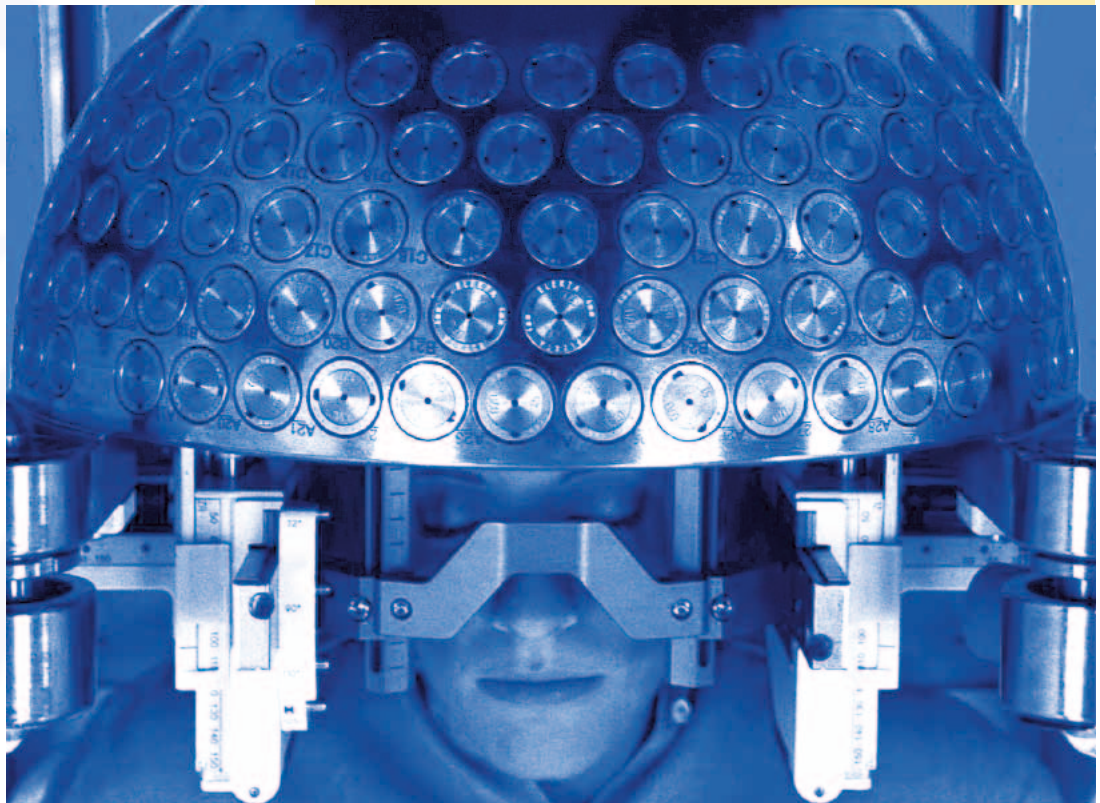


Gamma Knife Center Hannover
Praxisgemeinschaft für Strahlentherapie & Neurochirurgie

Radiochirurgie mit dem Gamma Knife

sicher • präzise • schonend



Bösartige nicht-hirneigene Tumore

- Hirnmetastasen
(in begrenzter Anzahl und Größe, max. 3)

Benigne Tumore des Kopfes

- Meningeome (WHO-Grad 1 oder 2)
- Akustikusneurinome
- Hypophysenadenome
(falls Abstand zum optischen System mindestens 2-3 mm)

Hirneigene Tumore

- Gliome
(nur bei guter Abgrenzbarkeit und Größe)

Schmerzsyndrom

- Trigeminusneuralgie
(strenge Indikationsstellung)

Seltene Erkrankungen

- Arteriovenöse Angiome
(AV-Malformationen)
- Schwannome
(Neurinome anderer Hirnnerven)
- Chondrosarkome der Schädelbasis
- Hämangioblastome
- Kraniopharyngiome oder Pinealistumore
- Paragangliome
(Chemodektome, Glomus-Tumore)



Hirnmastasen

Hirnmastasen sind die häufigsten Tumore im Gehirn (30-40% aller Hirntumore). 30% aller Krebspatienten entwickeln Hirnmastasen.

Häufige Primärtumore sind

- Bronchialkarzinom
- Mammakarzinom
- Nierenzellkarzinom
- Malignes Melanom
- Karzinome des Gastrointestinaltraktes

Die Therapie ist abhängig von der Art, Größe und Anzahl der Mastasen sowie vom Gesamtzustand des Patienten (Alter, Karnofsky-Score und Zustand des Körpertumors).

Bei Mastasen, die singular/solitär im Hirn vorhanden sind, steht meistens die Operation an erster Stelle. Besonders Mastasen mit einer Größe > 2.5 cm Durchmesser sollten operativ entfernt werden, um eine Dekompression zur Reduktion der Raumforderung zu erzielen.

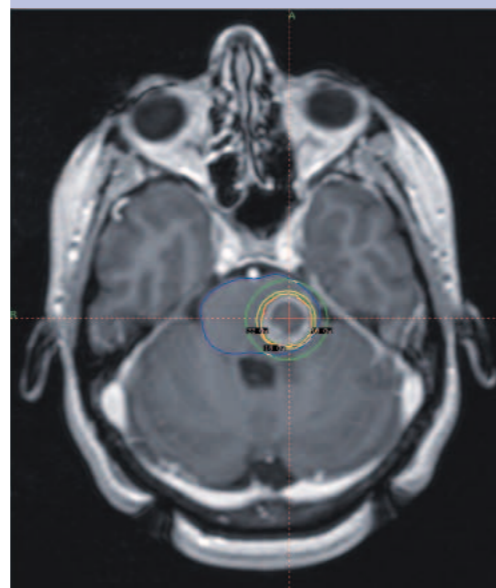
Ist die Mastase klein (< 1.5 cm) oder liegt sie in eloquenten Hirnarealen, wo eine Resektion schwierig oder unmöglich ist (z.B. Hirnstamm), ist die radiochirurgische, stereotaktische Einzelbestrahlung indiziert. Sie erbringt gegenüber der Operation bezüglich Mortalität gleichwertige Verlaufsergebnisse. Die Morbidität ist bei der Einzelbestrahlung evtl. geringer als bei der Operation.

Die fraktionierte Ganzhirnbestrahlung ist bei singularen/solitären Mastasen nicht an erster Stelle sinnvoll. Die Ganzhirnbestrahlung (30-40 Gy, mit 2-3 Gy Einzeldosis/Tag) sollte bei multiplen Hirnfiliae (> 3) oder nach Operation mit dringendem Verdacht auf Inkomplette Entfernung bei multiplen Mastasen zum Einsatz kommen.

Kleinzellige Bronchialkarzinome sind strahlensensibel und chemosensibel; somit sollten diese Tumore nicht operiert werden. Auch eine Einzelbestrahlung ist nicht indiziert. Die Ganzhirnradiatio plus Chemotherapie sind hier wichtig.

Es gibt lediglich Studien, die zeigen, dass nach einer Operation mit anschließender Ganzhirnradiatio die Überlebenszeit gegenüber alleiniger Operation oder alleiniger Ganzhirnbestrahlung verlängert ist (Patchell). Keine Studie konnte bisher zeigen, dass die Überlebenszeit durch Ganzhirnbestrahlung gegenüber Einzelbestrahlung (ohne/mit Ganzhirnradiatio) verlängert ist.

Zentral zystische Hirnstammmetastase eines malignen Melanoms links. Keine vorherige Ganzschädelbestrahlung. 18 Gy = 50% therapeutische Isodose.



Hirnmastasen

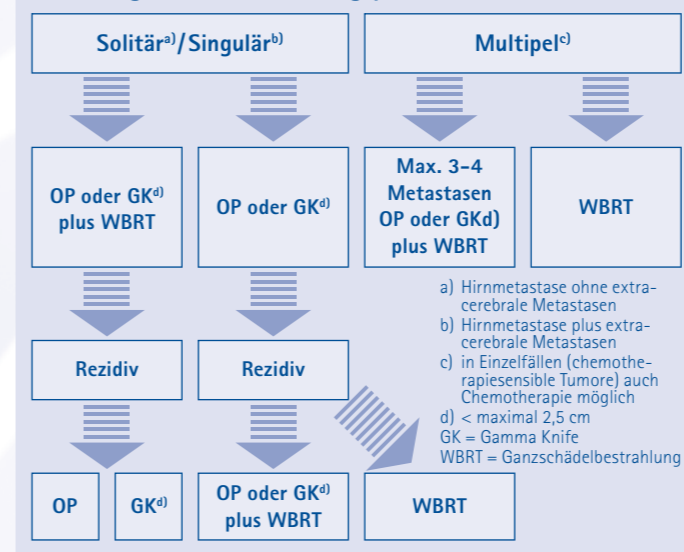
Therapie der Wahl ist u. E. bei Mastasenzahl (1-3) die Behandlung mittels stereotaktischer Einzelbestrahlung. Dann sollte eine konsequente MRT-Kontrolle alle 3-4 Monate erfolgen. Bei neuen multiplen Mastasen wäre eine Ganzhirnradiatio anzustreben.

Strahlenresistente Hirnmastasen (malignes Melanom, Nierenzellkarzinom) sollten, falls möglich (Größe < 2.5 cm, Anzahl < 3), mittels stereotaktischer Einzelbestrahlung (Radiochirurgie) behandelt werden.

Bei allen Patienten mit Hirnmastasen wird der Therapieplan von einem Strahlentherapeuten und Neurochirurgen interdisziplinär gemeinsam erstellt.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die einzelnen Therapieverfahren (fraktionierte Radiotherapie, Einzelbestrahlung, Kombination der beiden Methoden) durch das gleiche Team zu kombinieren.

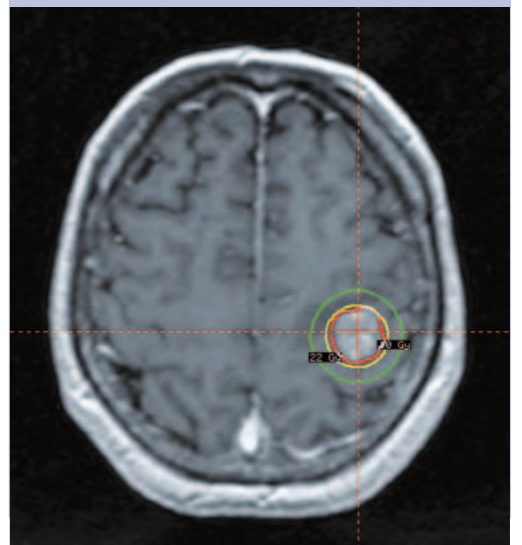
Leitliniengerechtes Behandlungsprotokoll für Hirnmastasen



Indikationen für stereotaktische Einzelbehandlung mit dem Gamma Knife

- Tumor < 2.5 cm
- Anzahl 1-3
- Vor oder nach erfolgter Ganzhirnbestrahlung
- Karnofsky score > 70%
- Kein wesentlicher Progress des Primärtumors

Adenokarzinom-Metastase (Pulmo) links präzentral. Operation aufgrund der Lage zur Zentralregion nicht durchgeführt. Risiken durch Operation erhöht. 22 Gy = 50% therapeutische Isodose.



Meningeom

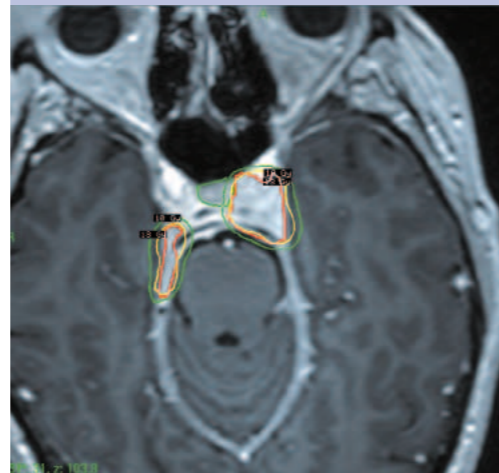
Meningeome sind häufige Tumore des Kopfes unter Beteiligung der Dura mater. In mehr als 85% der Fälle handelt es sich um benigne Tumore (WHO Grad I.) mit sehr langsamem Wachstum.

Da oft die Meningeome nicht komplett operativ entfernt werden können (Schädelbasis, Sinus sagitalis, Sinus cavernosus), ist die stereotaktische Einzelbestrahlung eine hocheffiziente (Tumorkontrolle > 90%) und sichere Behandlungsmethode. Bei Meningeomen liegen viele Studien mit Langzeitergebnissen > 10 Jahre vor. Die Meningeome WHO Grad I. sind radiochirurgisch sehr gut zu behandelnde Entitäten. Die wirksame Dosis beträgt je nach Größe 12 - 16 Gy = 50% therapeutische, umschließende Isodose.

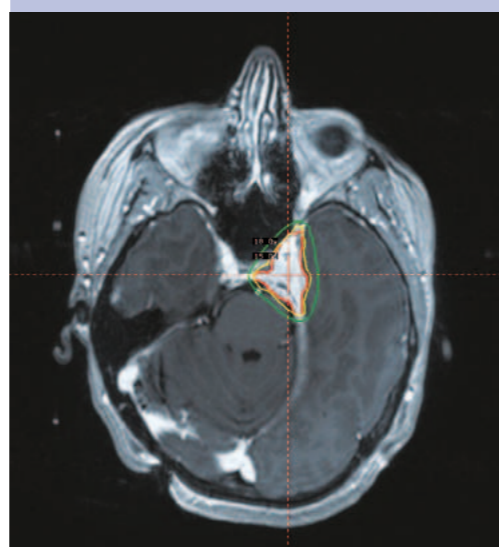
Indikationen für stereotaktische Einzelbehandlung mit dem Gamma Knife

- Tumorgöße < 3 cm Durchmesser
- Teilresezierte Tumore in schwierigen Lokalisationen wie z.B.:
 - Sinus sagitalis
 - Sinus cavernosus (mit Abstand zum optischen System von mindestens 3 mm)
 - Petroclival
 - Tuberculum sella (mit Abstand zum optischen System von mindestens 3 mm)
- Multiple Meningeome bei Meningeomatosis, wenn Operation nicht möglich oder von Patient abgelehnt.

Multiple Meningeome (WHO-Grad I): rechts am Tentorium, links am Sinus cavernosus. Bei vorheriger Operation konnten nicht alle Meningeom-Anteile komplett entfernt werden.
13 Gy = 50% therapeutische Isodose, steiler Dosisabfall. Hirnstamm und Hypophyse (grün) weitgehend außerhalb 10 Gy Isodose.



Meningeom (WHO-Grad I) des Sinus cavernosus links. Durch Voroperation konnte der Tumor lediglich verkleinert werden. Aufgrund der Lage im Sinus cavernosus ist hier eine radikale Resektion in aller Regel nicht möglich.
15 Gy = 50% therapeutische Isodose. Nur ein minimaler Anteil des Hirnstammes erhält mehr als 10 Gy (grün); guter, steiler Dosisabfall.



Akustikusneurinom

Das Akustikusneurinom (AKN) ist ein gutartiger Tumor des N. vestibulocochlearis mit langsamer Wachstumstendenz. Er führt bei vielen Patienten zu Hörminderung oder Hörverlust.

Kleine Tumore (< 2.5 cm) können durch neue Bestrahlungsverfahren seit ca. 10 Jahren wirkungsvoll behandelt werden. Bei großen Tumoren sollte eine operative Resektion erfolgen.

Radiochirurgische Verfahren (Linac/GammaKnife) werden seit über 10 Jahren erfolgreich angewandt. Es liegen bereits viele Langzeitergebnisse vor, die belegen, dass die gefürchtete, bleibende Facialisparese nur bei ca. 1% der bestrahlten Patienten auftritt. Die Tumorkontrollrate nach stereotaktischer Einzelbestrahlung beträgt über 90%.

Die therapeutische Isodose beträgt für kleine und mittlere Akustikusneurinome 13 Gy = 65% therapeutische Isodose.

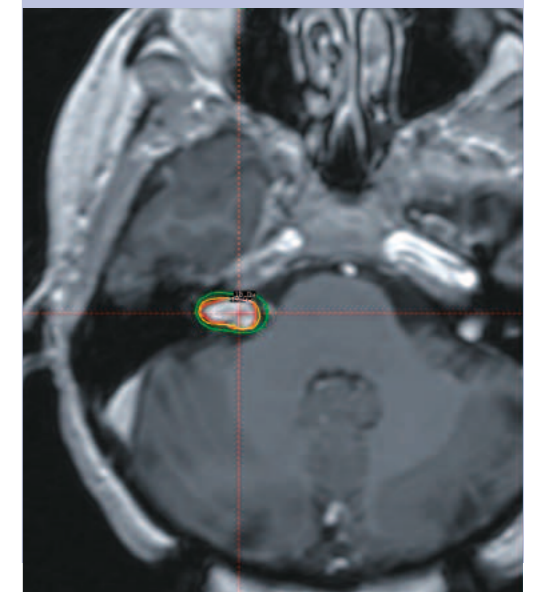
Die Behandlung mit dem Gamma Knife erfolgt nur unter Zuhilfenahme von MRT und CCT zur Planungsberechnung. Somit ist eine größtmögliche Genauigkeit der Zielpunktsberechnung gewährleistet.

Die Kontrolluntersuchungen (persönliche Vorstellung des Patienten und MRT-Kontrollen mit Volumetrie des bestrahlten Tumors) erfolgen nach 6, 12, 18, 24 Monaten, dann bis zum 7. Jahr in jährlichen Abständen. Regelmäßige Audiometrien in 6-monatigen Abständen werden gefordert.

Indikationen für stereotaktische Einzelbehandlung mit dem Gamma Knife

- Tumor < 2.5 cm
- Tumorrezidiv nach stattgefundener Tumorteilresektion
- Keine wesentliche Hirnstammkompression
- Kein Hydrocephalus

Kleines intra- und extrameatales Akustikusneurinom (T2) rechts.
13 Gy = 65% therapeutische Isodose. Der Hirnstamm ist komplett außerhalb der 10 Gy-Isodose, steiler Dosisabfall.



Hypophysenadenom

Tumore der Hypophyse und der suprasellären Region (Kraniopharyngeome) sind insgesamt schwer zu behandeln.

Durch operative Eingriffe kann oft nur eine partielle Tumorresektion erreicht werden. Es sind teilweise mehrfache chirurgische Eingriffe (transnasal oder subfrontal) erforderlich.

Darüber hinaus ist oft bereits bei der Erstdiagnose eine Beeinträchtigung des Visus/Gesichtsfeldes vorhanden, die eine Bestrahlung erschwert.

Die primäre Behandlungsmethode bei diesen Tumoren ist zunächst die chirurgische Tumorverkleinerung. Hierbei kann durch histologische Diagnose eine differenzierte Einteilung erreicht werden. Bei Tumorresten oder Rezidiven ist die radiochirurgische Bestrahlung sehr etabliert und effizient.

Hormoninaktive Resttumore können sehr gut radiochirurgisch mit dem Gamma Knife behandelt werden. Ein Abstand zum optischen System von ca. 2-3 mm sollte vorhanden sein. Bei einer therapeutischen Isodose 15-20 Gy = 50% ist eine Tumorkontrollrate von annähernd 90% zu erreichen.

Hormonaktive Tumore (M. Cushing, Akromegalie) sind schwer zu therapieren. Sie benötigen eine hohe Einzeldosis (20-25 Gy = 50% Isodose), damit eine Hormonreduktion stattfindet. Diese kann mitunter erst nach 6-18 Monaten erreicht werden.

Zur Bestrahlungsplanung werden immer MRT und CCT benutzt. Die Kontrollen der Hormonwerte werden vor und nach Bestrahlung regelmäßig durchgeführt.

Indikationen für stereotaktische Einzelbehandlung mit dem Gamma Knife

- Vor Bestrahlung ist eine eindeutige Histologie gefordert
- Tumorreste oder Rezidive
- Größe < 2.5 cm
- Abstand zum optischen System > 2-3 mm
- Keine Kompression des Nervus opticus oder Chiasma opticum

Gliom

Die hirneigenen Tumore (Gliome) sind in WHO Grade I.-IV. einzuteilen.

Die primäre Therapie dieser schwer zu behandelnden Tumore ist prinzipiell zunächst chirurgisch. In den meisten Fällen erfolgt anschließend eine fraktionierte Teilschädelbestrahlung (bis 60 Gy GD).

Bei den Tumoren WHO Grad IV. (Glioblastom) ist jegliches Bemühen vorwiegend palliativ.

Die stereotaktische Einzelbestrahlung ist primär von untergeordneter Bedeutung und nur bei Rezidiven nach bereits erfolgter fraktionierter Bestrahlung indiziert.

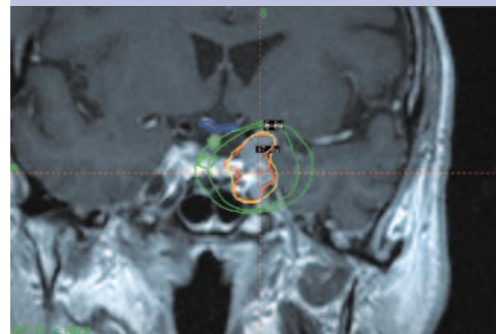
Der Tumor muss nach Kontrastmittelgabe gut demarkiert sein und darf eine Größe von max. 2.0 cm nicht überschreiten.

Die Gefahr einer strahlenbedingten Nekrose ist relativ groß. Eine Schwellungsreaktion muss teilweise lange mittels Hochdosiskortisongabe behandelt werden.

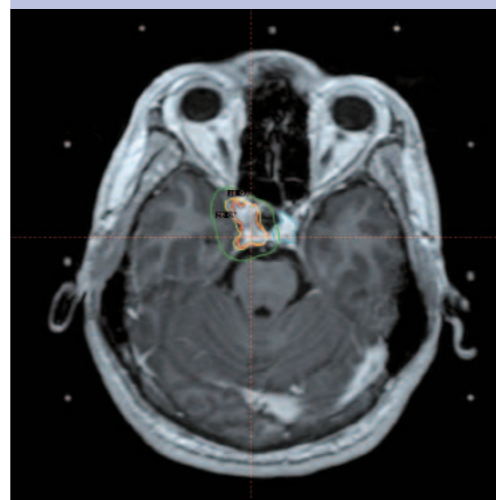
Indikationen für stereotaktische Einzelbehandlung mit dem Gamma Knife

- Tumor < 2.0 cm
- Ausgeprägte, eindeutige Demarkation des kontrastaffinen Tumors
- Eindeutige Histologie muss vorliegen
- Nur nach erfolgter fraktionierter Bestrahlung bei Rezidiv oder Progress

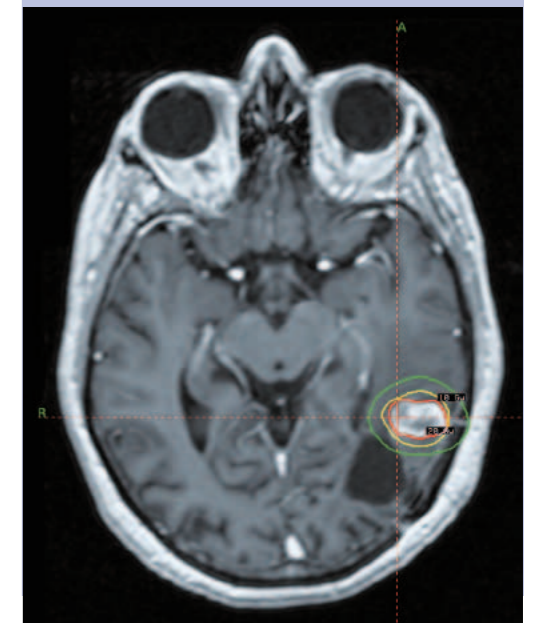
Hormoninaktives Hypophysenadenom als Tumorrest nach vorangegangener Operation, überwiegend im linken Sinus cavernosus liegend.
17 Gy = 50% therapeutische Isodose.
Chiasma opticum außerhalb der 6Gy Schwellendosis-Isodose.



Wachstumshormonproduzierender Tumor (rot) (Akromegalie) im Bereich des rechten Sinus cavernosus. Zustand nach vorheriger Operation.
gelb = 20 Gy = 50% therapeutische Isodose
grün = 10 Gy-Isodose
blau = Hypophyse



Glioblastom (WHO-Grad IV) als Randrezidiv links temporal nach vorangegangener Tumoroperation und fraktionierter anschließender Teilschädelradiation.
20 Gy = 50% therapeutische Isodose.



Trigeminusneuralgie

Die typische Trigeminusneuralgie ist anhand des klinischen Symptombildes zu bestimmen. Attackenförmige Schmerzen mit scharfem Schmerzcharakter liegen meistens im II. Trigeminusast im Gesicht vor.

Zunächst ist die Methode der Wahl die medikamentöse Einstellung. Diese ist oft nach Monaten oder Jahren nicht mehr erfolgreich, so dass die vaskuläre Dekompressionsoperation (nach Janetta) über einen suboccipitalen Zugang durchgeführt wird. Hierbei wird bei über 90% der Patienten eine sofortige Schmerzfremheit erreicht.

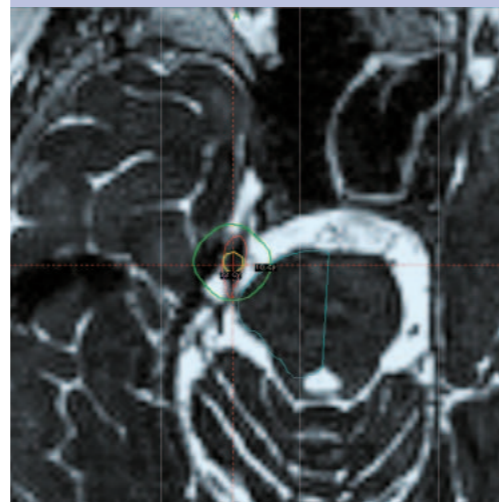
Ablative Verfahren wie die percutane Thermokoagulation haben ein relativ hohes Rezidivrisiko und Nebenwirkungsprofil.

Die stereotaktische Einzelbestrahlung hat bei ca. 70 - 80% der Patienten einen schmerzreduzierenden Effekt, wobei eine Wirkung erst nach 3-9 Monaten auftritt. Auch Nebenwirkungen wie Missempfindungen im Gesicht sind bis zu 30-40% nachweisbar.

Indikationen für stereotaktische Einzelbehandlung mit dem Gamma Knife

- Bereits operative Verfahren oder percutane Thermokoagulation stattgefunden
- Patient lehnt Operation ab
- Nur in Ausnahmefällen ist die Radiochirurgie Therapie der ersten Wahl bei medikamentöser Therapieresistenz

Bestrahlungsplanung bei Trigeminusneuralgie rechts.
rot = intracisternaler Anteil der Nervus trigeminus rechts
gelb = Isozentrum mit hoher Dosis 72 Gy
grün = 10 Gy-Isodose, nur sehr kleiner Anteil des Hirnstammes erhält mehr als 10Gy



Arteriovenöse Malformation (AVM)

Bei Arteriovenösen Malformationen, kurz AVM genannt, handelt es sich um Gefäßmissbildungen. Sie sind meistens angeboren. Im Laufe des Lebens führen AVM als Erstsymptom oft zu intracerebralen Blutungen oder zu symptomatischen, epileptischen Anfällen. Vorwiegend sind jüngere Erwachsene betroffen.

AVM sind oftmals schwer zu behandeln, besonders wenn sie in eloquenten Hirnarealen liegen oder multiple kleine Feeder (Zuflüsse) besitzen.

In den vergangenen 20 Jahren wurde die stereotaktische, radiochirurgische Behandlung (Gamma Knife) oft als additive (zur Operation oder Embolisation) oder als alleinige Maßnahme angewandt.

Ziel der Bestrahlung ist die Obliteration der abnormen Strukturen des Gefäßnidus der AVM. Dieser Vorgang kann 1-3 Jahre dauern, bis ein kompletter Verschluss erreicht ist. In dieser Zeit besteht zwar ein gewisses Blutungsrisiko, es ist jedoch durch die stattgefundene Bestrahlung nicht gegenüber dem Spontanverlauf vergrößert.

Die Erfolgsrate (Obliterationsrate) beträgt je nach Größe und Strahlungs-dosis 75-85%.

Bei großen AVM (> 3-4 cm) kann eine mehrzeitige radiochirurgische Behandlung in Zeitintervallen von ca. 6 Monaten erfolgen (Staged treatment).

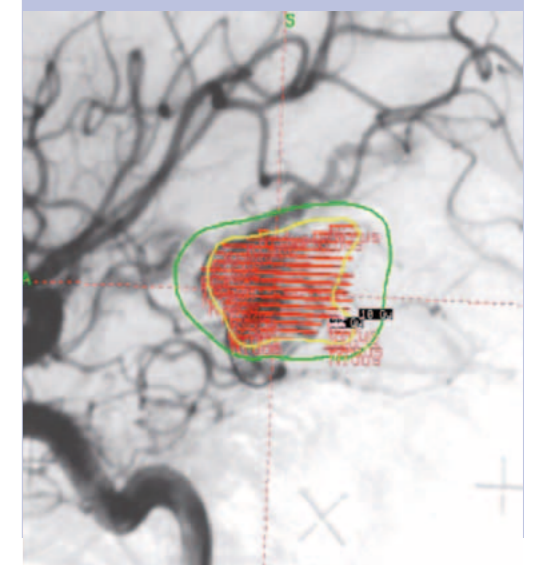
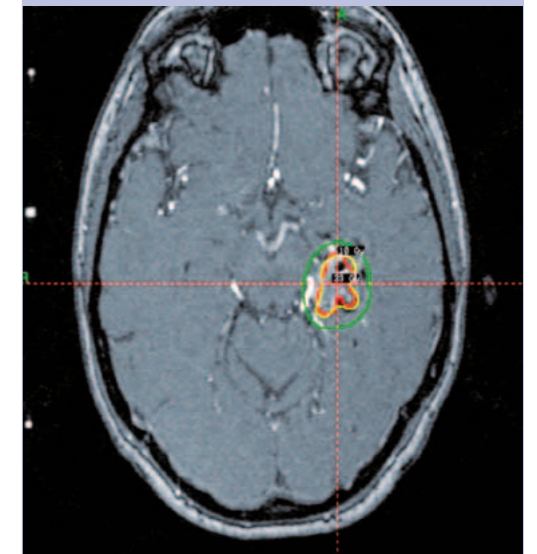
Für eine Bestrahlungsplanung muss eine MRT, CCT und eine digitale Subtraktionsangiographie (am Tage der Bestrahlung) durchgeführt werden. Alle Bilddaten werden fusioniert, um den Angiom-Nidus am besten darzustellen.

Die Dosis beträgt 20-25 Gy = 50-60% therapeutische Isodose.

Indikationen für stereotaktische Einzelbehandlung mit dem Gamma Knife

- AVM Nidus Durchmesser < 2.5 cm
- Nach Embolisation oder Operation möglich
- Teilweise auch als alleinige Methode anzuwenden
- Bei großem Nidus (3-4 cm) als staged treatment möglich
- Obliterationsrate beträgt 1-3 Jahre

AVM am dorso-medialen Temporallappen links. Bereits 3 Embolisierungen erfolgt. Volumen des AVM-Nidus 2.0cm, 23 Gy = 50% therapeutische Isodose



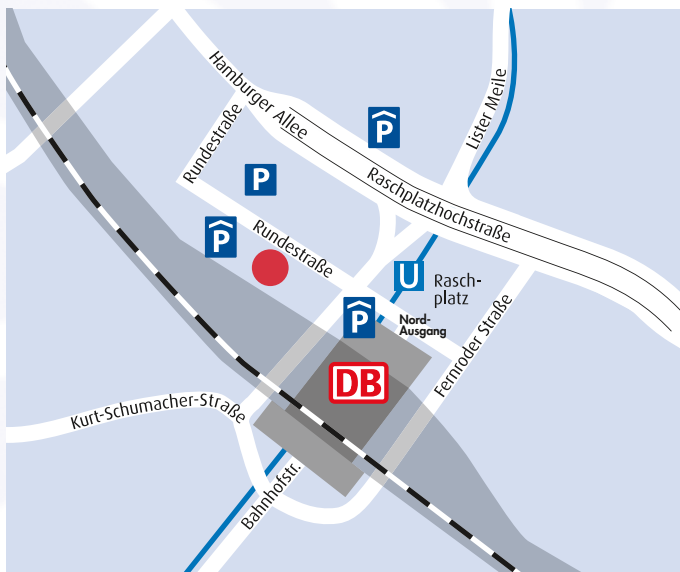
Gamma Knife Center

Wir sind für Sie da!

Montag bis Freitag von 8 bis 13 Uhr

Montag bis Dienstag von 14 bis 18 Uhr

So finden Sie uns:



Gamma Knife Center Hannover

Dr. med. Otto Bundschuh

Rundestraße 10

30161 Hannover

Tel. 05 11/22 06 04 - 60

Fax 05 11/22 06 04 - 69

info@gammaknife-hannover.de

www.gammaknife-hannover.de

In Kooperation mit:



Zuständige Kammer:
Ärztammer Niedersachsen

Gesetzliche Berufsbezeichnung:
Arzt (verliehen in Deutschland)

Berufsordnung der Ärztekammer
Niedersachsen vom 01.02.2005,
www.AEKN.de

