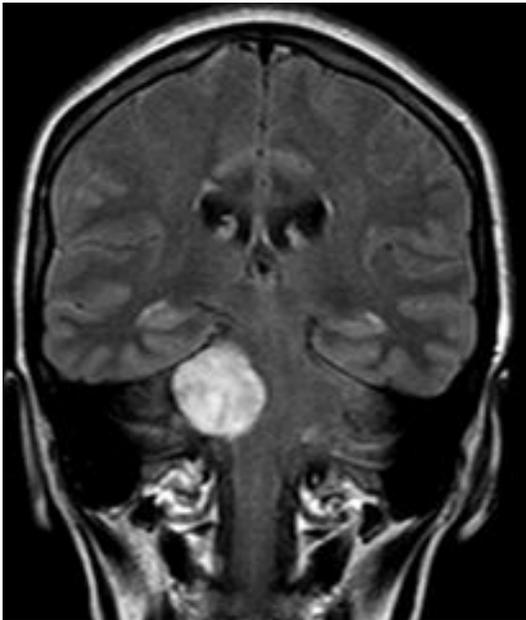
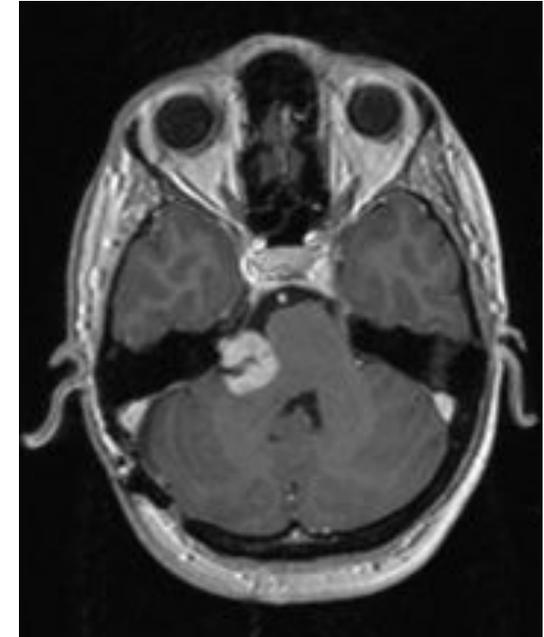
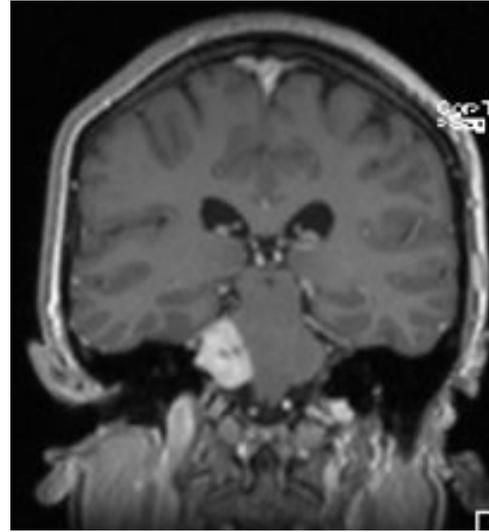
6 mo post-op



**Kombinierte Vorgehensweise  
(Mikrochirurgie + Gamma Knife)**

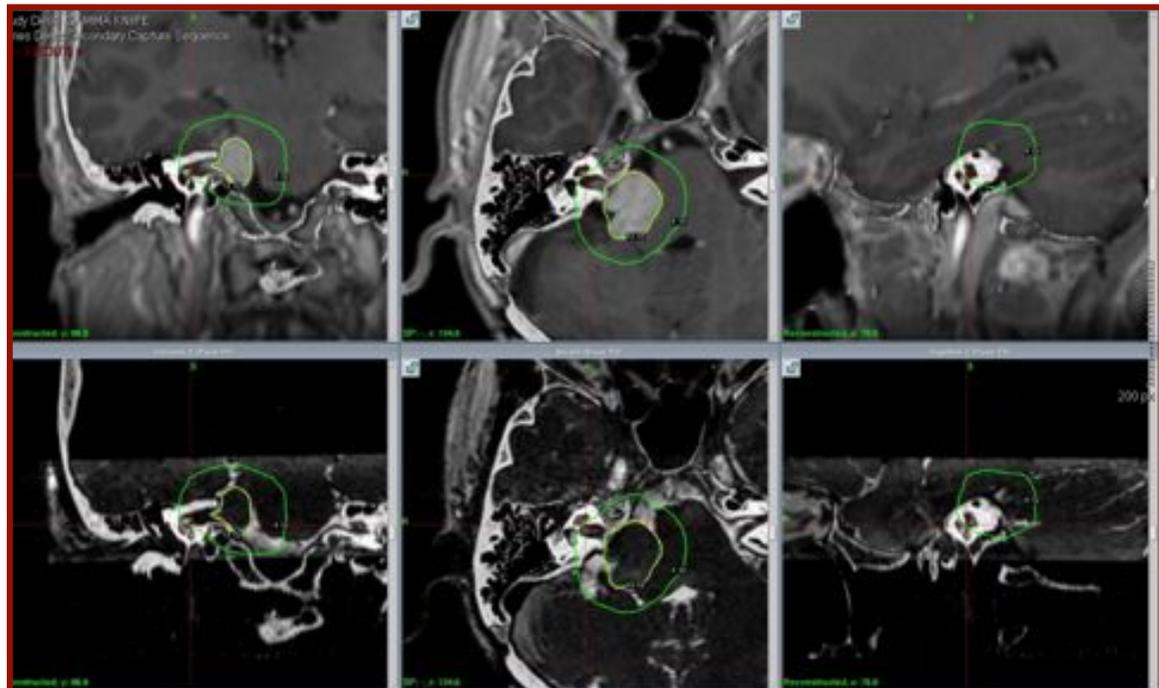
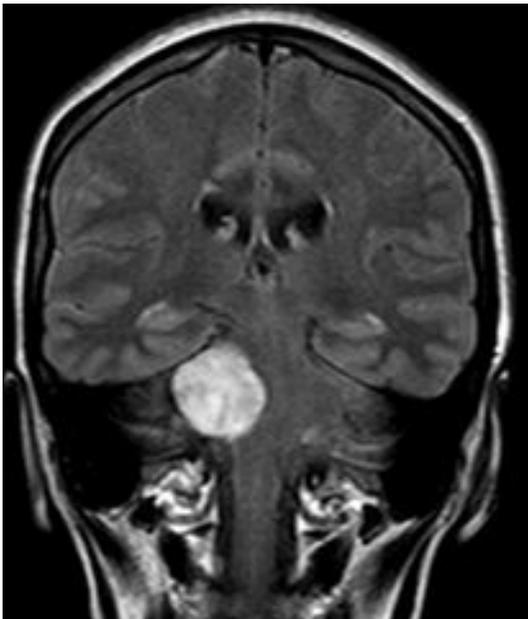
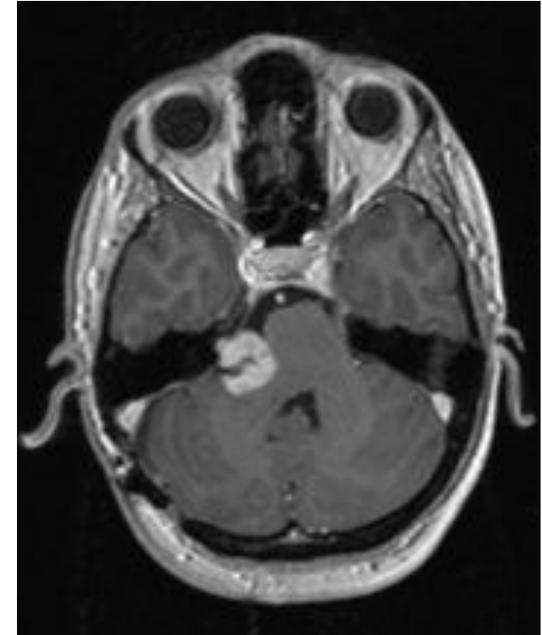
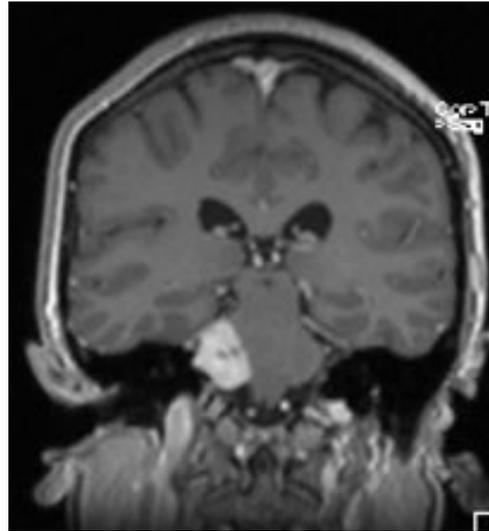


6 mo post-op



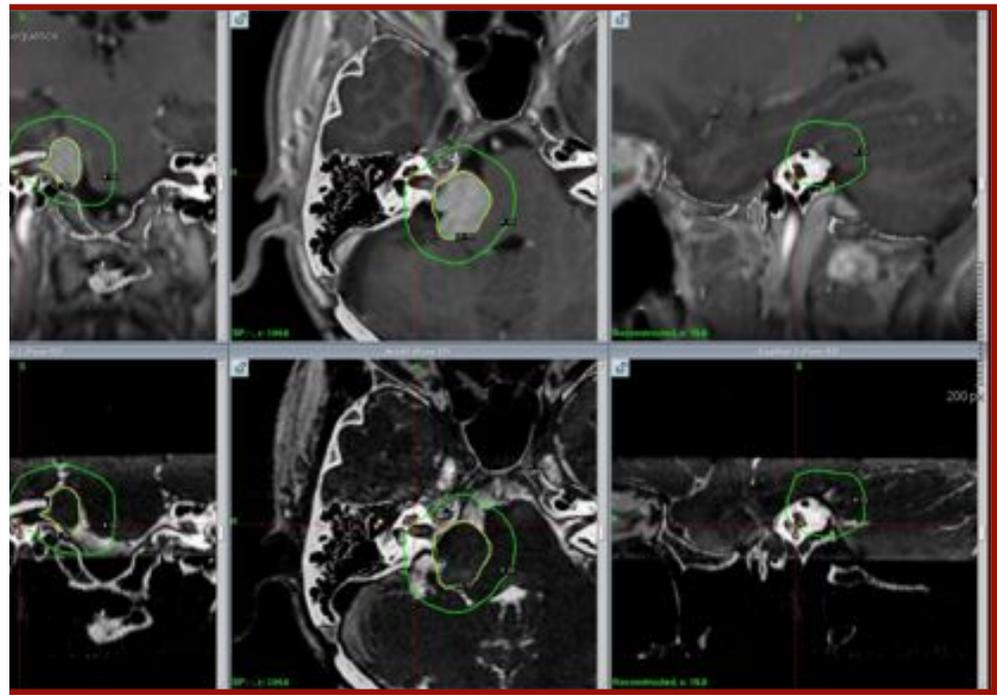
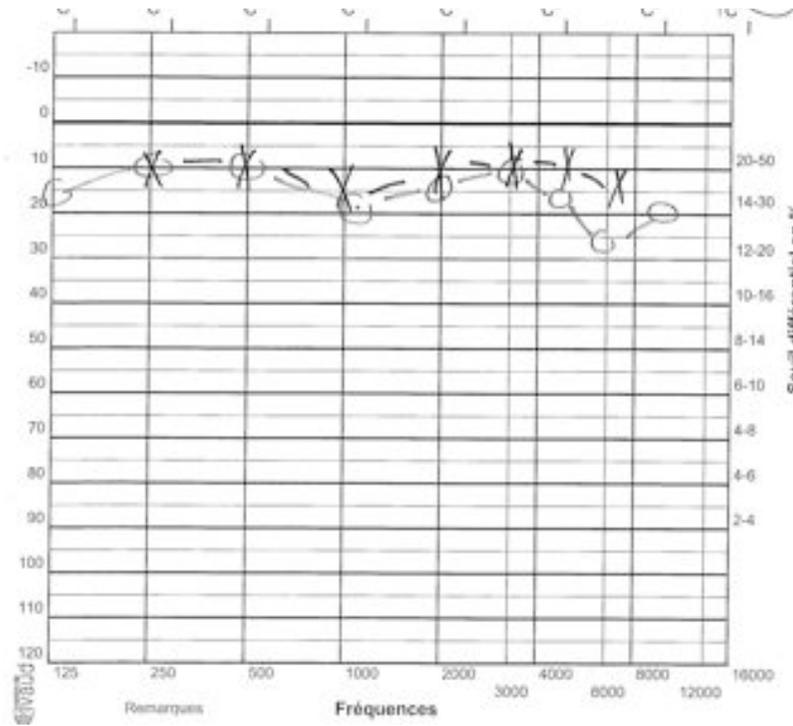
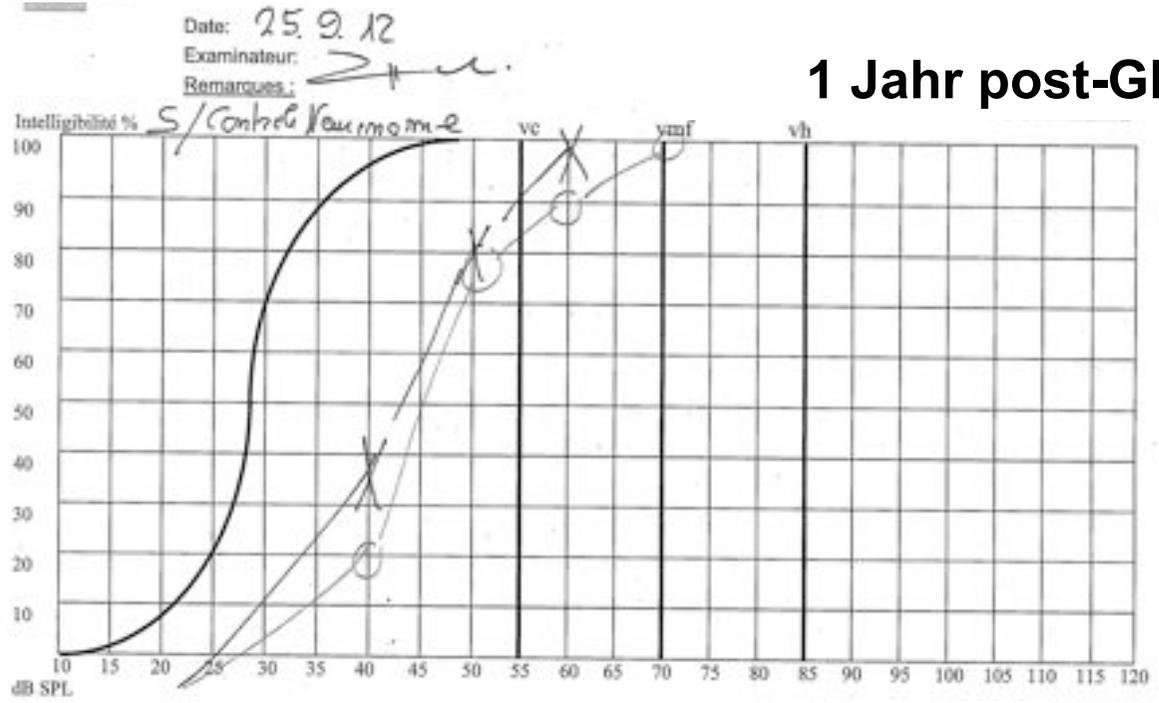


6 mo post-op





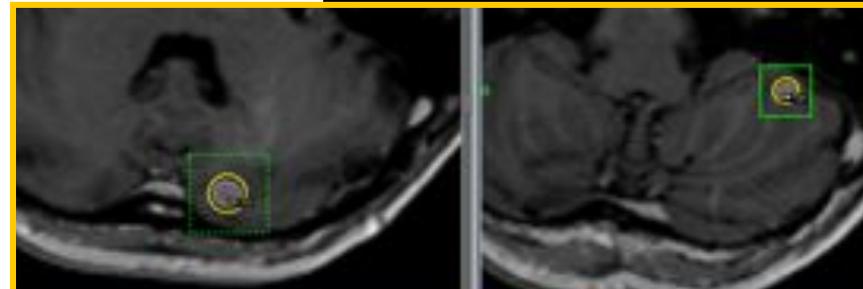
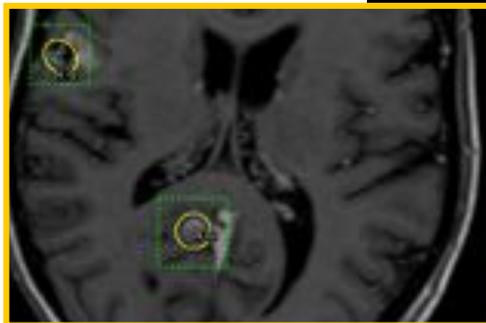
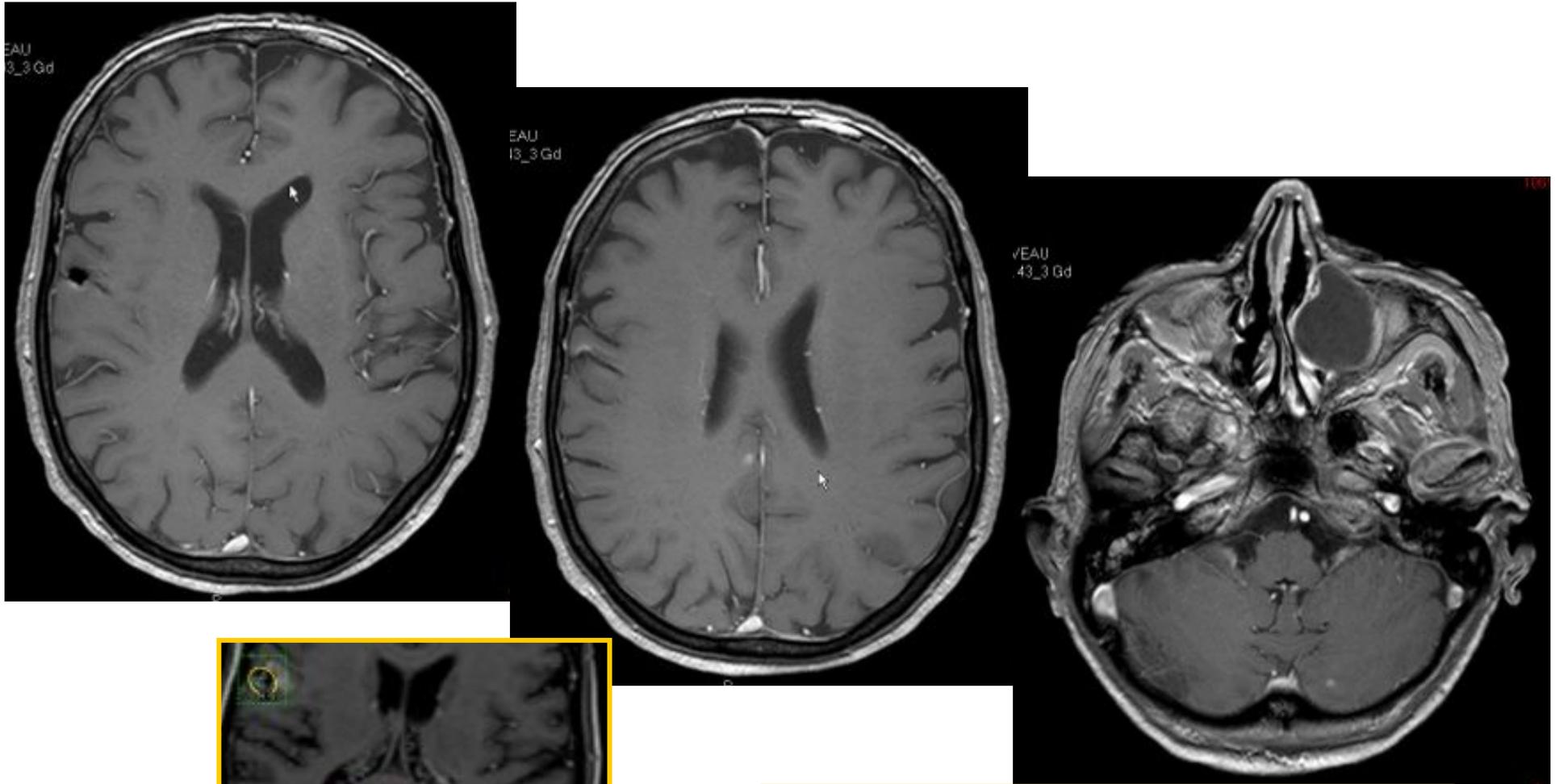
1 Jahr post-GK



# Gehirnmetastasen



# Gehirnmetastasen



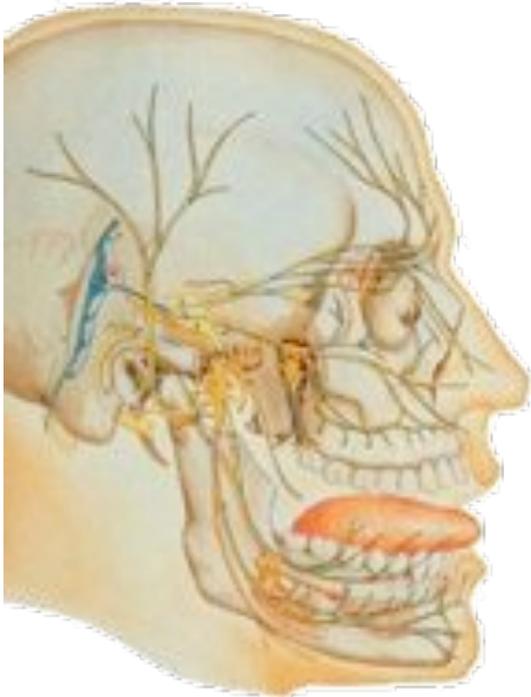
# Gehirnmetastasen

- Es gibt immer mehr Studien & Berichte über die Vorteile der Radiochirurgie als Mittel der ersten Wahl gegenüber der Radiotherapie (WBRT) für Gehirnmetastasen

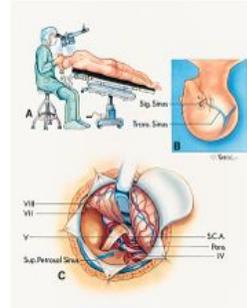
## Paradigmwechsel?

	<u>Alte Denkweise</u>	<u>Neue Denkweise</u>
<u>Behandlung</u>	WBRT	Radiochirurgie
<u>Todesursache</u>	Gehirn	Körper lässt nach
<u>Ziel</u>	Linderung	Funktion erhalten

# Gamma Knife als Alternative zur funktionellen Neurochirurgie



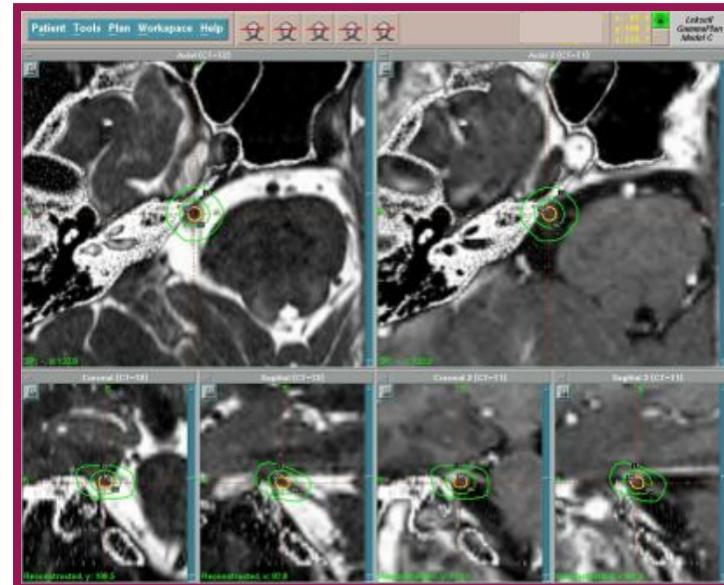
**Trigeminal  
Neuralgia**  
(« Schmerzliches Tic »)



**Mikrovaskuläre Dekompression**

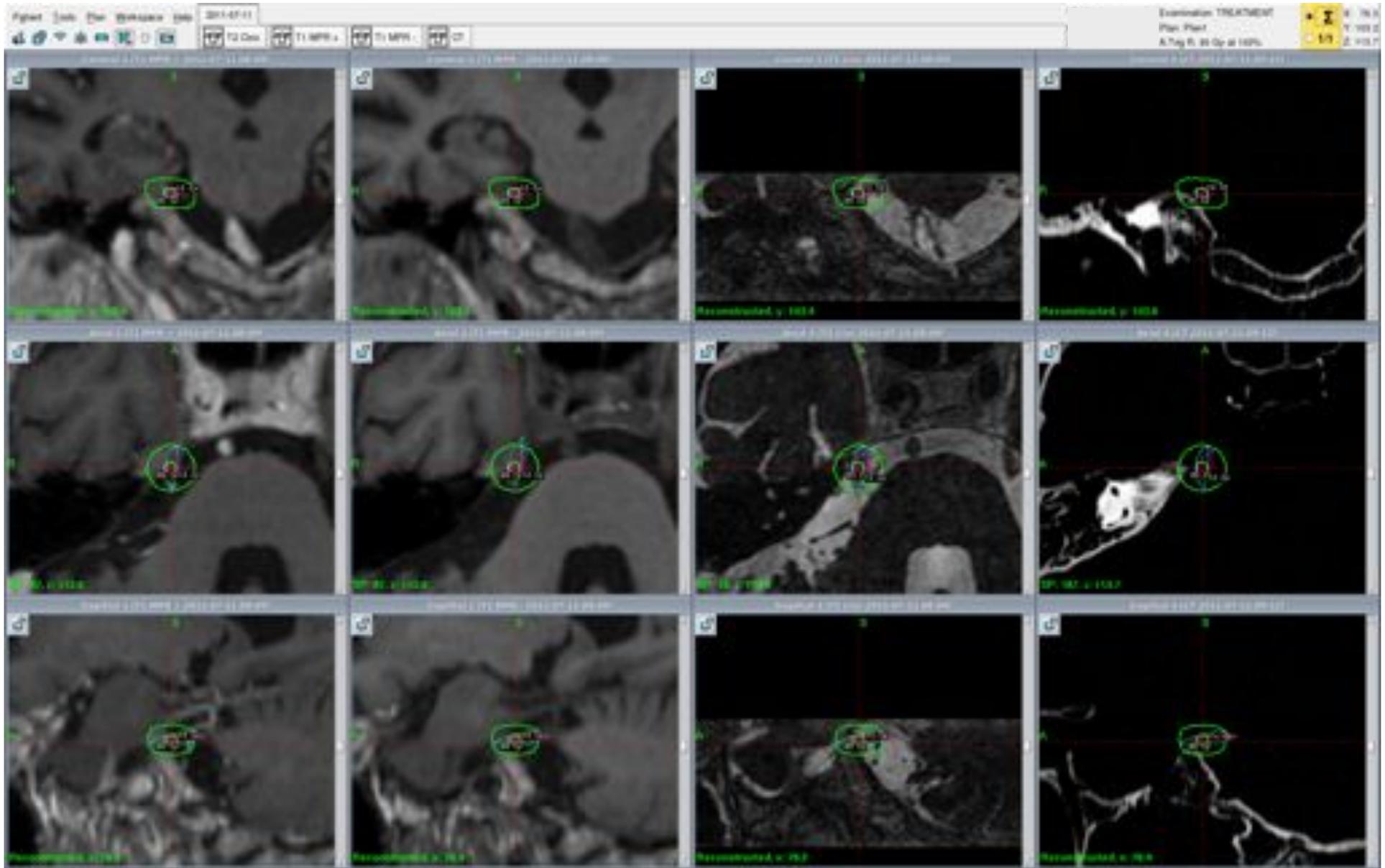


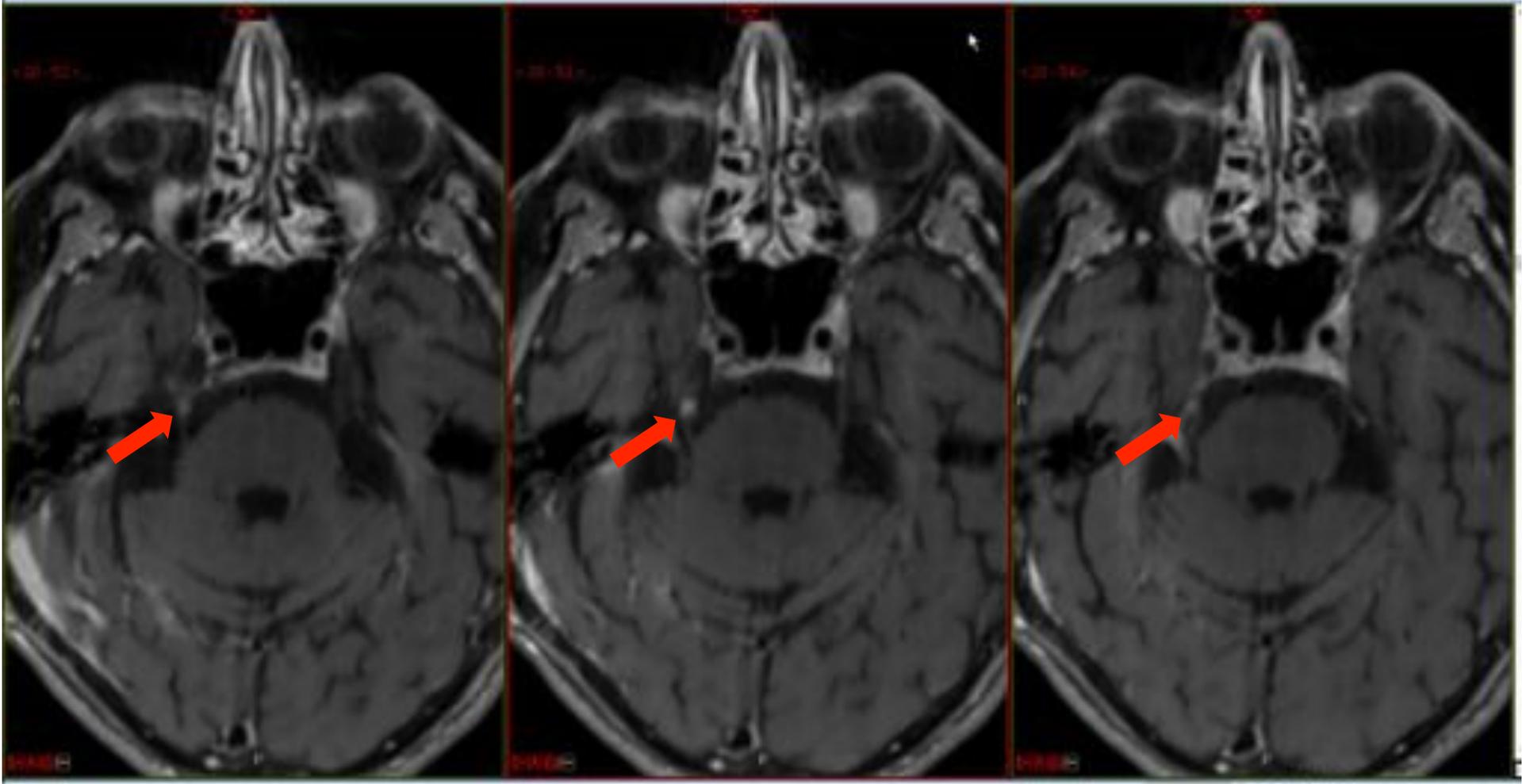
**Thermokoagulation**



**Gamma Knife**







## La radiochirurgie dans le traitement de la névralgie trigéminal : résultats à long terme et influence des nuances techniques

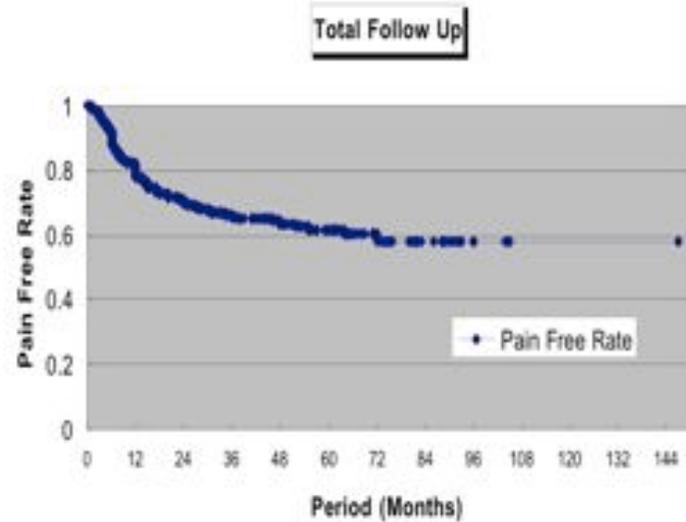
*radiosurgery in trigeminal neuralgia: Long-term results and influence of operative nuances*

J. Regis<sup>a,\*</sup>, Y. Arkha<sup>a</sup>, S. Yomo<sup>a</sup>, N. Murata<sup>a</sup>, P. Roussel<sup>a</sup>, A. Donnet<sup>c</sup>, J.-C. Peragut<sup>a,b</sup>

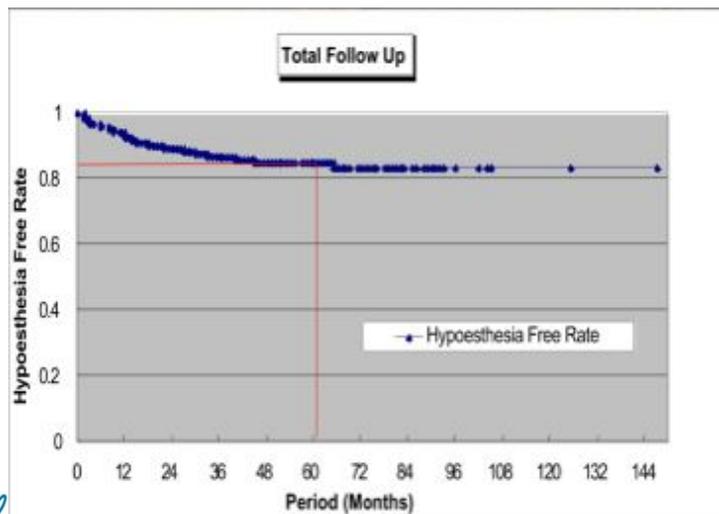
<sup>a</sup> Service de neurochirurgie fonctionnelle et stéréotaxique, Hôpital de la Timone, boulevard Jean-Moulin, 13385 Marseille cedex 05, France

<sup>b</sup> Unité InsERM 9926, 13385 Marseille, France

<sup>c</sup> Service de neurologie, Hôpital de la Timone, 13385 Marseille cedex 05, France



### Gamma Knife



# Trigeminal Neuralgia

(« Schmerzliches Tic »)

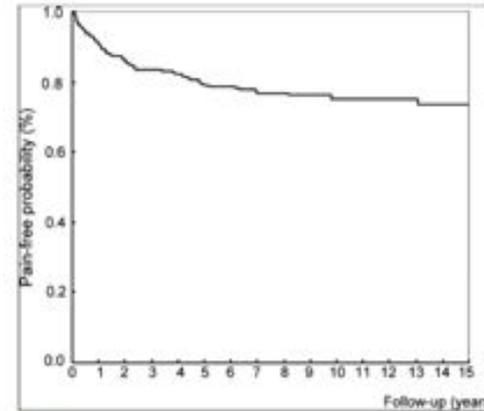


Fig. 8 :

Courbe de KM des patients avec guérison complète (pas de douleur, pas de médicaments) jusqu'à 15 ans de suivi après DVMC dans la série de M.S. (Sindou et al., 2006). Le taux de guérison était de 73 % à 15 ans.

### Mikrovaskuläre Dekompression

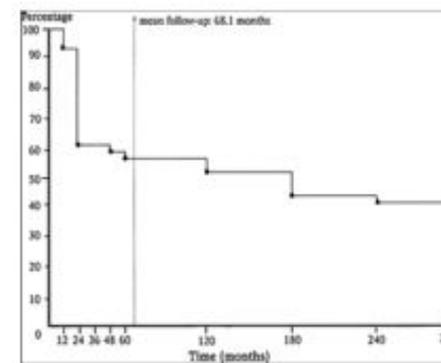


Fig. 8 :

Résultats à long terme de la thermorhizotomie. Courbe de Kaplan-Meier des patients sans récurrence, après (une seule) thermocoagulation, dans la série de 1216 patients de Kanpolat et al. (2001). Bien que le taux initial de sédation complète ait été de 97,6 %, ce taux a décliné à 43 % à 25 ans d'évolution postopératoire.

### Thermokoagulation

## La radiochirurgie dans le traitement de la névralgie trigéminal : résultats à long terme et influence des nuances techniques

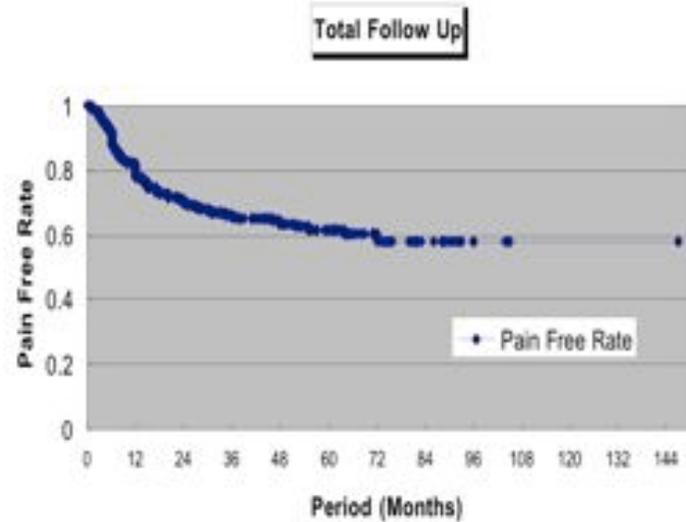
*radiosurgery in trigeminal neuralgia: Long-term results and influence of operative nuances*

J. Regis<sup>a,\*</sup>, Y. Arkha<sup>a</sup>, S. Yomo<sup>a</sup>, N. Murata<sup>a</sup>, P. Roussel<sup>a</sup>, A. Donnet<sup>c</sup>, J.-C. Peragut<sup>a,b</sup>

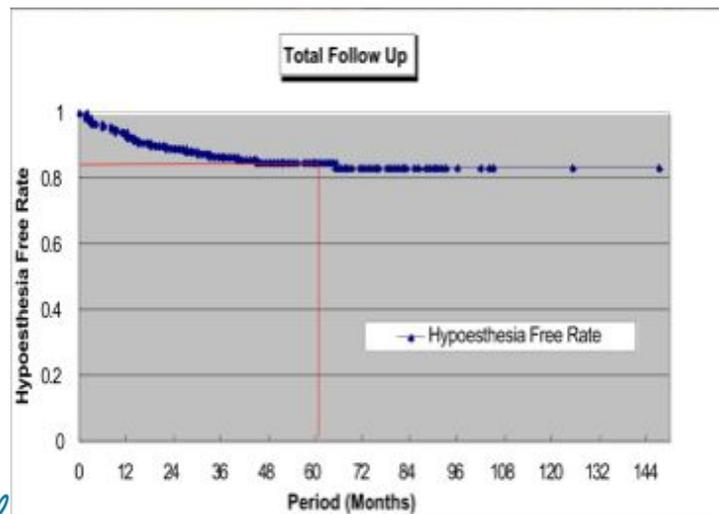
<sup>a</sup> Service de neurochirurgie fonctionnelle et stéréotaxique, Hôpital de la Timone, boulevard Jean-Moulin, 13385 Marseille cedex 05, France

<sup>b</sup> Unité InsERM 9926, 13385 Marseille, France

<sup>c</sup> Service de neurologie, Hôpital de la Timone, 13385 Marseille cedex 05, France



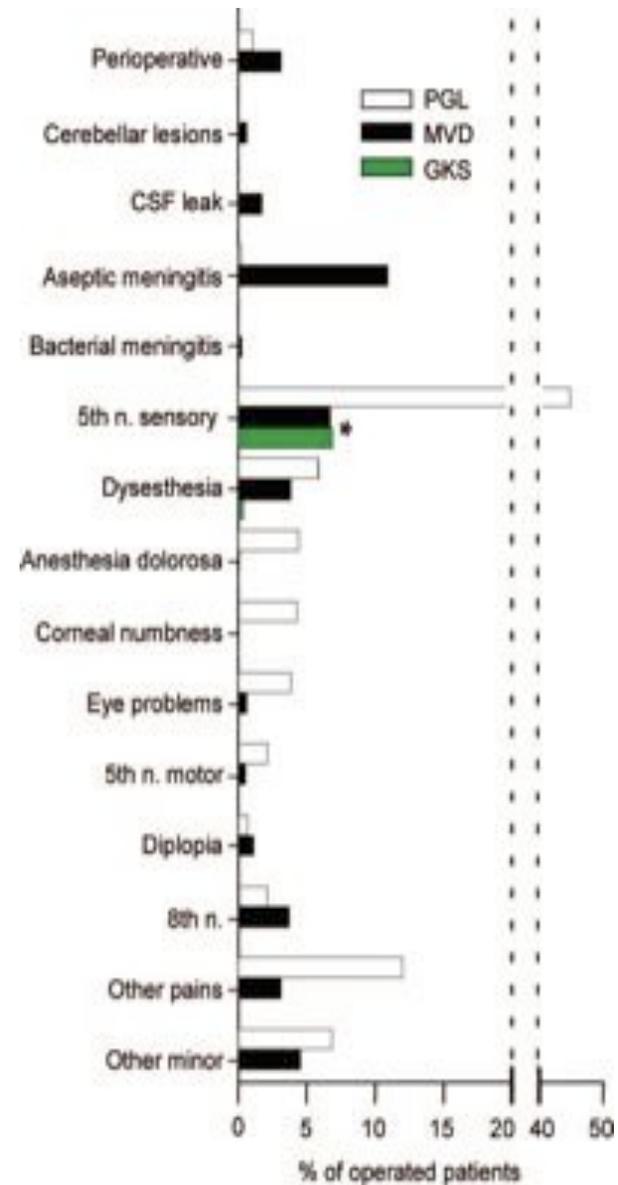
## Gamma Knife



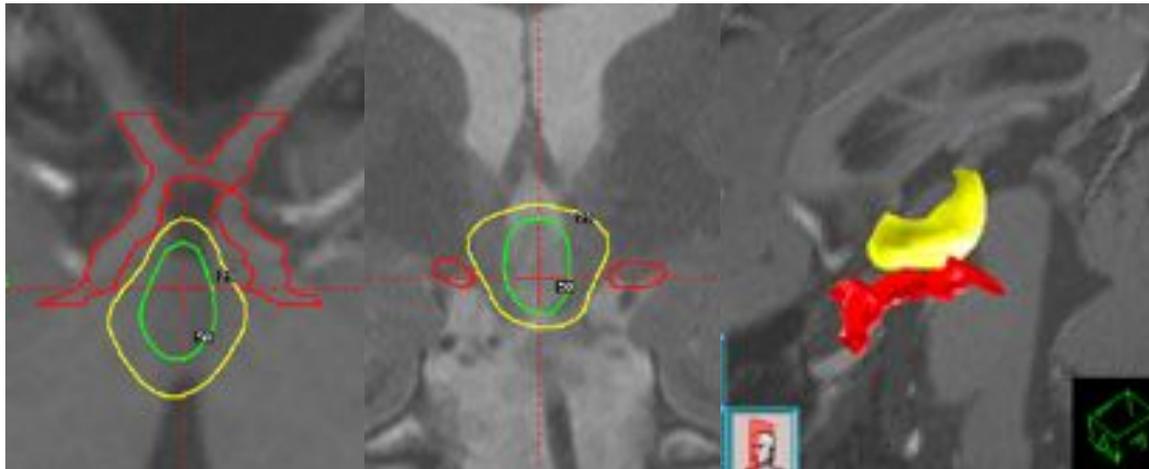
## Practice Parameter: The diagnostic evaluation and treatment of trigeminal neuralgia (an evidence-based review): Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the European Federation of Neurological Societies

G. Gronseth, G. Cruccu, J. Alksne, C. Argoff, M. Brainin, K. Burchiel, T. Nurmikko and J. M. Zakrzewska, MD, FDSRCS

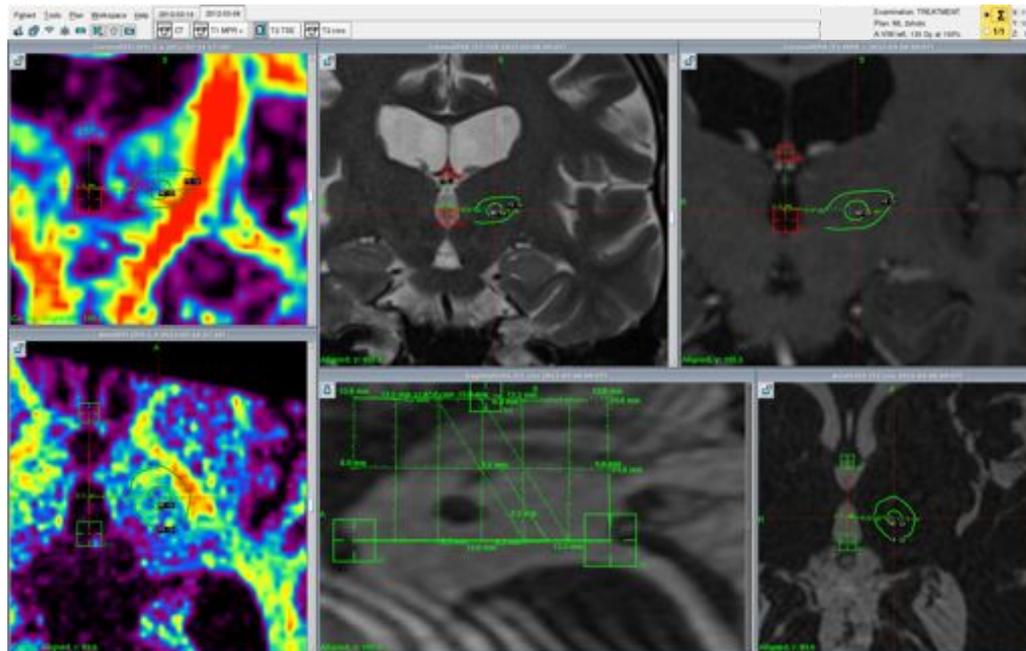
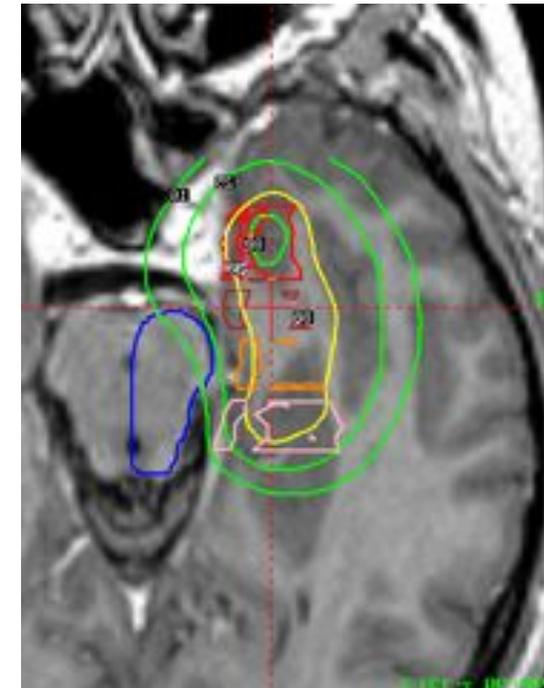
*Neurology* 2008;71;1183-1190; originally published online Aug 20, 2008;



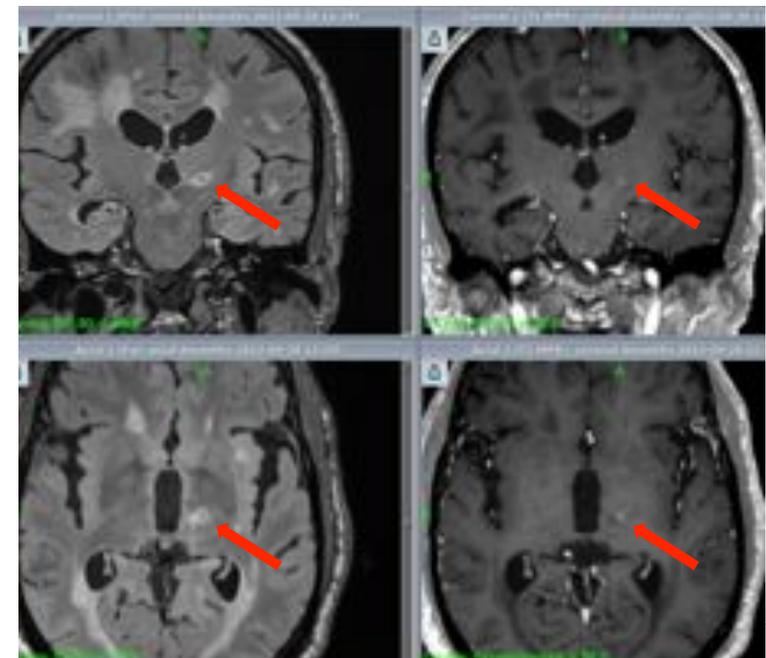
# Andere Bewegungsstörungen



Epilepsie (Hypothalamisches Hamartom)



Bewegungsstörungen (Gamma-thalamotomie)



# Kostenerstattungs- problematik

- Bewegungsstörungen:
  - Antrag Juni 2011
  - Entscheidung aufgeschoben
  - Akzeptiert
  - Juli 2012

CH-3001 Berne, OFSP **A-Priority**

CHUV  
Direction médicale  
Professeur Jean-Blaise Wasserfallen  
Champ de l'Air  
Rue du Bugnon 21  
1011 Lausanne

Référence du document: 013.0053-123  
Votre référence:  
Notre référence: VCC  
Berne, le 21 juin 2012

Monsieur le professeur,

Le 31 mai 2011 vous nous avez fait parvenir une demande de prise en charge concernant la radiochirurgie des troubles fonctionnels. Après étude du dossier par nos soins, la demande a été soumise à la Commission fédérale des Principes et Prestations (CFPP) en mars de cette année.

Sur la base des recommandations de la CFPP, le Département fédéral de l'intérieur (DFI) a décidé de certaines modifications de l'OPAS (Ordonnance sur les prestations de l'assurance de soins) et de ses annexes (annexes 1, 2 et 3). Ces modifications entrent en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2012 et sont communiquées publiquement aujourd'hui. Les dispositions légales quant à la prestation mentionnée ci-dessus seront modifiées dans l'annexe 1 comme suit :

Radiochirurgie (LINAC, Couteau gamma)	Troubles fonctionnels, notamment: les syndromes douloureux 1.1.1996/1.7.2012 (par ex. névralgie du trijumeau, algies faciales), les mouvements anormaux (par ex.: tremblements essentiels, ceux associés à la maladie de Parkinson), les épilepsies (par ex.: épilepsies temporales, hamartomes épileptiques, épilepsie extra-temporales)
---------------------------------------	---

En conséquence, la prestation en question sera prise en charge par l'assurance obligatoire de soins. Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Professeur, nos salutations distinguées.

# Imaging in der Neurochirurgie (besonders mit Gamma Knife)

*Zukunftsmedizin...*

*Aber, Medizin der reichen Länder?!*

**Wie kann man Entwicklungsländern den  
Zugang zur Spitzentechnologie anbieten?**

# World Federation of Neurosurgical Societies



WEB MANAGER: Gail Rossaint

[About WFNS](#) | [Meetings](#) | [News](#) | [Foundation](#) | [Education](#) | [Calendar](#) | [Reviews](#) | [Journal](#) | [Contact](#)

[DONATE](#)    Newsletter Sign-up »  [GO](#)    Search WFNS »  [GO](#)

## Mission Statement

The World Federation of Neurosurgical Societies aspires to promote global improvement in neurosurgical care.

The mission of the World Federation of Neurosurgical Societies (WFNS) is to work together with our member societies to improve worldwide neurosurgical care, training and research to benefit our patients.

# World Federation of Neurosurgical Societies



Neurosurgical Equipment

Presented by the World Federation of Neurosurgical Societies' Foundation

## Projekte:

- Spezielle finanzielle Bedingungen für die Anschaffung der Ausstattungen (Partnerschaft mit der Industrie)
- Behandlung der Patienten aus Entwicklungsländern in Referenzzentren welche Spitzentechnologie anbieten



Service de neurochirurgie

# Le Gamma Knife

Un nouveau traitement  
de radioneurochirurgie  
au CHUV



## QU'EST-CE QUE LE GAMMA KNIFE?

Le Gamma Knife permet de traiter des lésions ou régions du cerveau à l'aide de rayons Gamma comme le ferait un bistouri (d'où l'appellation « Couteau Gamma »). Composé de 192 faisceaux provenant de sources de cobalt, le Leksell Gamma Knife® Perfexion™ acquis par le CHUV, permet d'administrer, avec une extrême précision, une forte dose de radiation en une seule séance, dans presque tous les cas.

## QUELS SONT SES AVANTAGES?

---

*Pas d'anesthésie générale  
(sauf pour les jeunes enfants)*

---

*Une approche moins invasive  
(pas d'ouverture du crâne, ni de trépanation)*

---

*Diminution des risques de complications,  
habituellement associées tant à la chirurgie  
qu'à l'anesthésie prolongée*

---

*Intervention thérapeutique de courte durée  
(hospitalisation ambulatoire, en hôpital de jour)  
et reprise rapide des activités*