

Hirnschrittmacher bei Kopf- und Gesichtsschmerzen

Univ.-Prof. Dr. Jan Vesper

Leiter der Sektion Funktionelle Neurochirurgie und
Stereotaxie, Neurochirurgische Klinik, Heinrich-Heine-
Universität, Düsseldorf

Tab. 1.1 Verkürzte und modifizierte IHS-Klassifikation der Kopfschmerzen (nach IHS 2004).

Primäre Kopfschmerzen	1. Migräne
	<ul style="list-style-type: none"> • Migräne mit und ohne Aura • Periodische Syndrome in der Kindheit (Vorläufer einer Migräne) • Retinale Migräne • Migränekomplikationen (chronische Migräne, Status migraenosus, migränöser Infarkt)
	2. Kopfschmerz vom Spannungstyp
	<ul style="list-style-type: none"> • Sporadisch u. häufig auftretender episodischer Kopfschmerz vom Spannungstyp • Chronischer Kopfschmerz vom Spannungstyp
	3. Clusterkopfschmerz u. andere trigeminoautonome Kopfschmerzerkrankungen
	<ul style="list-style-type: none"> • Clusterkopfschmerz • Paroxysmale Hemikranie • SUNCT (short-lasting unilateral neuralgiform headache attacks with conjunctival injection and tearing)
	4. Andere primäre Kopfschmerzen
	<ul style="list-style-type: none"> • Hustenkopfschmerz, Kopfschmerz durch körperliche Anstrengung, Kopfschmerz bei sexueller Aktivität • Stechender Kopfschmerz, primärer Donnerschlagkopfschmerz, Hemicrania continua, schlafgebundener Kopfschmerz, neu aufgetretener täglicher Kopfschmerz
	5. Kopfschmerz infolge Kopf- oder HWS-Trauma
	<ul style="list-style-type: none"> • Akuter/chronischer posttraumatischer Kopfschmerz, Kopfschmerz bei traumatischem intrakranialem Hämatom • Kopfschmerz nach HWS-Beschleunigungstrauma
Sekundäre Kopfschmerzen	6. Kopfschmerz infolge von Störungen der Hals- und Kopfgefäße
	<ul style="list-style-type: none"> • arteriell <ul style="list-style-type: none"> – Hirninfarkt/transitorische ischämische Attacke (TIA) – Intrazerebrale Blutung, Subarachnoidalblutung, Subduralhämatom – Gefäßmalformationen – Dissektion von A. carotis und A. vertebralis – Arteriitis temporalis/andere Vaskulitiden – CADASIL (zerebrale autosomal-dominante Arteriopathie mit Infarkten u. Leukenzephalopathie) • venös <ul style="list-style-type: none"> – Hirnvenen- und Sinusthrombosen

Tab. 1.1 (Fortsetzung)

**Sekundäre
Kopfschmerzen
(Fortsetzung)**

7. Kopfschmerz durch nicht vaskuläre intrakraniale Störungen

- Liquorzirkulationsstörungen – Hydrozephalus, Pseudotumor cerebri
– Liquorunterdruck, postpunktionelles Syndrom
- Intrakraniale Neoplasmen – primäre Hirntumoren
– Hirnmetastasen, Meningeosis carcinomatosa/leucaemica
- Kopfschmerz nach epileptischem Anfall

8. Kopfschmerz durch eine Substanz oder deren Entzug

- Akuter Gebrauch (Stickoxid[NO]-Donatoren [Nitrate], Alkohol, Histamin, Cannabis)
- Übergebrauch (Ergotamin, Analgetika, Triptane, Opioide)
- Entzug (Alkohol, Opioide, Östrogene)

9. Kopfschmerz durch Infektion

- Intrakraniale Infektion (Meningitis, Enzephalitis, Hirnabszess)
- Systemische Infektion (AIDS, Pneumonie, Pyelonephritis)

10. Kopfschmerz durch Störung der Homöostase

- Hypoxie/Hyperkapnie (Taucherkopfschmerz, Höhenkopfschmerz, Schlafapnoe-Kopfschmerz)
- Kopfschmerz bei Dialyse, Fasten, Hypothyreose, kardialer Erkrankung
- Kopfschmerz bei arterieller Hypertonie (hypertensive Krise, Phäochromozytom, Eklampsie)

11. Kopf- oder Gesichtsschmerz bei Erkrankungen des Schädels oder benachbarter Strukturen

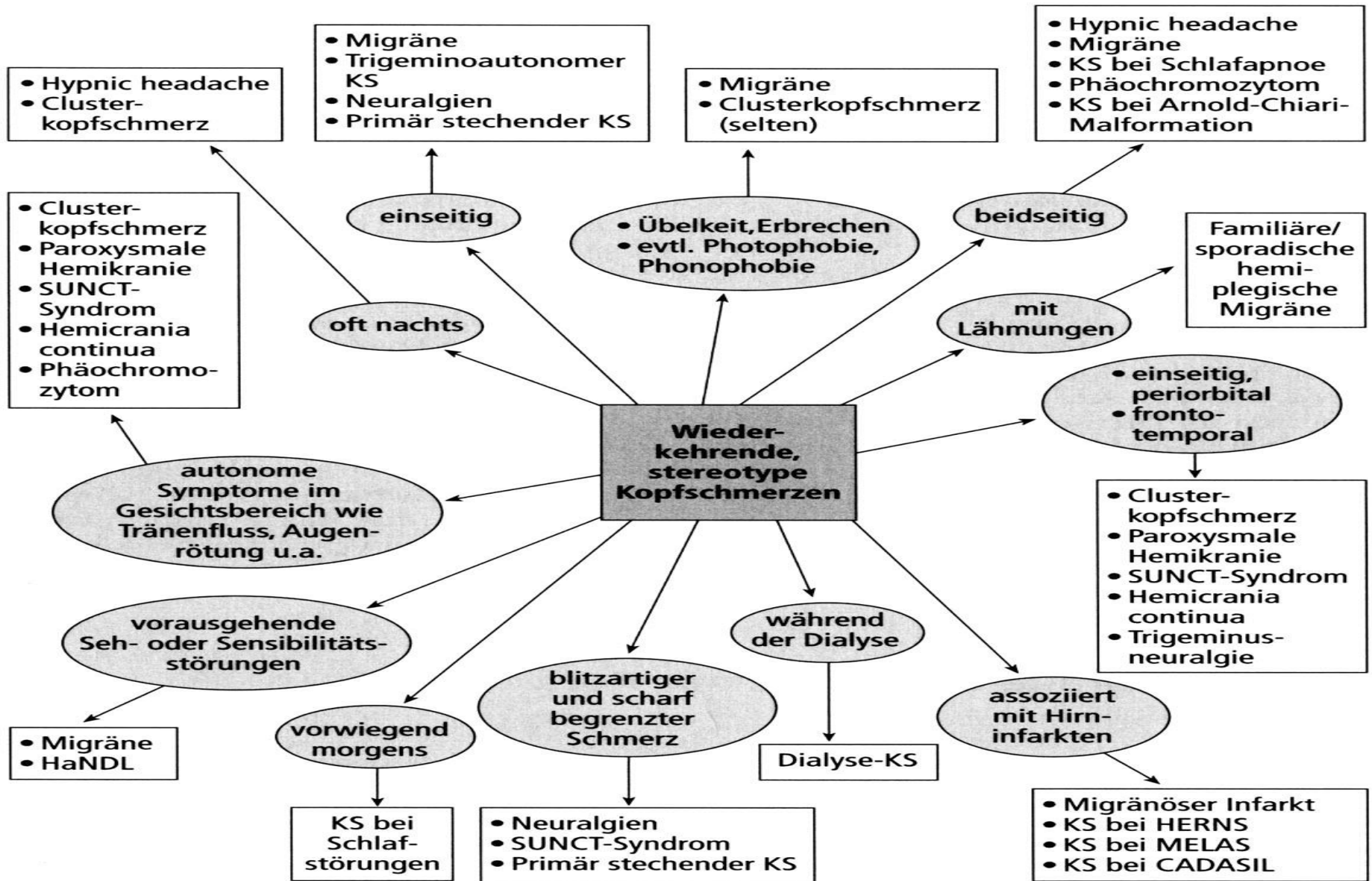
- Zervikogener Kopfschmerz
- Uveitis, Glaukom, Brechungsfehler
- Sinusitis, Otitis

12. Kopfschmerz bei psychiatrischen Krankheiten

13. Kraniale Neuralgien und zentrale Ursachen von Gesichtsschmerzen

- Trigeminus-, Glossopharyngeus-, Okzipitalneuralgie
- Diabetische Neuropathie, entzündliche Hirnnervenstörungen
- Herpes-zoster-assoziiertes Schmerz
- Anaesthesia dolorosa, zentraler Schmerz nach Hirninfarkt (Thalamusschmerz) und bei multipler Sklerose

Wiederkehrende, stereotype Kopfschmerzepisoden



IHS-Kriterien für die idiopathische Trigeminalneuralgie:

(1) Paroxysmale Attacken eines frontal oder im Gesicht lokalisierten Schmerz über Sek. bis 2 Min.

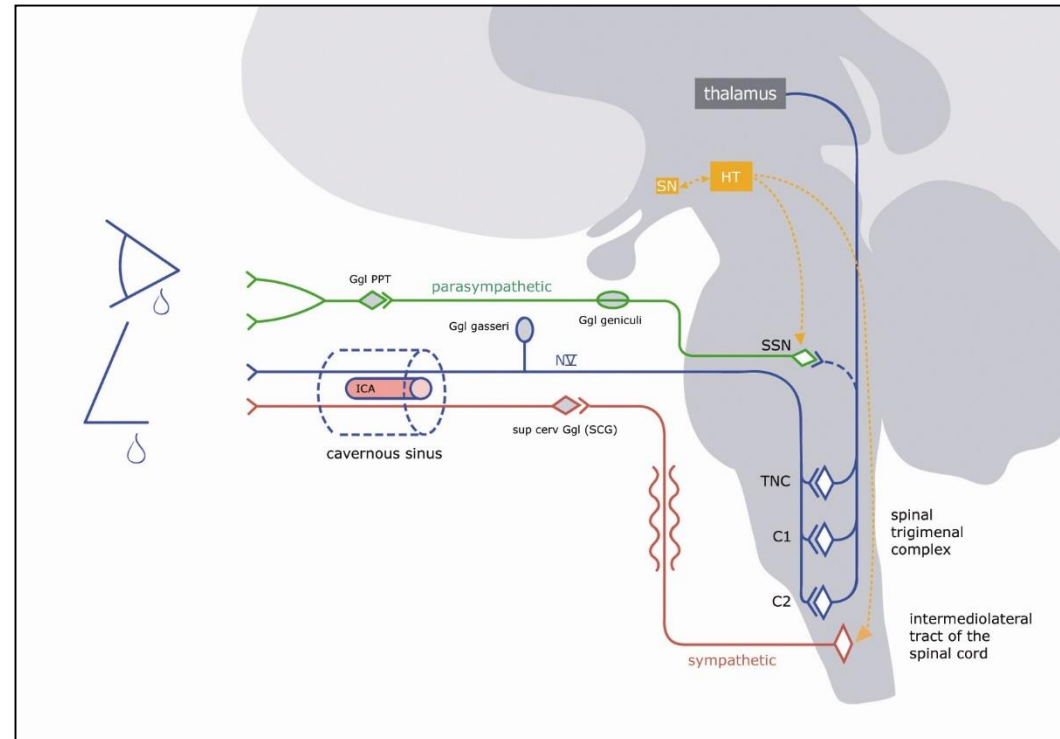
(2) Der Schmerz erfüllt wenigstens 4 der ff. Charakteristika:

- Verteilung gemäß eines oder mehrerer Äste des N. trigeminus.
- plötzlich einsetzend, intensiv, oberflächlich, einschließend von stechender oder brennender Qualität.
- Hohe Schmerzintensität
- Auslösbarkeit in Triggerzonen oder durch bestimmte tägliche Aktivitäten wie Essen, Sprechen, Waschen des Gesichts oder Zähneputzen.
- Vollständige Beschwerdefreiheit zwischen den Schmerzparoxysmen.

(3) Kein neurologisches Defizit

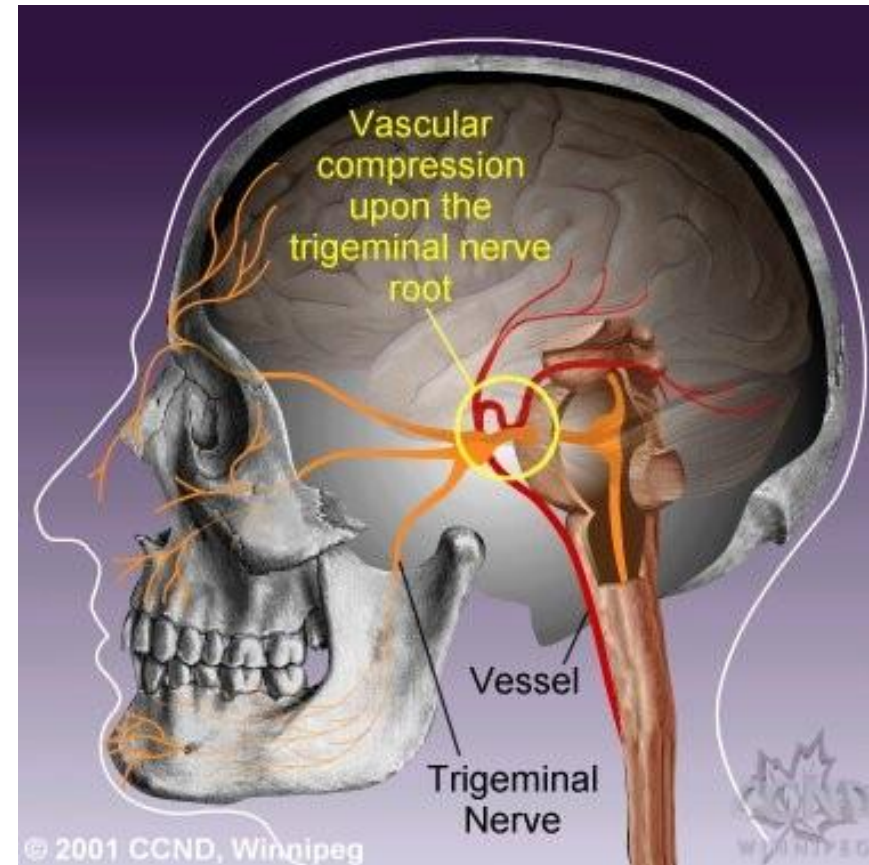
(4) Stereotypes Attackenmuster

(5) Ausschluss anderer Ursachen für Gesichtsschmerzen



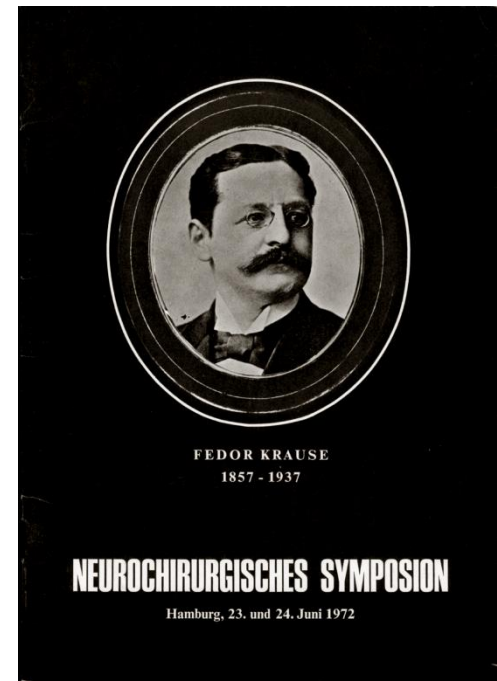
Pathophysiologie Trigeminalneuralgie

- Pathologischer Gefäß-Nervenkontakt in 70-100% (*Delitala, et al. 2001, Zorman und Wilson 1984, Barker, et al.1996*)
- A. cerebelli sup. (80%), pontine Venen, AICA (*Barker, et al. 1996*)
- Demyelinisierungen der Nervenwurzel durch Pulsationen (*Love und Coakham 2001*).
- MRT Sensitivität 88%, Spezifität nur 50% (auch bei vielen normalen Kontrollen patholog. Gefäße),(*Hutchins, et al. 1990, Boecher-Schwarz, et al. 1998*).



Frühere Operationen bei Trigeminalneuralgie

- die Exhärese peripherer Trigeminaläste in Lokalanästhesie
- die extradurale Durchtrennung von Trigeminalästen an der Schädelgrube nach Spiller und Frazier
- die „Neurolyse“ des intrakraniellen N. trigeminus nach Taamhøj
- Offene Durchtrennung Ggl. Gasseri (Fedor Krause)

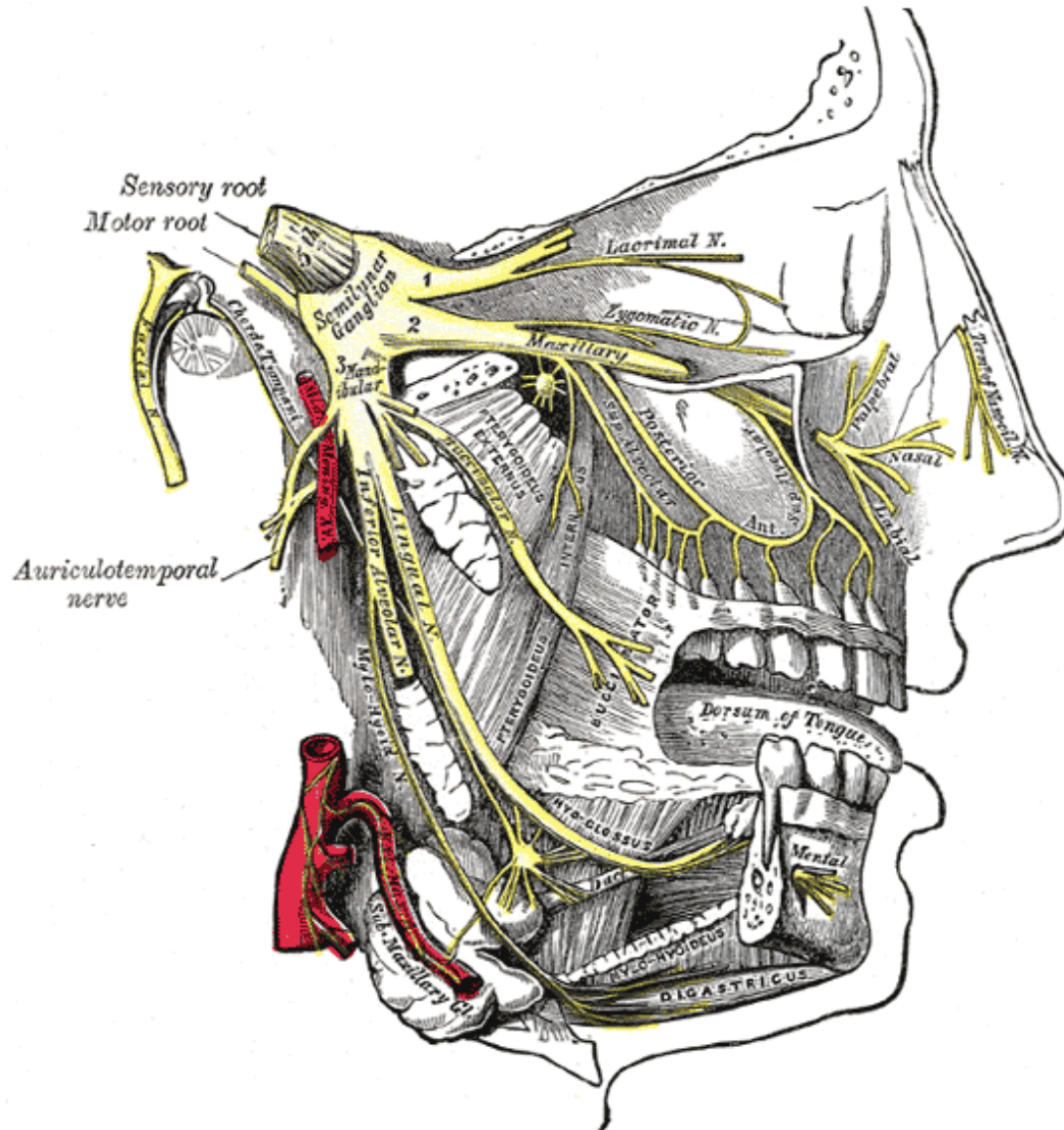


Therapiemöglichkeiten der Trigeminalneuralgie – Chirurgische Verfahren im Fokus

Hans-Jakob Steiger, Gerhard Horstmann, Rainer Freynhagen

- Jede Trigeminalneuralgie muss umgehend medikamentös behandelt werden.
- Zwischen den Attacken besteht Beschwerdefreiheit. Multiple Attacken können täglich über Episoden von Wochen bis Monate auftreten und in Anfangsstadien spontan über Wochen bis Monate sistieren.
- In der Regel ist der Verlauf progredient. 29 % der Patienten haben nur 1 Episode in ihrem Leben, 28 % dagegen 3 oder mehr. In den ersten 5 Jahren treten jährlich bei 21 % der Patienten erneute Attacken auf.
- Faktoren, die nach Erstmanifestation eine Langzeitprognose erlauben, sind nicht bekannt.

Anatomie des Nerven



Wann operieren?

- Nach der Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Neurologie ist bei der klassischen Trigeminusneuralgie die operative Behandlung indiziert, wenn entweder die medikamentöse Therapie erfolglos ist oder wenn deren Nebenwirkungen die Lebensqualität merklich beeinträchtigen
- Da die Indikation zur operativen Therapie immer erst nach Ausschöpfen der medikamentösen Möglichkeiten gesehen wurde, liegen keine Studien vor, die medikamentöse und operative Verfahren direkt vergleichen.

Mikrovaskuläre Dekompression OP nach Janetta

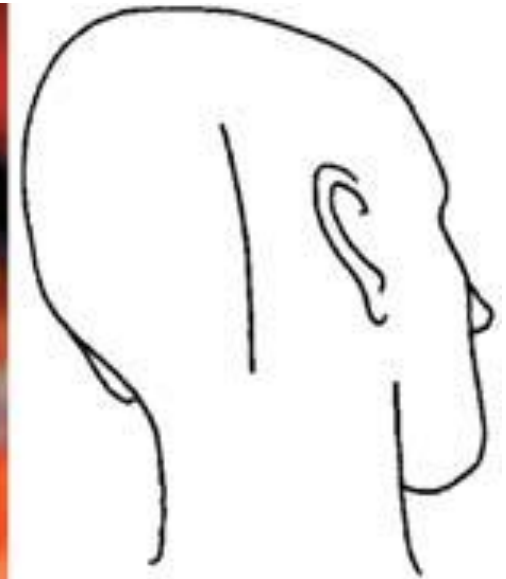
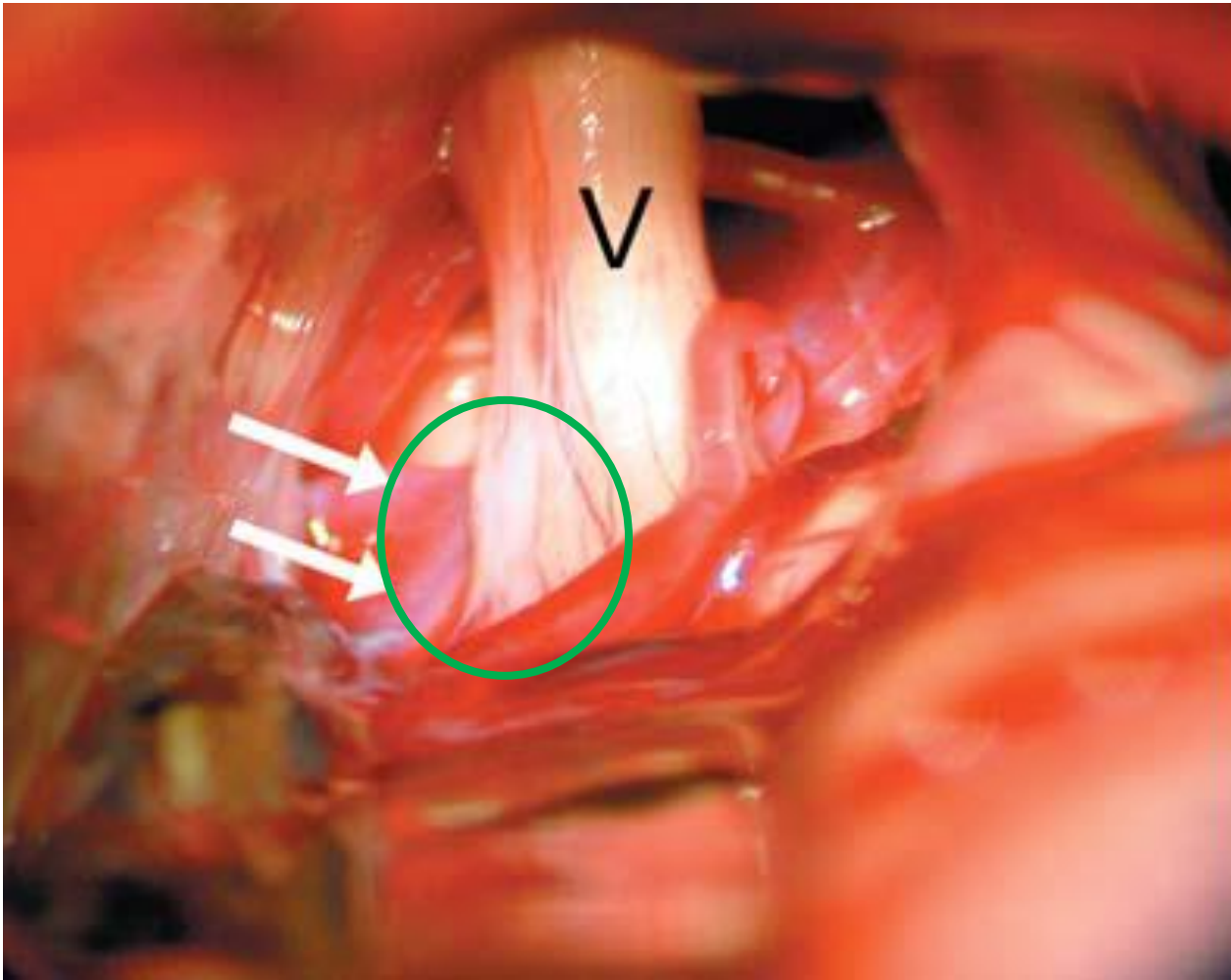


TABELLE 1

Publizierte Fallbeobachtungsstudien* zur mikrovaskulären Dekompression

Autoren	Anzahl nachkontrollierte Patienten	Schmerzfrel (%)	Teilweise Besserung (%)	Rezidiv (%)	Durchschnittliche Beobachtungszeit (Jahre)	Maximale Beobachtungszeit (Jahre)
Breeze, Igelzi 1982 (e11)	51	85 %	–	15 %	4	–
van Loveren, Tew et al. 1982 (e12)	23	83 %	–	17 %	4	–
Barba, Alksne 1984 (e13)	23	91 %	–	9 %	3,6	–
Kolluri, Heros 1984 (e14)	65	75,4 %	–	24,6 %	4,9	–
Piatt, Wilkins 1984 (e15)	81	74 %	–	26 %	4	–
Apfelbaum 1988 (e16)	466	67 %	14 %	18 %	6,4	20
Burchiel, Clare et al. 1988 (e17)	36	83,3 %	–	16,7 %	2,1	–
Steiger 1991 (19)	22	68 %	–	32 %	5	8
Klun 1992 (e18)	167	93,4 %	3,6 %	3 %	5,2	–
Yamaki, Hashi et al. 1992 (e19)	60	63,3 %	21,7 %	15 %	3	5,5
Zakrzewska, Thomas 1993 (e20)	60	78 %	12 %	10 %	5	9
Sun, Saito et al. 1994 (e21)	59	78 %	–	22 %	6,6	–
Walchenbach, Voormolen et al. 1994 (e22)	58	64 %	–	29 %	6,4	10
Mendoza, Illingworth 1995 (e23)	124	68,6 %	–	21,4 %	5,2	–
Barker, Jannetta et al. 1996 (4)	1 155	69,6 %	5,4 %	25 %	6,2	20
Rath, Klein et al. (e24)	135	73,1 %	–	26,9 %	2,5	5
Kondo 1997 (e25)	226	86,1 %	5,2 %	8,7 %	9,2	20
Lee, Chang et al. 1997 (e26)	146	89 %	–	11 %	1	–
Romansky, Stoianchev et al. 1998 (e27)	85	90,2 %	3,7 %	6,1 %	1	–
Tronnier, Rasche et al. 2001 (e28)	225	63 %	–	37 %	10,9	20
Theodosopoulos, Marco et al. 2002 (e29)	420	72 %	21 %	7 %	4,6	8
Li, Pan et al. 2004 (e30)	62	79 %	–	21 %	2	–
Zakrzewska, Lopez et al. 2005 (e31,e32)	220	84 %	–	16 %	5	10
Sindou, Leston et al. 2006 (18)	362	80 %	4,9 %	15,1 %	8	18

Ergebnisse operative Verfahren

- Erfolgsrate mit 82 % schmerzfremen und 16 % schmerzgelinderten Patienten hoch (Erfolgsquote 98 %) (↑↑)
- Nach 10 Jahren ist die Erfolgsrate nur noch 67 % (53,5 % schmerzfrei, 13,5 % gebessert) (↑↑)
- Innerhalb eines mittleren follow-up's von 6 Jahren traten in 11 % operations-bedürftige Rezidive auf
- Die Erfolgsquote nach Rezidiveingriffen ist geringer 51 % (45 % schmerzfrei, 6 % gebessert)

Review

CURRENT CONCEPTS IN STEREOTACTIC RADIOSURGERY – A NEUROSURGICAL AND RADIOONCOLOGICAL POINT OF VIEW

J. Vesper¹, E. Bölke², C. Wille¹, P. A. Gerber², C. Matuschek¹, M. Peiper³, H. J. Steiger¹,
W. Budach², G. Lammering⁴

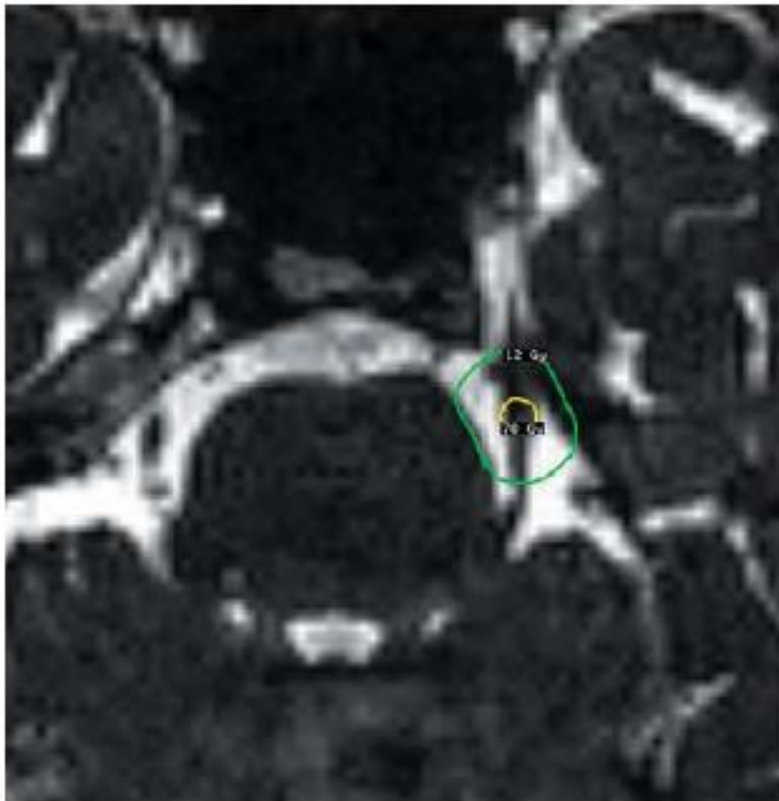


Abbildung 3:
Radiochirurgische
Planung einer
Gamma-Knife-
Behandlung.
Das Zielvolumen
wird im
N. trigeminus
gewählt und die
Bestrahlungsdosis
beträgt 80–90 Gy.
Der Hirnstamm
muss sorgfältig
ausgespart
werden.

Alternative Radiochirurgie

Verlauf nach Radiochirurgie - wenig Evidenz

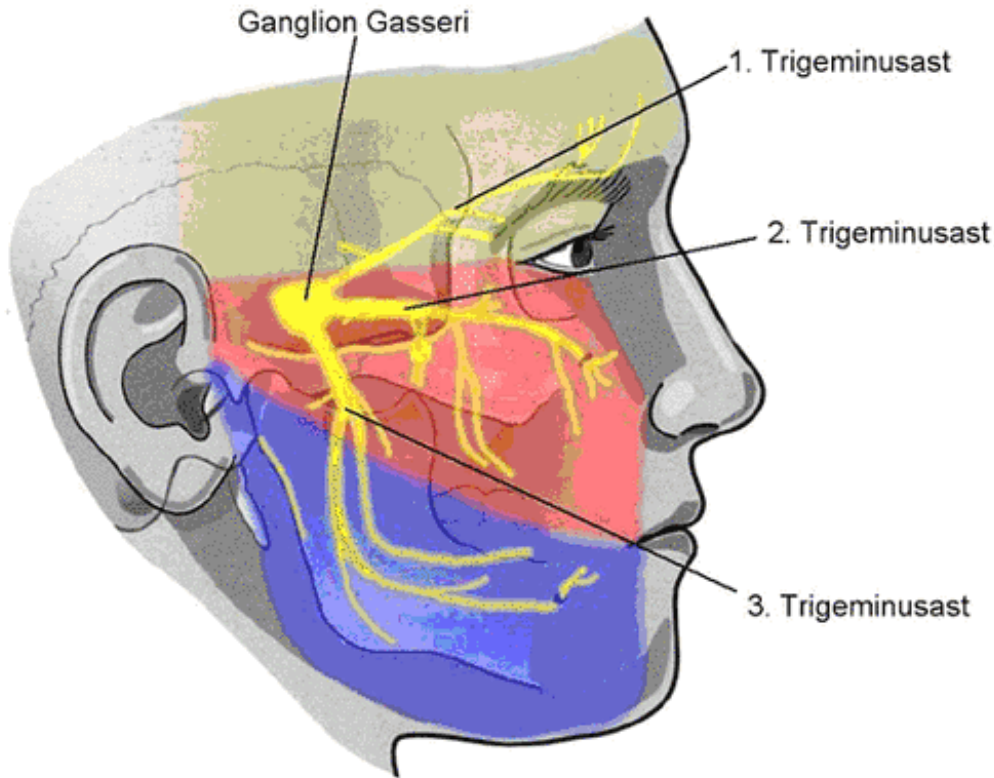
TABELLE 2

Publizierte Fallbeobachtungsstudien* zur stereotaktischen Radiochirurgie

Autoren	Anzahl nachkontrollierte Patienten	Schmerzfrei (%)	Teilweise Besserung (%)	Rezidiv (%)	Sensibles Defizit (%)	Mediane Beobachtungszeit (Jahre)
Henson, Goldman et al. 2005 (20)	63	92 % (pauschal gebessert)	–	13 %	30 % (11 % störend)	2
McNatt, Yu et al. 2005 (e33)	49	32 %	29 %	23 %	30 % (18 % störend)	4
Tawk, Duffy-Fronckowiak et al. 2005 (e34)	38	71 % (pauschal gebessert)	–	19 %	37 %	2
Chen, G. et al. 2005 (e35)	151	47 %	40 %	27 %	2 %	1,5

Thermokoagulation des Ggl. Gasseri

Trigeminusneuralgie

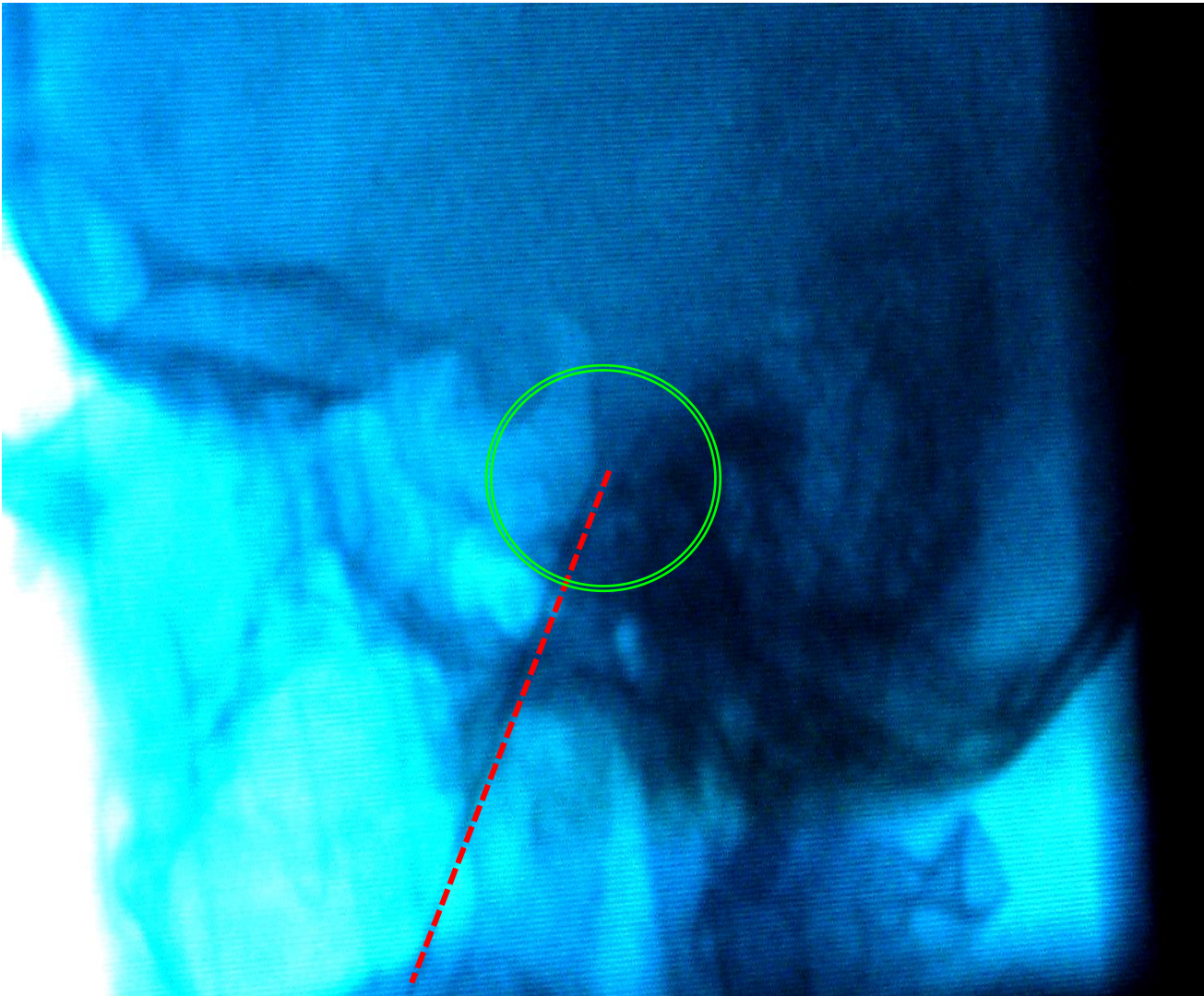


Gezielte Ausschaltung der drei Anteile des N. trigeminus durch Thermoläsion, Kryoläsionen oder Glycerol

Anzeichnen des OP Gebietes



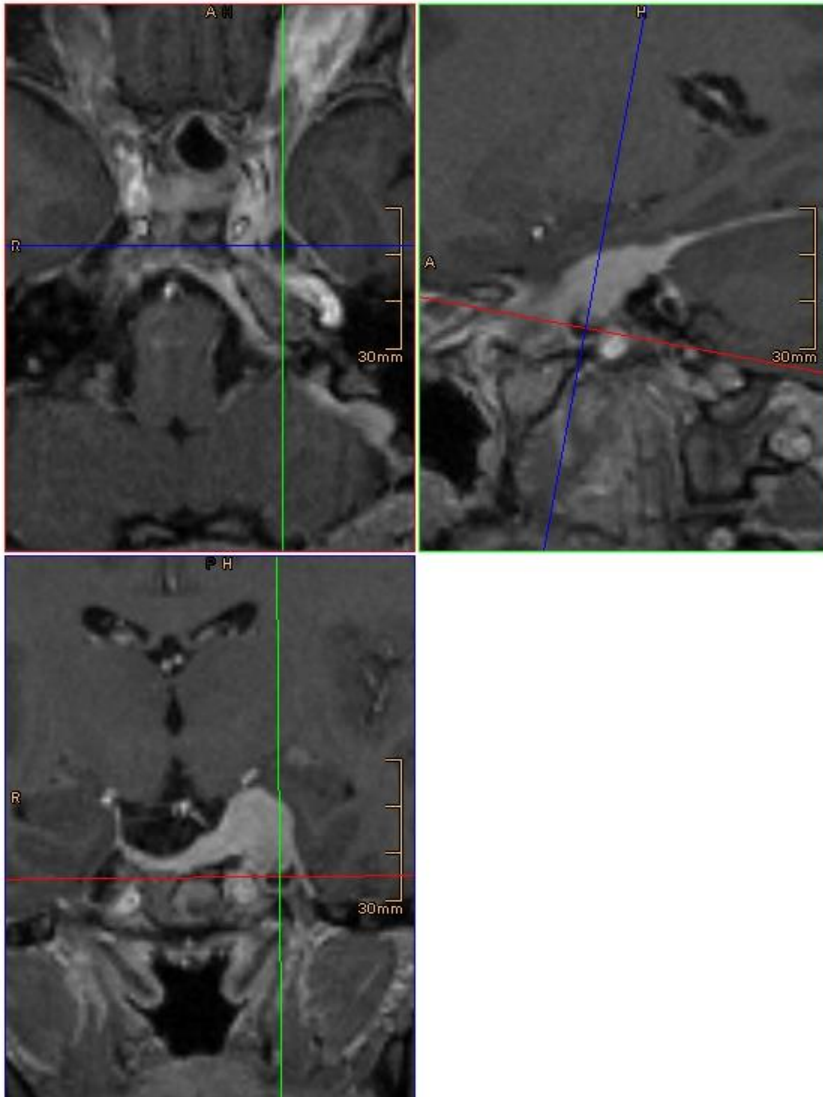
Thermokoagulation des Ggl. Gasseri



- 2 cm vom lateralen Mundwinkel
- Richtung 2/3 Linie vom Augenwinkel zum meatus acusticus externus
- Richtung Pupillarlinie
- Prüfung der typischen Sensibilität (50 Hz Stimulation)
- Prüfung des M. masseter (4-5 Hz Stimulation)
- Thermokoagulation 70-80°C für 2x45 s in Maskennarkose

Thermokoagulation des Ggl. Gasseri

Nebenwirkungen/ Komplikationen



- Hyp-, Anästhesie N.V/1-3
- Selten Parese des M. masseter
- Gestörter Tränenfluss
- Extrem selten: Verletzung A. carotis
- Selten Liquorfistel
- Extrem selten: Hirnverletzung

Ergebnisse Perkutane Verfahren

TABELLE 3

Ergebnisse der perkutanen ablativen Verfahren (offene Fallbeobachtungsstudien*)

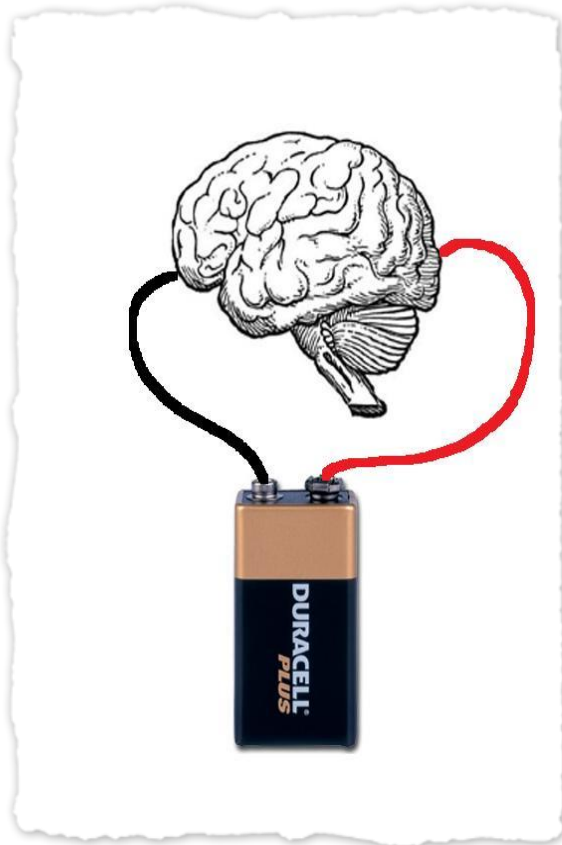
Autoren und Methode	Anzahl nachkontrollierte Patienten	Schmerzfrei (%)	Teilweise Besserung (%)	Rezidiv (%)	Sensibles Defizit (%)	Mediane Beobachtungszeit (Jahre)
Kanpolat, Savas 2001 (e43) Thermokoagulation	1 216	97,6 % (pauschal gebessert)	k.A.	34 %	k.A. (8 % störend)	5
Oturai, Jensen et al. 1996 (e44) Thermokoagulation	185	83 %	k.A.	49 %	65 %	8
Broggi, Franzini et al. 1990 (e45) Thermokoagulation	1 000	95 % (pauschal gebessert)	k.A.	18 %	– (7 % störend)	9,3
Latchaw, Hardy et al. 1983 (e46) Thermokoagulation	96	88 %	k.A.	35 %	– (13 % störend)	5
van Loveren, Tew et al. 1982 (e12) Thermokoagulation	700	61 %	13 %	20 %	k.A.	6
Slettebo, Hirschberg et al. 1993 (e47) Glycerin	60	93 %	k.A.	35 %	38 % (17 % störend)	4,5
Steiger 1991 (19) Glycerin	122	84 %	k.A.	25 %	53 % (16 % störend)	5
North, Kidd et al. 1990 (e48) Glycerin	85	78%	k.A.	50 %	(4 % störend)	3
Abdennebi, Bouatta et al. 1995 (e49) Ballonkompression	150	> 90 % (pauschal)	k.A.	30 %	(10 % störend)	4

* Die verschiedenen Studien unterscheiden sich erheblich hinsichtlich der angewandten Methodik der Datenerhebung und der Rücklaufzeiten

Alternative Verfahren

- Motor Cortex Stimulation (kontralateraler Motor Cortex, epidurale Stimulation) bei atypischen Gesichtsschmerzen, TGN, MS, Anaesthesia dolorosa, postherpetische Neuralgie
- Periphere Nervenstimulation
- Stimulation des Ggl. Gasseri
- ONS (Migräne, Cluster)
- SPG Stimulation (Migräne, Cluster)

Neurostimulationsverfahren

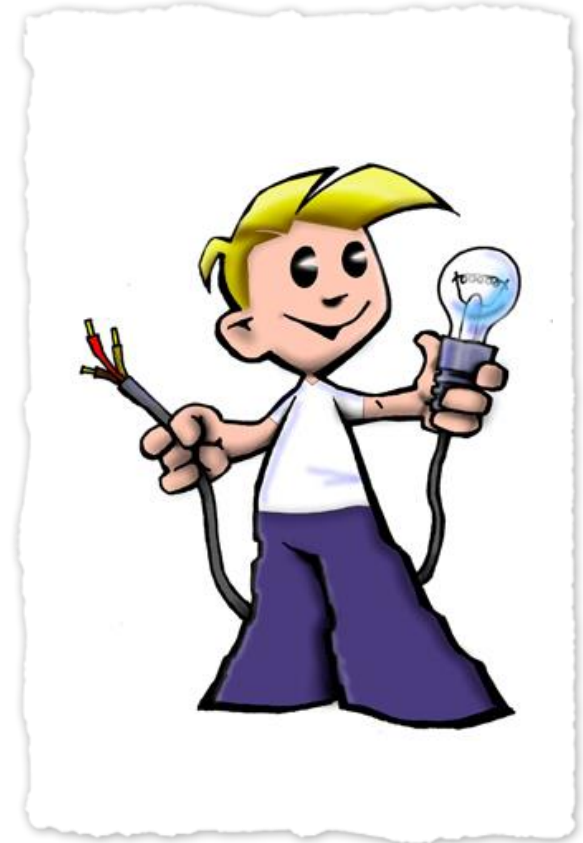
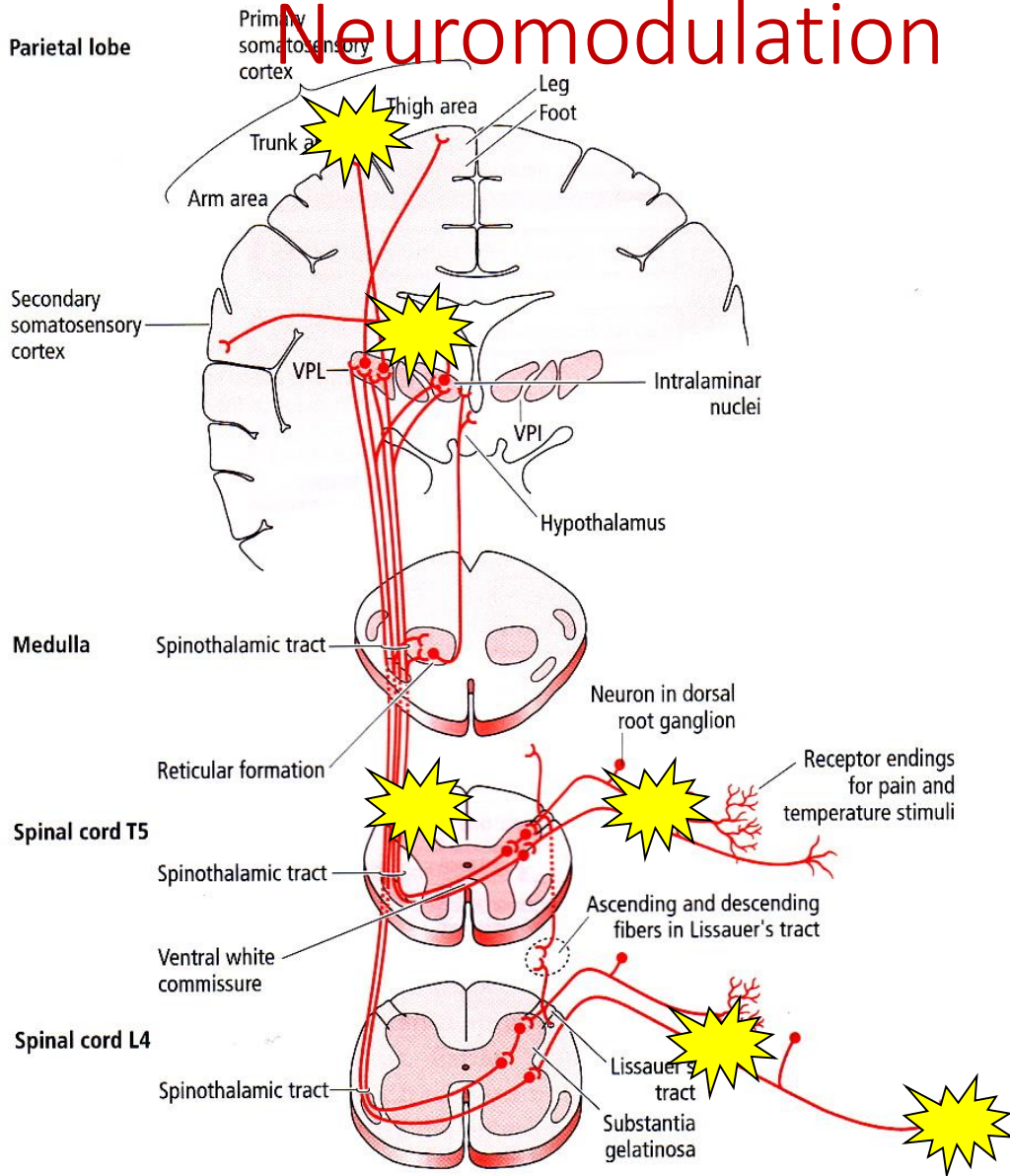


- Neuromodulation ist eine veränderbare Beeinflussung der Nervenfunktionen durch elektrischen Strom.
- Neuromodulation schädigt weder die Funktion der Nerven noch das Gewebe
- Alle Effekte sind vollständig umkehrbar.

Quelle:

<http://blogs.discovermagazine.com/neuroskeptic/2012/04/06/neurostimulation-the-genius-machine/>

Neuromodulation



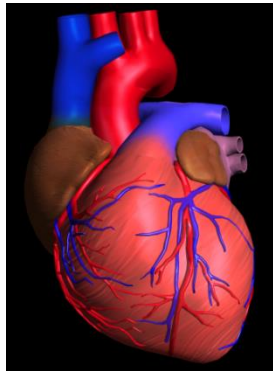
Quelle: <http://www.bildagentur-illustrationen.de/wp-content/uploads/2010/08/grafik-elektriker.jpg>

Neuromodulation

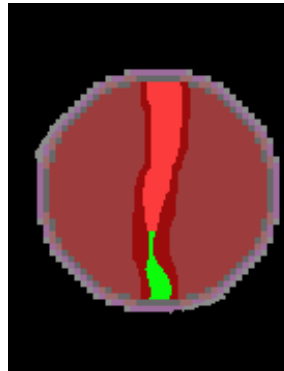
Migraine



Angina



Ischemia



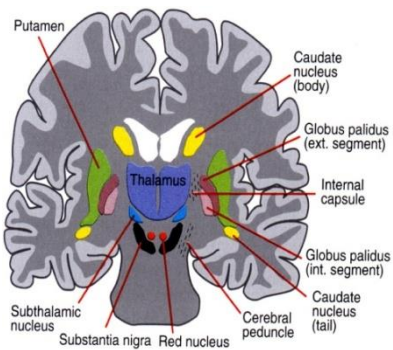
Pelvic Pain



Obesity



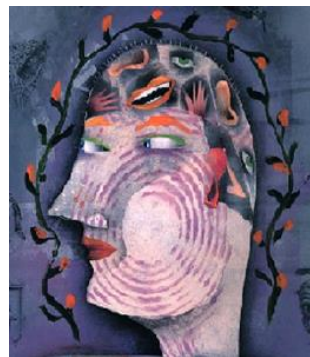
Parkinson's/Tremor



Depression



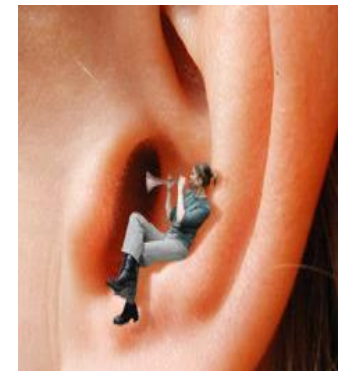
OCD



TBI



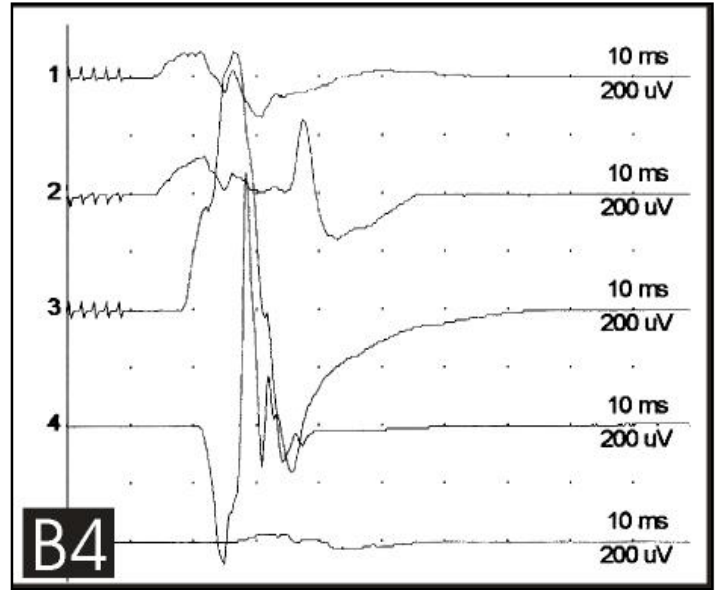
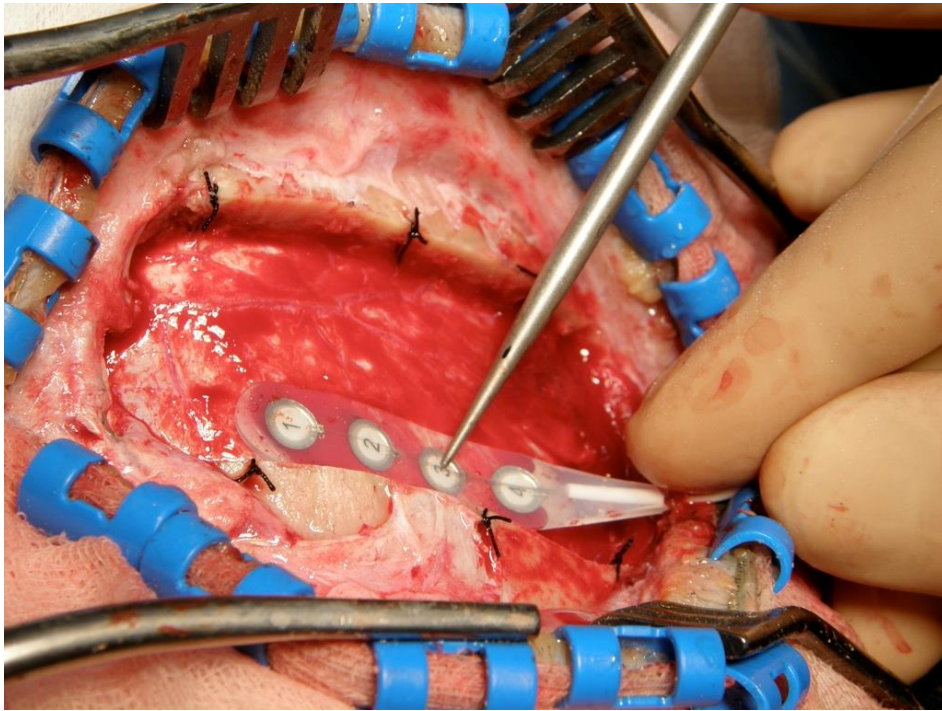
Tinnitus



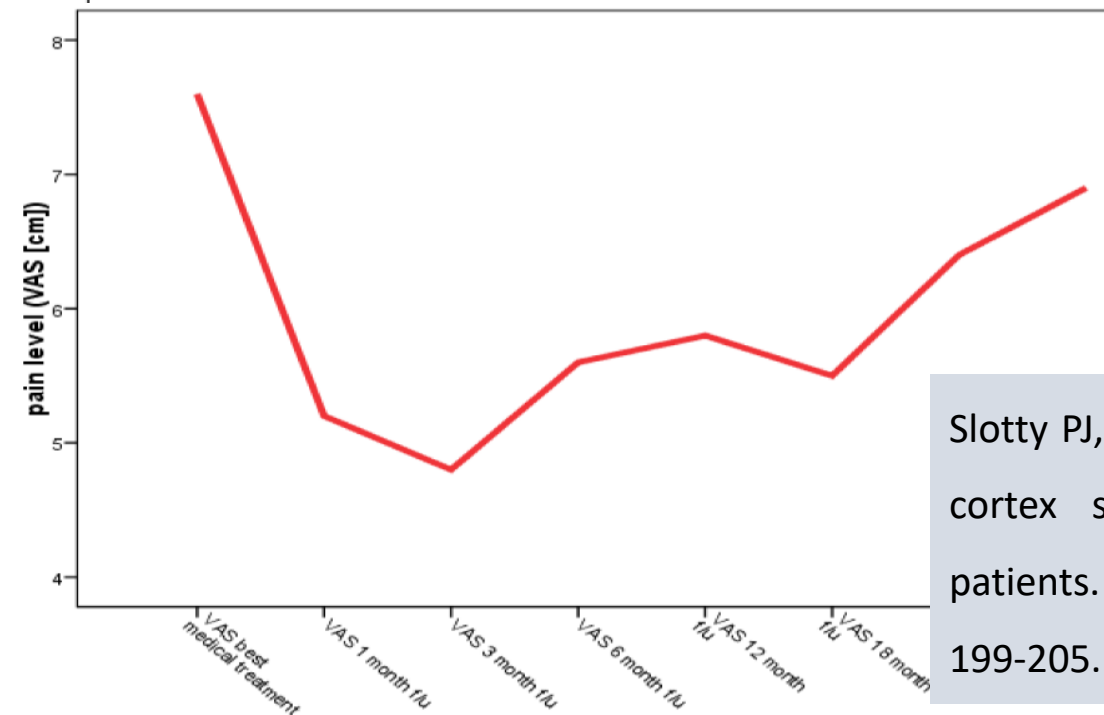
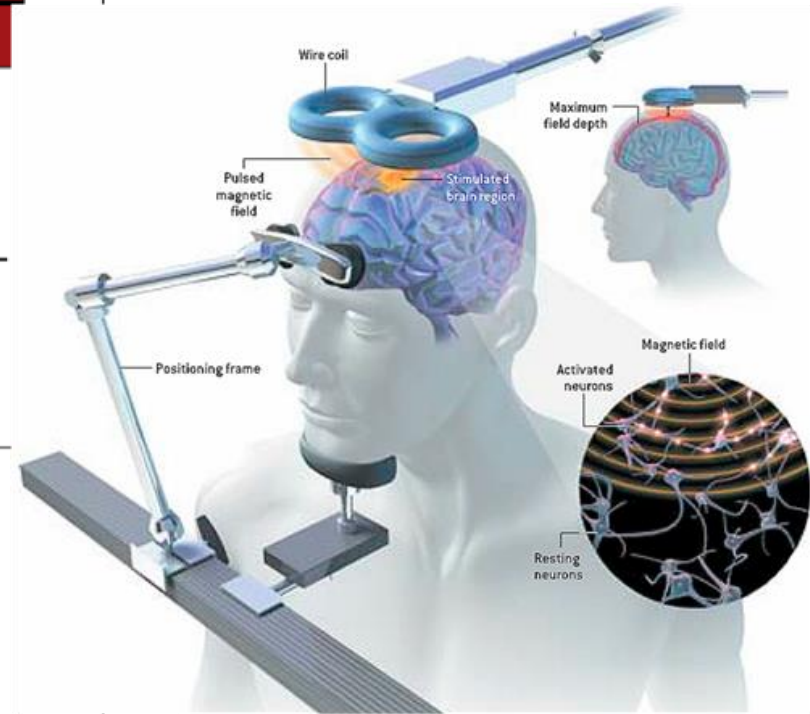
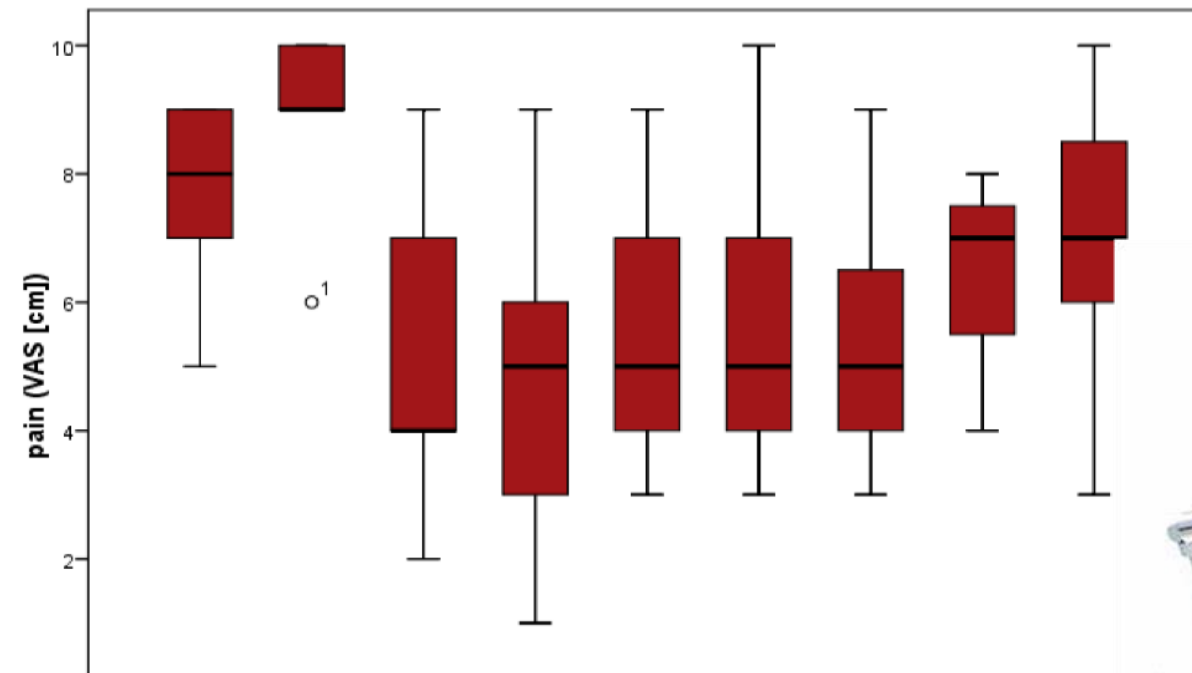
ONS – Stimulation des Hinterhauptnerven bei chronischer Migräne



Motor Cortex Stimulation



Motor Cortex Stimulation (MCS)



Slotty PJ, ..., **Vesper J.** Long-term follow-up of motor cortex stimulation for neuropathic pain in 23 patients. *Stereotact Funct Neurosurg.* 2015; 93(3): 199-205. 2015 Apr 21

Trigeminusneuropathie V2 re - Trial



A. Koulosakis, Köln



A. Koulosakis, Köln

Cluster Kopfschmerzen

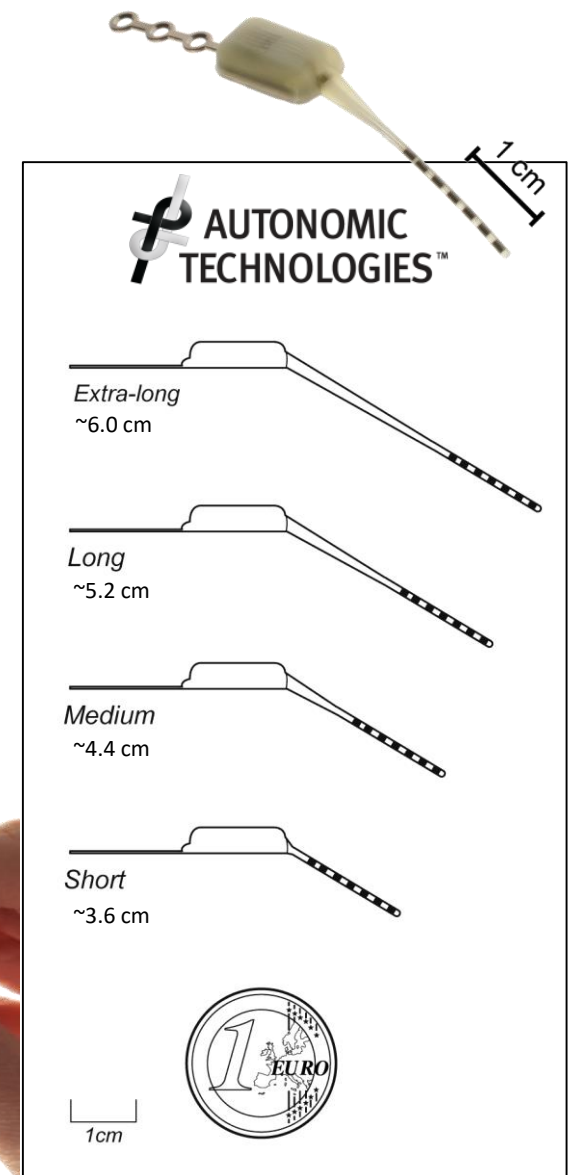
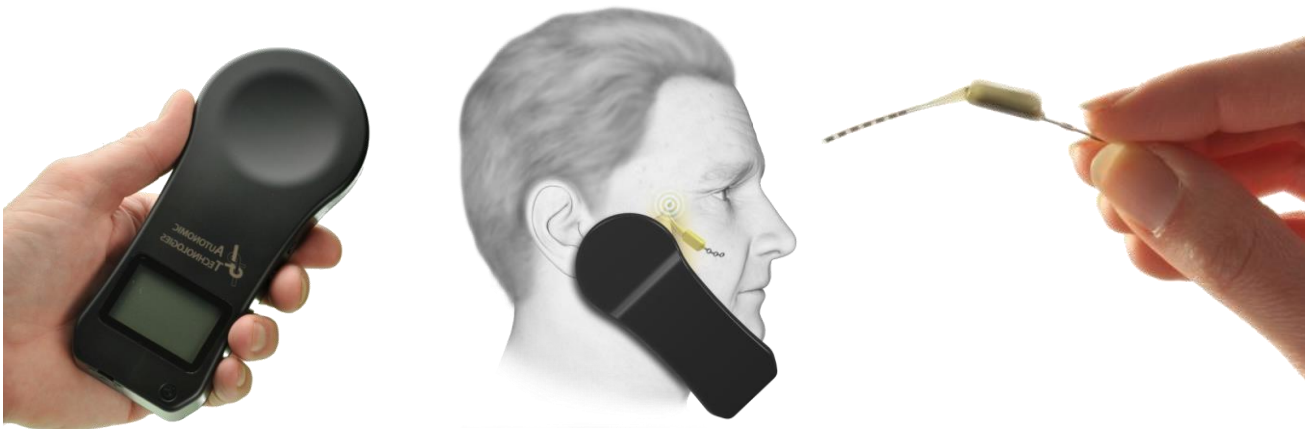
- Unvermittelte Attacken (15' - 180')
- „unerträglich, heftig, bohrend, reißend, brennend“
- Zirkadiane Rhythmik
- Begleitsymptome: Rötung Auge, Tränen, laufende Nase, Schwitzen auf Stirn/Gesicht
- Keine erkennbaren Auslöser
- Episoden mit unterschiedlicher Frequenz



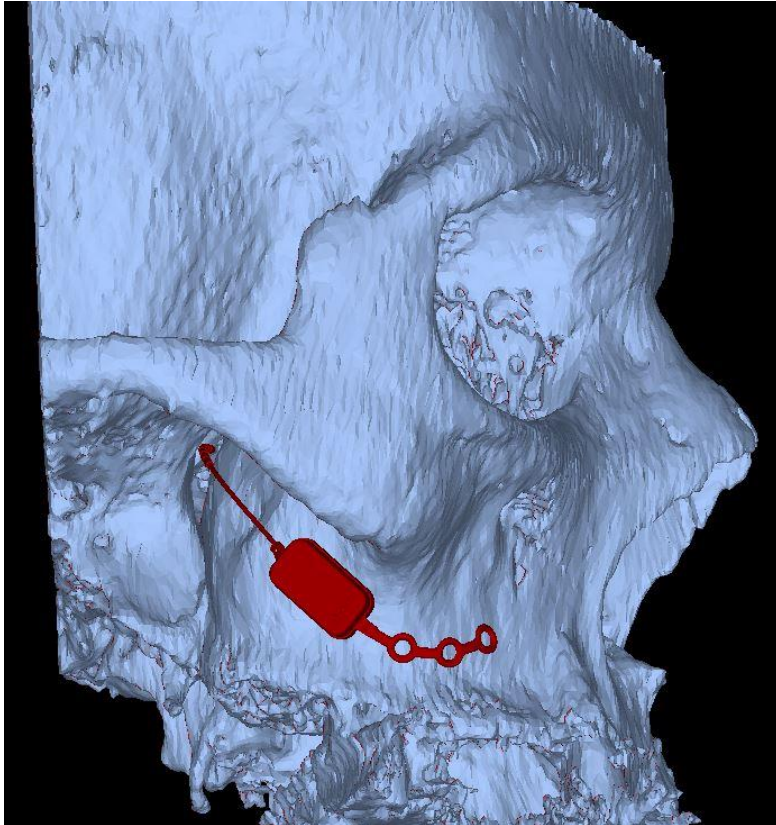
SPG Stimulation mit Pulsante™

- SPG Mikrostimulationssystem -

- Implantat zur Akutbehandlung von Clusterkopfschmerzattacken
- Der Anatomie des Gesichts angepasst
- Aktivierung der Stimulation durch Patient zu Beginn der Attacke
- Kennzeichnung für „Bedingt Ganzkörper-MRT-fähig“



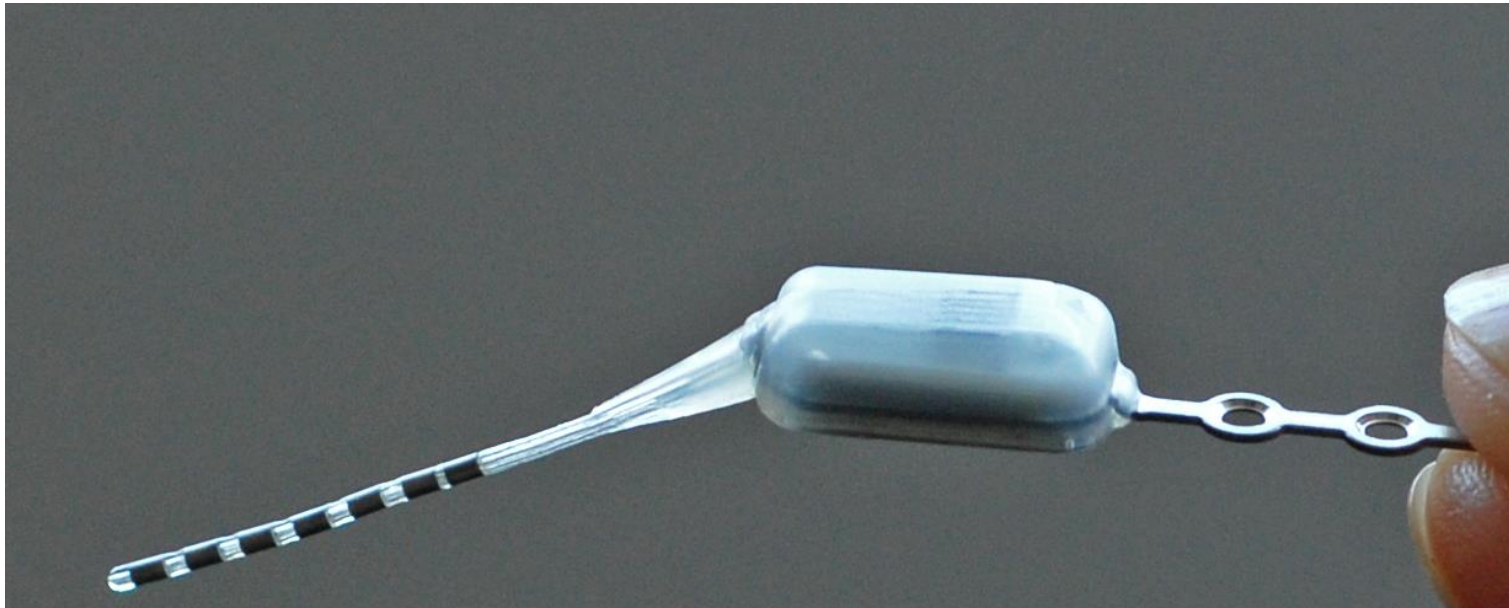
NS body location & Fixation PLATE



- Neurostimulator Body location
 - flat against posterior maxilla as close as possible to the buttress
 - *flach anliegend am posterioren Oberkieferknochen, medial zum Jochbogen*
- Neurostimulator Fixation Plate
 - anchored to thick, dense bone of the zygomatic process of the maxilla
 - *Sub-periosteal über dem dichten, dicken Knochen des anterioren Jochbeinfortsatzes des Oberkiefers*

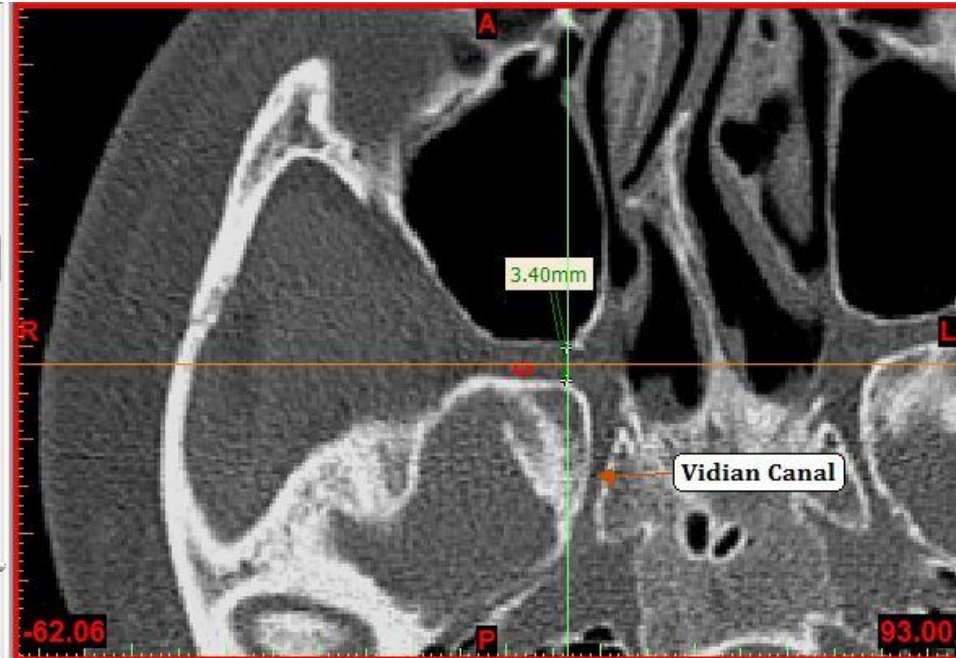
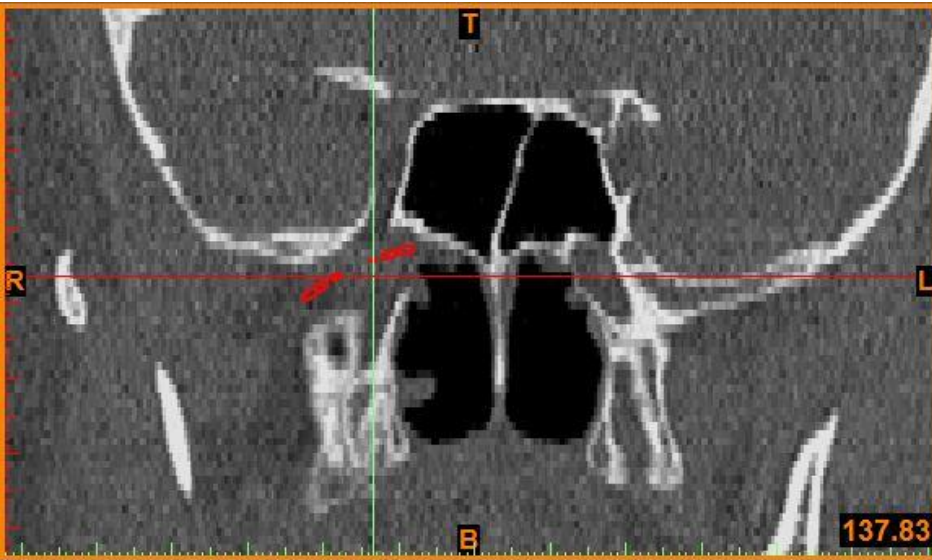
SPG Stimulation mit Pulsante™

- SPG Mikrostimulationssystem -



Electrodes : (-) cathode, (+) anode, (o) off
Amplitude : 0-3.9mA (milliamps)
Pulse Width : 40-480 μ s (microseconds)
Frequency : 1-200 Hz (pulses per second)

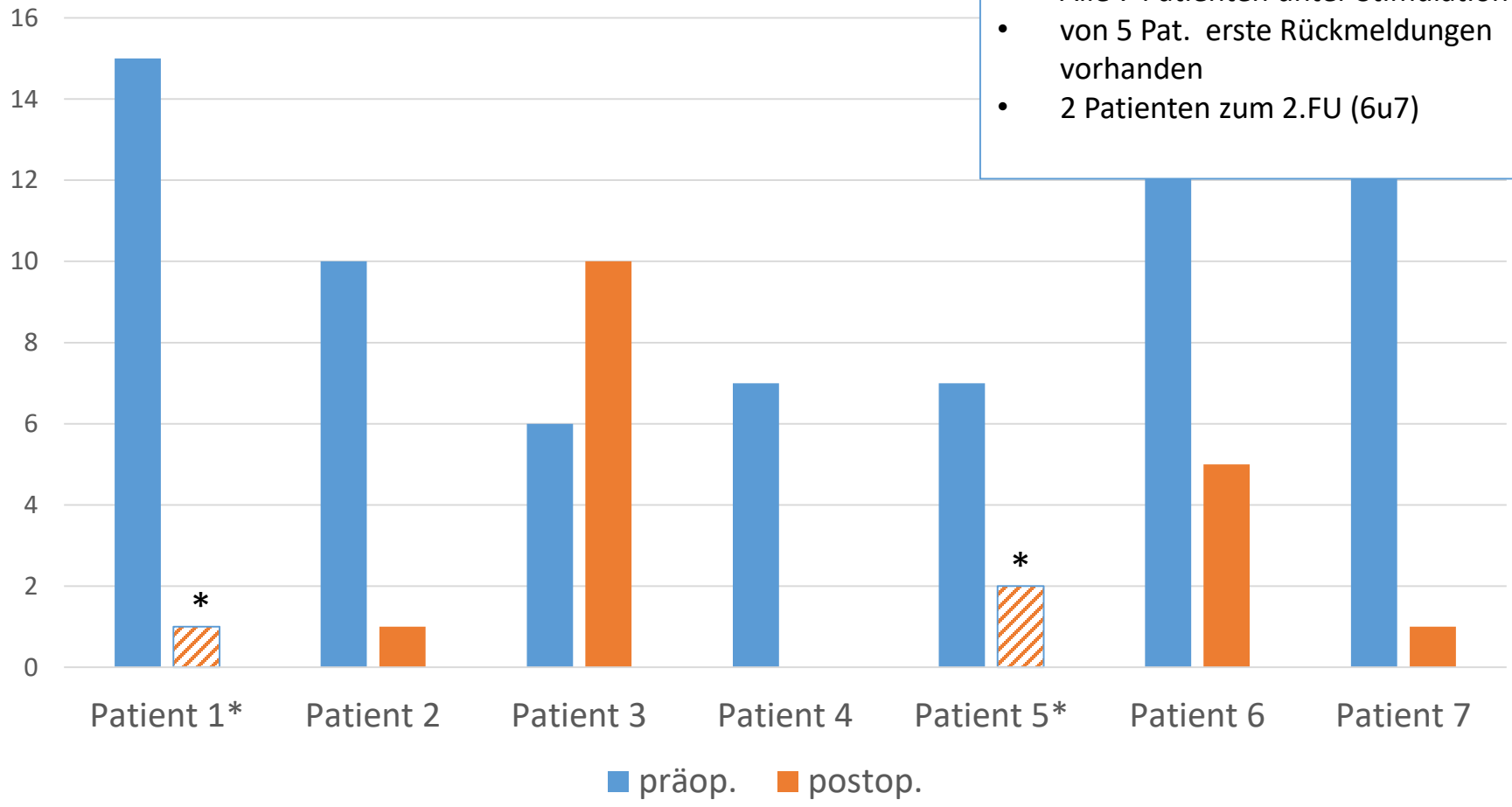
Überblick präoperativ



Eigene Patienten:

- z.Z. 7 Patienten in Düsseldorf
- implantiert seit Juli 2015
- 4 Männer, 3 Frauen (*1955 – 1972)
- Alle 7 Patienten unter Stimulation
- von 5 Pat. erste Rückmeldungen vorhanden
- 2 Patienten zum 2.FU (6u7)

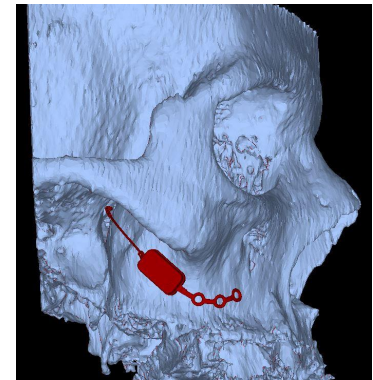
Frequenzreduzierung (Attacken/Woche)



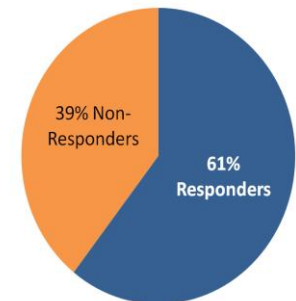
* Sowohl Schmerz als auch Frequenzreduktion

Zusammenfassung:

- Sicheres, robustes Implantat
- Guter sicherer chirurgischer Zugang
- Exakte präoperative Planung zur OP möglich
- **Studien** (Schoenen J., et al 2013, Jensen RH., et al 2015) :
 - Ca. 60% “Responder”, d.h. Reduktion der Schmerzintensität und/oder Frequenz
 - Hiervon konnten ca. 50% ihre Medikation reduzieren
 - Stabiler Effekt auch nach 24 Mo., wenn vorher Effekt eingetreten ist
 - Subjektive persönliche Einschätzung der Therapie in über 80% der Patienten positiv gewertet
- Persönliche Erfahrung unserer Gruppe entspricht bisher diesen Ergebnissen



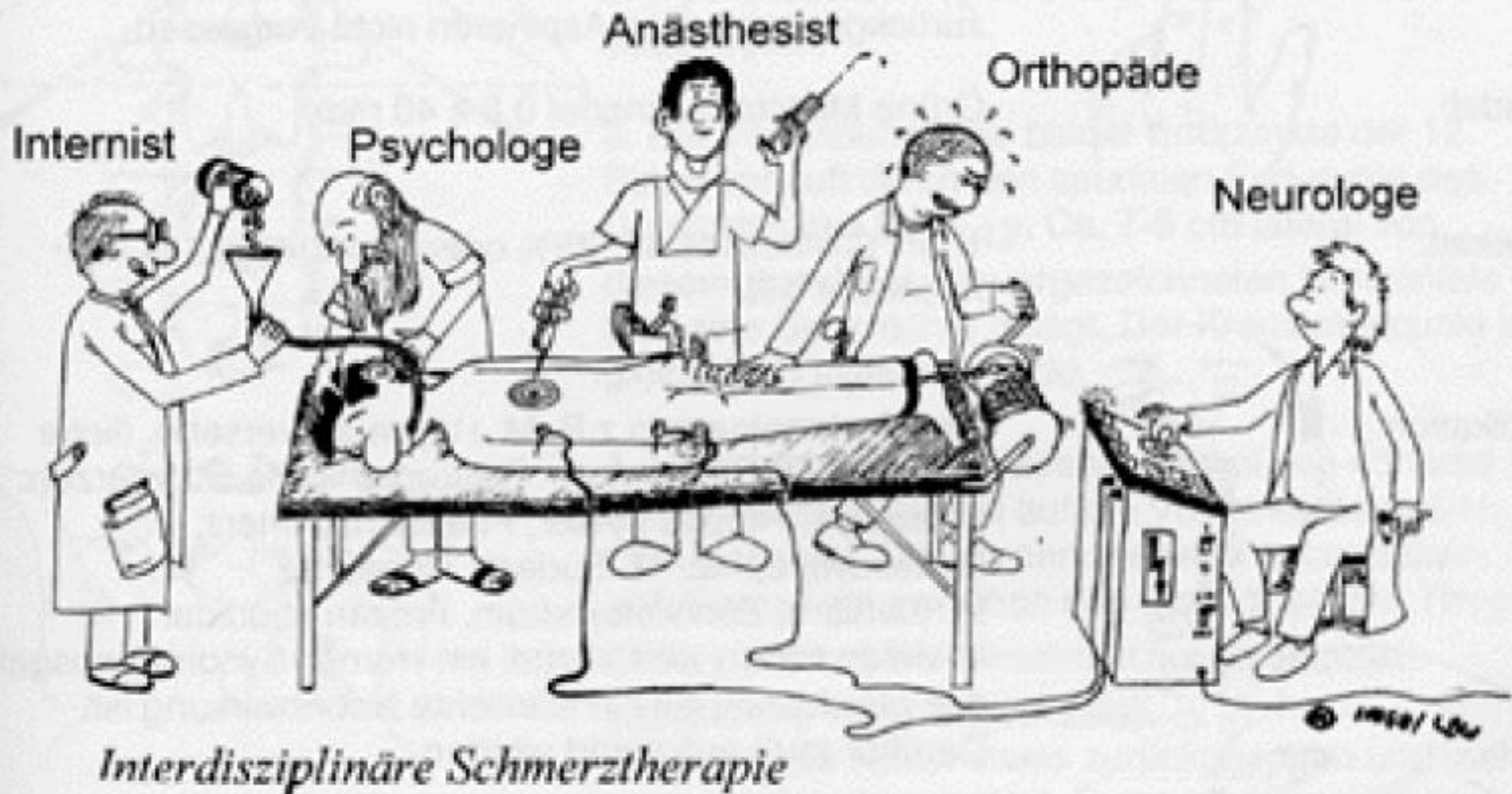
A Majority of Patients Experienced Clinically Significant Improvements
(N = 33 patients)



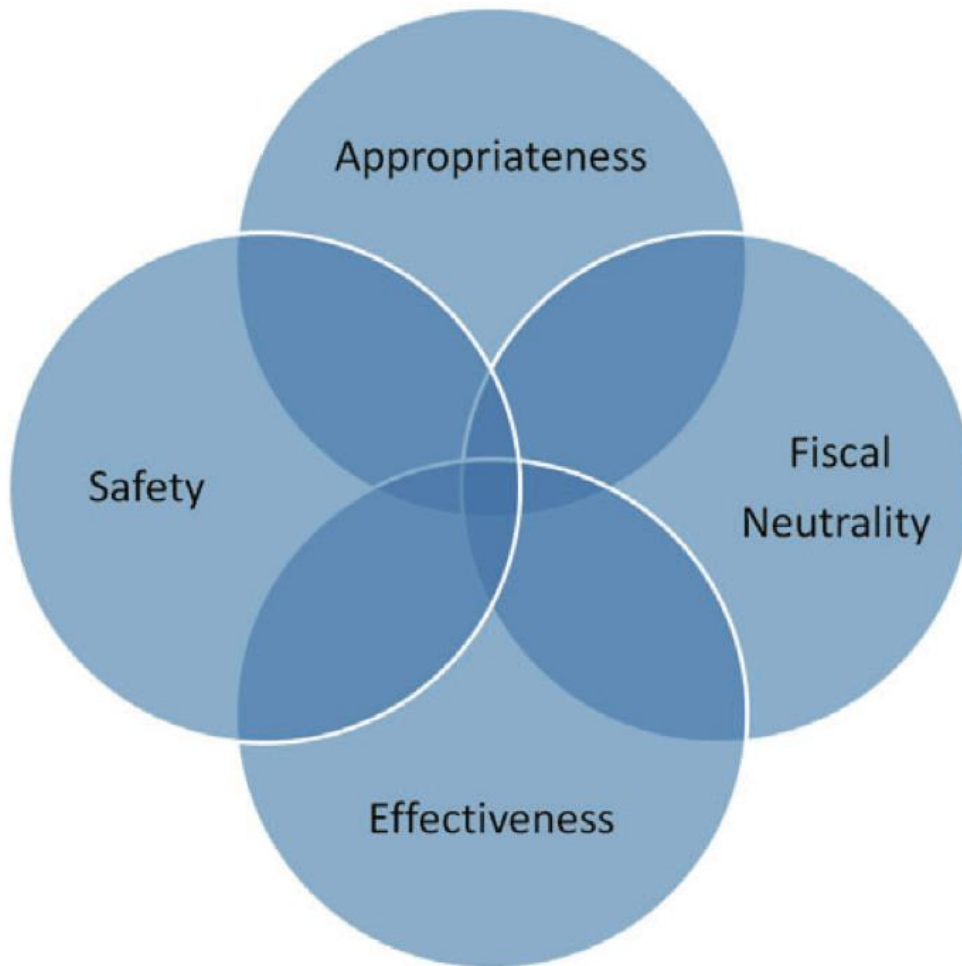
Gib jemanden einen Hammer und alles beginnt wie ein Nagel auszusehen!



Neuromodulation - eine neue Rollenverteilung ?



Entscheidungsprinzipien



S.A.F.E Principals^{3,4}:

- **Safety**: Consider the relative safety of treatments options available over the expected course of treatment.
- **Appropriateness**: Diagnosis and co-morbidities are critical to the proper determination of therapy selection for individual patients
- **Fiscal Neutrality**: Cost effectiveness of therapy
- **Effectiveness**: Consideration of the relative efficacy of therapies. Ideally evidence based

3 Krames E, Poree L, Deer T, Levy R. Rethinking algorithms of pain care: the use of the SAFE principles. Pain Med 2009;10:1–5.

4. Krames E.S., Monis S., Poree L., Deer T., Levy R. 2011. Using the SAFE Principles When Evaluating Electrical Stimulation Therapies for the Pain of Failed Back Surgery Syndrome. Neuromodulation 2011; 14: 299–311



Kooperationen

Funktionelle Neurochirurgie & Stereotaxie

- J. Vesper
- J. Maciaczyk
- P. Slotty

MVZ Neurochirurgie
0211 81 08778

