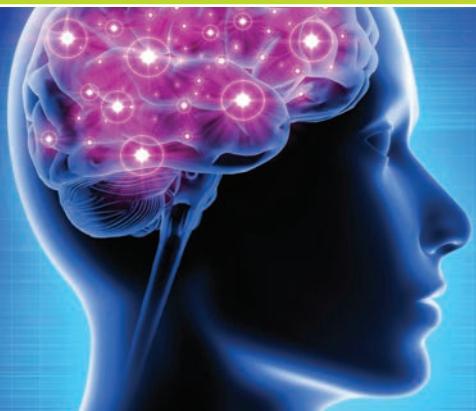


# Symposium Neuromonitoring



**Dienstag, 4. Oktober 2016**

**16.15–20.00 Uhr**

Kantonsspital Winterthur, Aula U1

# Liebe Kolleginnen, liebe Kollegen

Wer hat's, wer braucht's – wer nicht?

Neuromonitoring in der Anästhesie wird zwar sowohl bezüglich Technologie wie auch bezüglich Indikationen breit diskutiert, jedoch (noch?) nicht flächendeckend angewendet. Wo «lohnt es sich» denn wirklich, perioperativ eine zusätzliche Überwachungstechnik einzusetzen, und wo stehen wir aktuell mit NIRS und SSEP?

Um diese Fragen erhellen zu können, haben wir ein Programm zusammengestellt, das Sie hoffentlich fesseln wird. Es wird abgerundet mit einem Referat, das Sie nicht bloss fesseln, sondern vielleicht sogar etwas hypnotisieren soll und die Gelegenheit bietet, den Horizont in wahrscheinlich für die meisten Kollegen unbekannte Weiten auszudehnen.

Wir freuen uns auf ein wiederum spannendes Symposium und anregende Diskussionen mit Ihnen.

**Dr. med. Daniel Borer**  
Leitender Arzt  
Institut für Anästhesiologie  
Kantonsspital Winterthur

**Prof. Dr. med. Michael Ganter**  
Direktor  
Institut für Anästhesiologie  
Kantonsspital Winterthur

## Referentinnen und Referenten

### **Dr. med. Daniel Borer**

Leitender Arzt  
Institut für Anästhesiologie  
Kantonsspital Winterthur

### **Dr. med. José Aguirre, MSc**

Oberarzt Anästhesiologie  
Universitätsklinik Balgrist

### **KD Dr. med. Miroslava Bjeljac**

Neurologie FMH, mit eigener Pra-  
xis, Belegärztin Klinik Hirslanden

### **Moderation:**

**Dr. med. Daniel Borer**

### **Dr. med. Ursula Speck**

Oberärztin Anästhesie, Hypno-  
therapeutin SMSH, Klinik für  
Anästhesiologie, Intensiv-,  
Rettungs- und Schmerztherapie  
Kantonsspital St. Gallen

# Symposium Neuromonitoring

Datum **Dienstag, 4. Oktober 2016**  
Ort **Kantonsspital Winterthur, Aula U1**  
Zeit **16.15 bis 20.00 Uhr**

16.15–16.20 Uhr	<b>Eröffnung des Symposiums</b> Prof. Dr. med. Michael Ganter
16.20–17.05 Uhr	<b>NIRS in der Gefässchirurgie</b> Dr. med. Daniel Borer
17.05–17.50 Uhr	<b>NIRS in der Orthopädie</b> Dr. med. José Aguirre
17.50–18.20 Uhr	<b>Pause mit Apéro</b>
18.20–19.05 Uhr	<b>Das intraoperative Monitoring der Neurochirurgie, Orthopädie und ORL</b> KD Dr. med. Miroslava Bjeljac
19.05–19.50 Uhr	<b>Die Macht des Wortes – Einsatz hypnotherapeutischer Kommunikation im anästhesiologischen Arbeitsalltag</b> Dr. med. Ursula Speck
19.50–20.00 Uhr	<b>Diskussion</b>

## KANTONSSPITAL WINTERTHUR

Brauerstrasse 15  
Postfach 834  
8401 Winterthur  
Tel. 052 266 21 21  
[info@ksw.ch](mailto:info@ksw.ch)  
[www.ksw.ch](http://www.ksw.ch)

# Save the Date

Symposien 2017 am  
Institut für Anästhesiologie:

Dienstag, 7. Februar 2017

**Suchtmittel in der Anästhesie**

Dienstag, 20. Juni 2017

**Regionalanästhesie**

Dienstag, 3. Oktober 2017

**Rund um den alten Patienten**

jeweils von 16.15 bis 20.00 Uhr

## Kontakt

### Institut für Anästhesiologie

#### Organisation

**Dr. med. Daniel Borer**

Leitender Arzt

**Prof. Dr. med. Michael Ganter**

Direktor

#### Information und Anmeldung

**Regina Broger**

Sekretariat

Tel. 052 266 27 92

**Anmeldung bis spätestens**

**2. Oktober 2016 an**

[anaesthetiologie@ksw.ch](mailto:anaesthetiologie@ksw.ch)

Die Veranstaltung wird unterstützt von:



**Baxter**



**Dräger**

**ERMED AG**



**selfix**

**Teleflex®**

# Intraoperative Neuromonitoring

KD Dr. med. M. Bjeljac

04.10.2016





# Intraoperative Monitoring

## Goals:

- to identify eloquent anatomical structures
- to dynamically monitor the anatomic and functional integrity of systems that may be injured during operation
- to immediately detect the effect of a specific surgical manipulation before irreversible damage occurs
- to improve the outcome of neurosurgical operations by reducing complications in the form of permanent neurologic deficits



# Intraoperative Monitoring

**Modified standard electrophysiologic techniques commonly used in clinical laboratories:**

**EMG**

**BAEP**

**VEP**

**SSEP**

**MEP**

**EEG / ECoG**

**Doppler**

Anesthetic management may influence intraoperative neurophysiologic monitoring because of:

- direct effects on the monitoring modality
- effects on cerebral blood flow and metabolism
- hemodynamic depression that may contribute to hypoperfusion of neural tissue
- effects on temperature

**Recommendation in Intraoperative Monitoring:**

**Induction of anesthesia with midazolam, nitrous oxide and short-acting nondepolarizing muscle relaxant.**



# **Neuromonitoring during intracranial tumor surgery**

- Monitoring of Cranial Nerve Function
- Mapping and Monitoring of Cerebral Function



# **Monitoring of Cranial Nerve Function**

**During Surgery of:**

- **Cavernous Sinus**
- **Cerebellopontine Angle**
- **Jugular Foramen and Lower Clivus**
- **Floor of the IVth Ventricule**
- **Brainstem**
- **Para- and Suprasellar Region**

# **Monitoring of Cranial Nerve Function**

**Electromyography (EMG)**

**Brainstem Auditory Evoked Potentials (BAEP)**

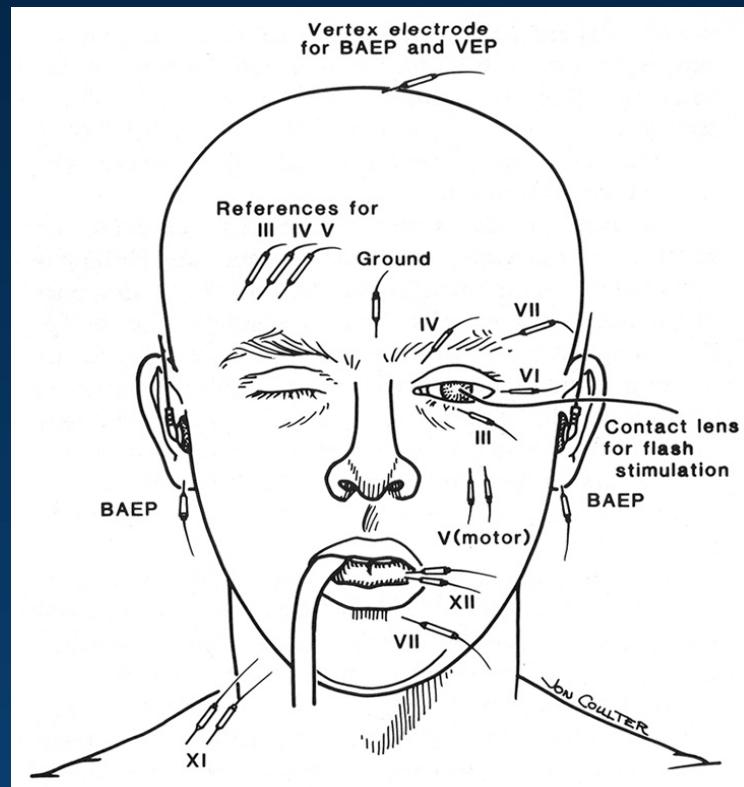
**Visual Evoked Potentials (VEP)**



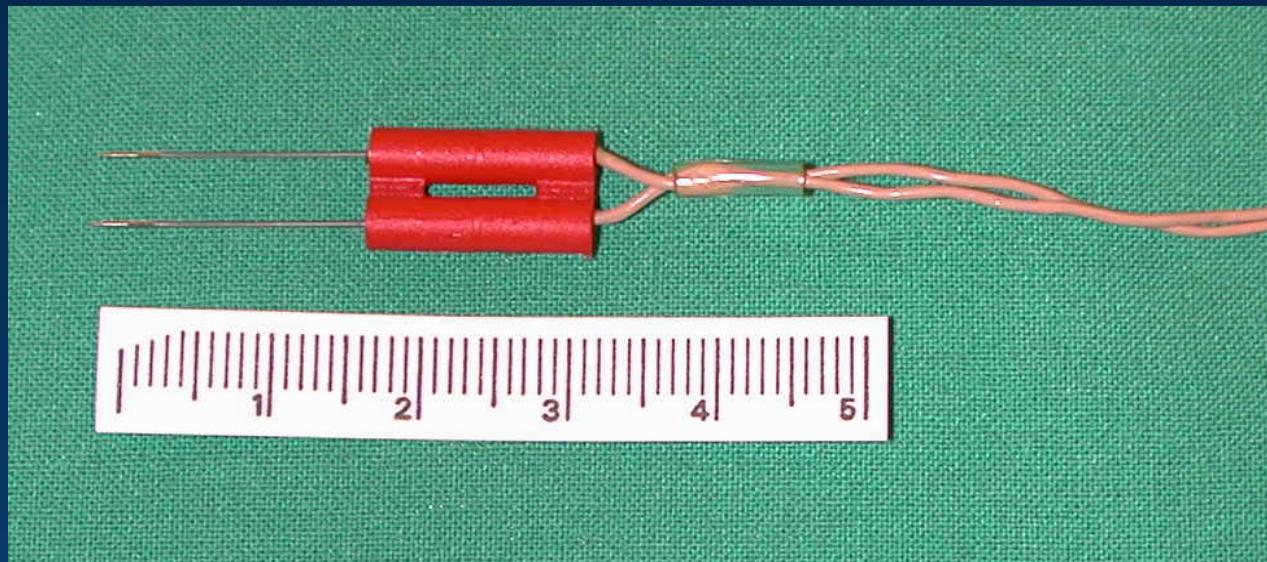
## Monitoring of Cranial Nerve Function

Intraoperative monitoring of **motor nerves** is done by stimulation of nerves/nuclei/fiber tracts and recording the electromyographic potentials from the muscle that these innervate in patients under general anesthesia.

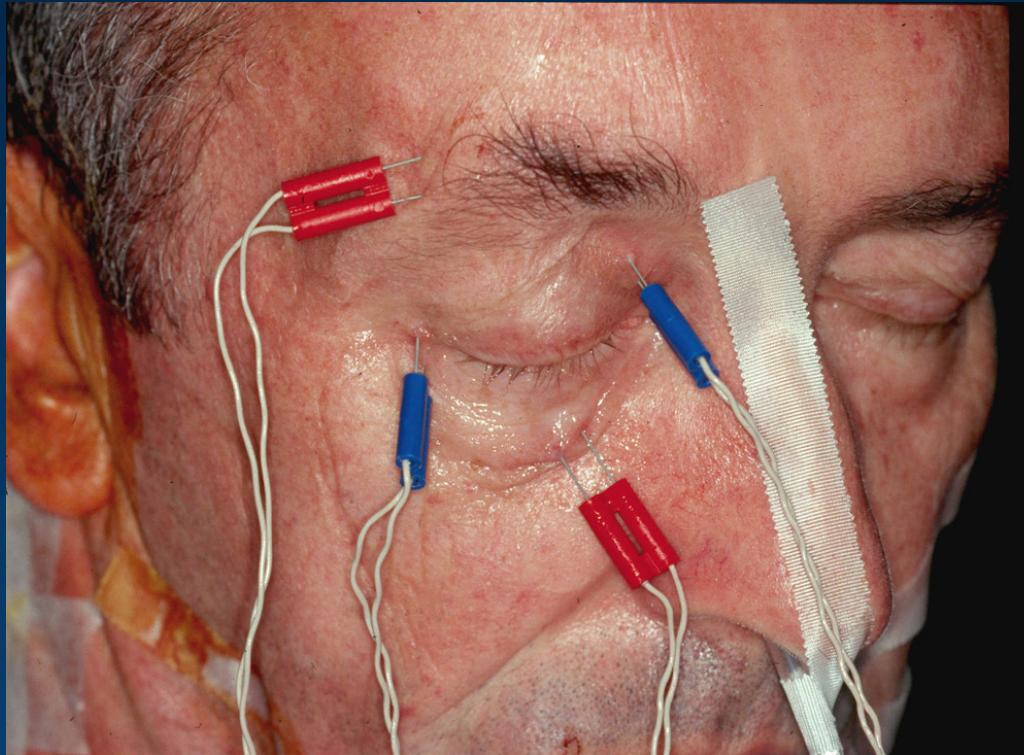
# EMG-Monitoring



# EMG-Monitoring



# EMG-Monitoring



# EMG-Monitoring



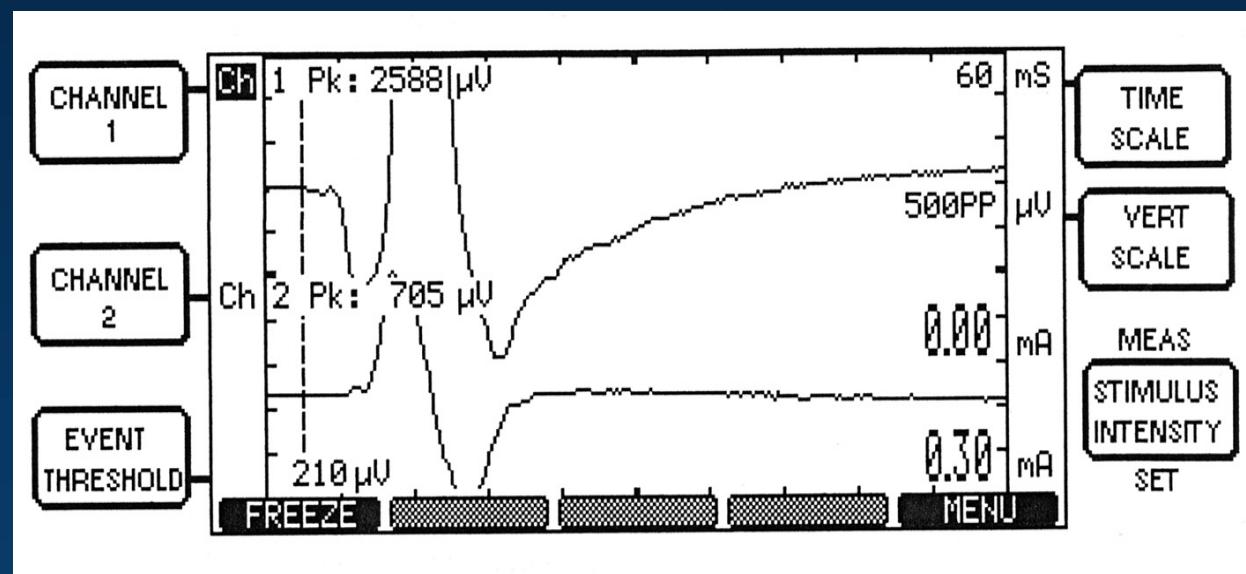
# Intraoperative Monitoring EMG – N. facialis und BAEP



# Intraoperative Monitoring EMG – N. facialis und BAEP



# EMG-Monitoring (Single stimulus)





## Monitoring of Cranial Nerve Function

Intraoperative monitoring of **sensory nerves** has goal to preserve the function of the auditory nerve and the optic nerve in patients under general anesthesia.



# **Monitoring the Auditory System**

## **Goals:**

- **to preserve hearing in operations in the cerebellopontine angle (acoustic neurinoma, microvascular decompression)**
- **useful as a very sensitive indicator of changes in neural conduction at the pons or midbrain level, as sign of brainstem manipulation**



# **Brainstem auditory evoked potentials (BAEP)**

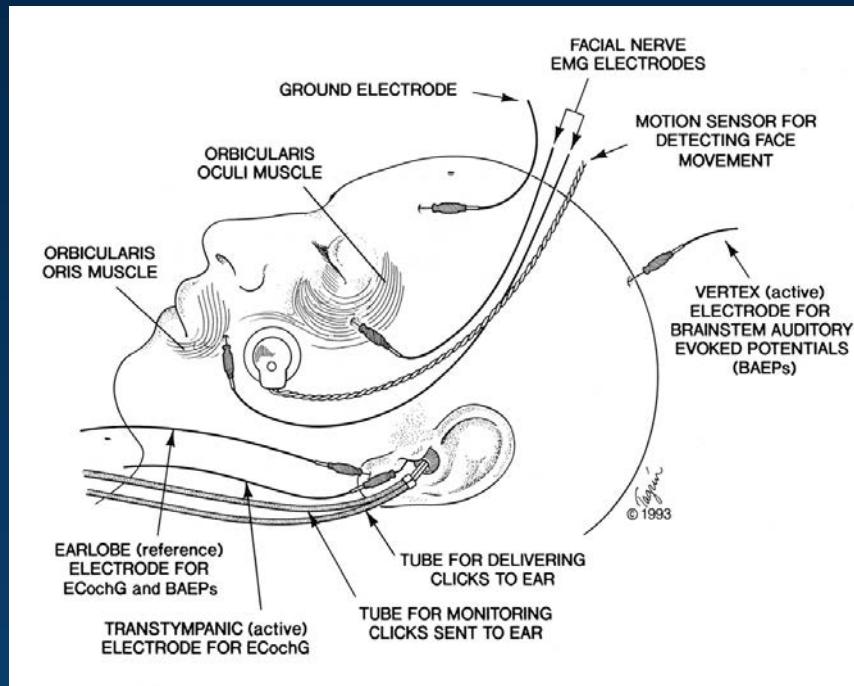
**Recording of evoked potentials between electrodes placed on the vertex and the ipsilateral mastoid.**

**The commonly used stimuli are clicks (80-110 dB) presented at a rate of 10 to 40 pulsis per second.**

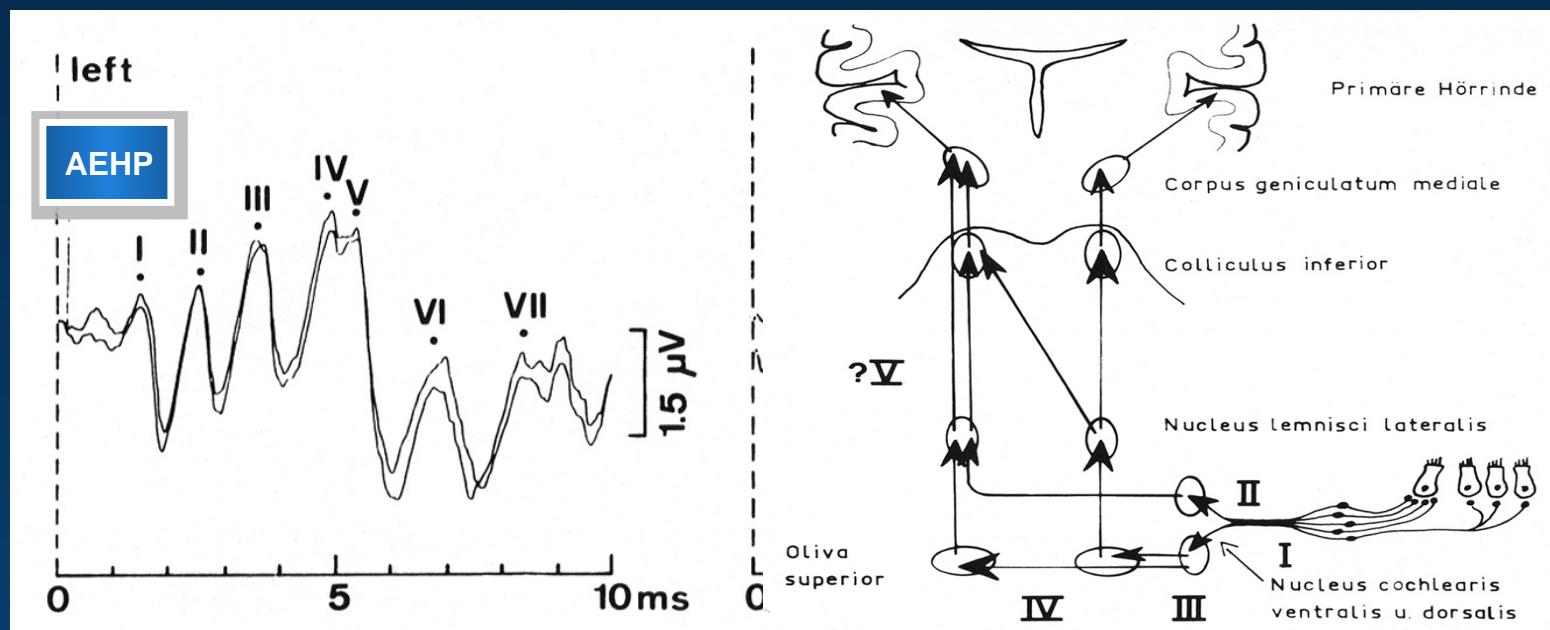
**BAEP have a very small amplitude and cannot be viewed directly (need addition of 1000 to 2000 responses).**

**BAEP are characterised by 5 to 7 vertex-positive peaks, it is important to know the origin of the different components.**

# Brainstem auditory evoked potentials (BAEP)



# Brainstem auditory evoked potentials (BAEP)





# Monitoring the Optic Nerve

## Goals:

- to help preserve the optic nerve and optic tract during skull base operations (para- and suprasellar region) in which these structures are involved

## Limitation:

- problem to generate adequate stimuli for the visual system in patients under total anesthesia
- the results of recording flash evoked visual responses not even in clinical laboratory satisfactorily relate to changes in visual function



# Visual Evoked Potentials (VEP)

**Recording of evoked potentials from electrodes placed on the scalp over occipital cortex.**

**Stimulation through light-emitting led-glasses generating flash stimuli.**

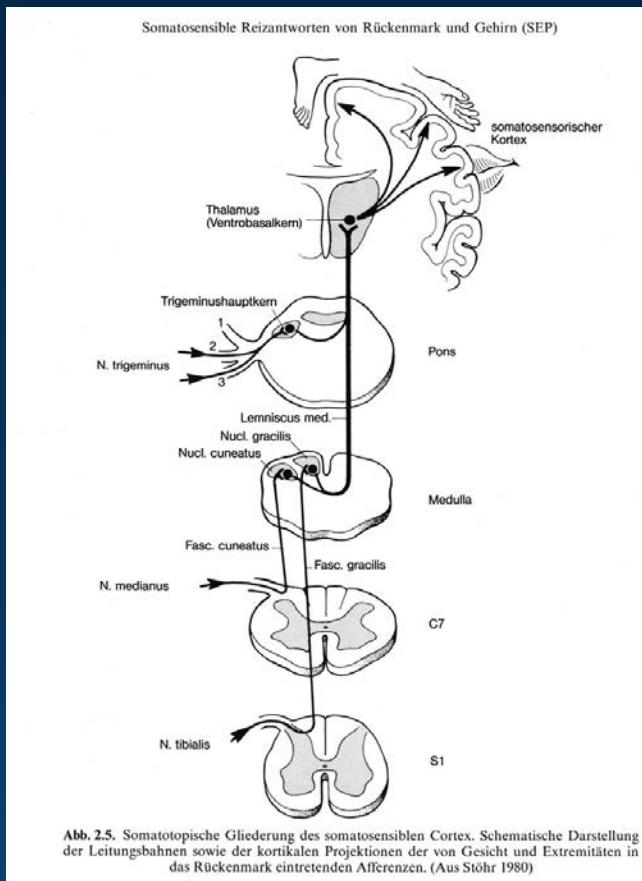
**The response to flash stimulation is not as good an indicator of pathologies as are the responses evoked by changes in a pattern of light and dark squares (it requires that the pattern be focused on the retina).**



# Somatosensory Evoked Potentials (SSEP)

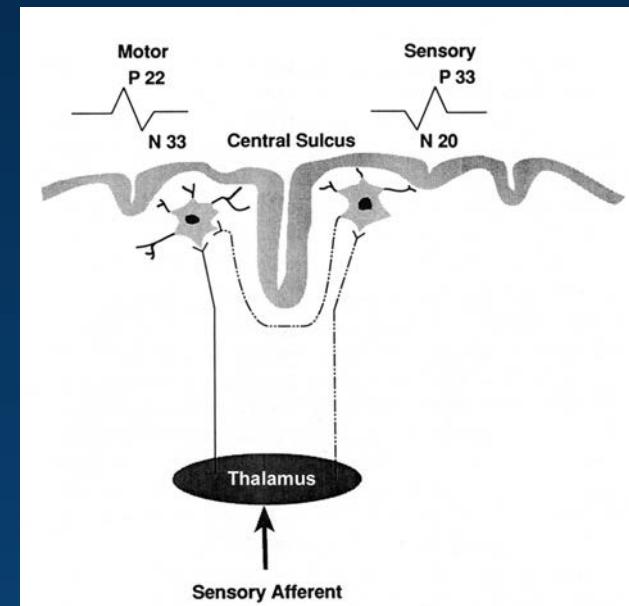
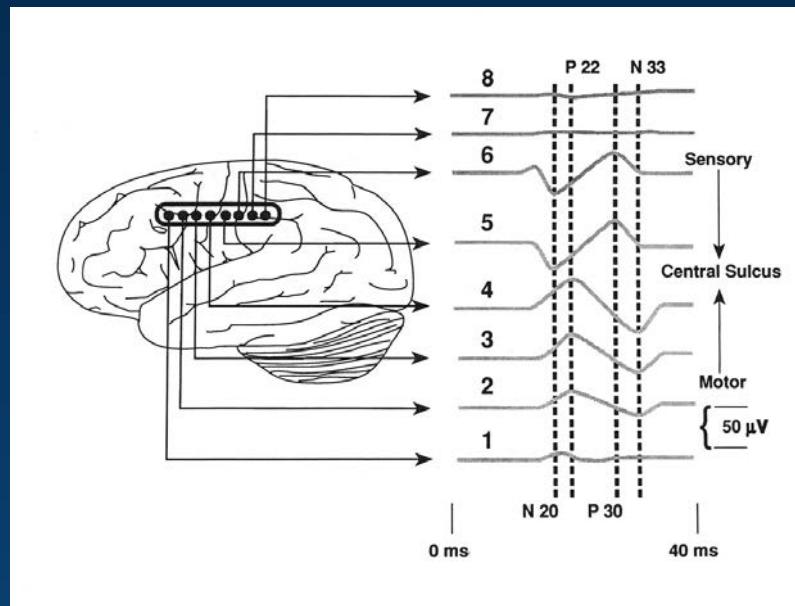
- Recording of short-latency evoked potentials from the scalp or cortical surface following stimulation of large peripheral sensory nerves, tibial or median
- By identifying a phase reversal potential across the central sulcus the localization of the motor cortex may be assumed
- SSEP recorded from the postcentral gyrus generate a biphasic negative-positive potential and SSEP recorded from the precentral gyrus generate a mirror image biphasic positive-negative pattern
- May be used under general anesthesia

# Somatosensory Evoked Potentials (SSEP)



# Somatosensory Evoked Potentials (SSEP)

- Identification of the Sulcus Centralis and Sensorimotor Cortex with Phase Reversal





# **Brain Mapping During Tumor Surgery**

## **Goals:**

- **to identify and preserve the integrity of cortical regions essential to specific functions**
- **to identify neuronal structures in cases in which normal anatomy is altered by tumor**
- **to achieve a radical removal of the tumor and the surrounding nonfunctional tissue while attempting to minimize the morbidity associated with a more aggressive tumor removal**
- **to reduce the time of tumor removal**

# Brain Mapping Indications During Tumor Surgery

**The advantages of direct cortical stimulation vs. SSEP:**

- a detailed millimeter-by-millimeter map of each gyrus and its contiguous sulci
- less time-consuming
- subcortical localization of descending motor pathways

**Disantvantage:**

- difficulty to identify the motor cortex in younger children (often an electrically inexcitable cortex)
- risk of intraoperative epileptic seizures



# **Brain Mapping During Tumor Surgery**

**The most practical application is:**

- **to localize the primary motor cortex and descending motor fibers in patients under general anesthesia**
- **to localize language cortex and somatosensory cortex in awake patients**



# **Brain Mapping During Tumor Surgery**

**Identifying of:**

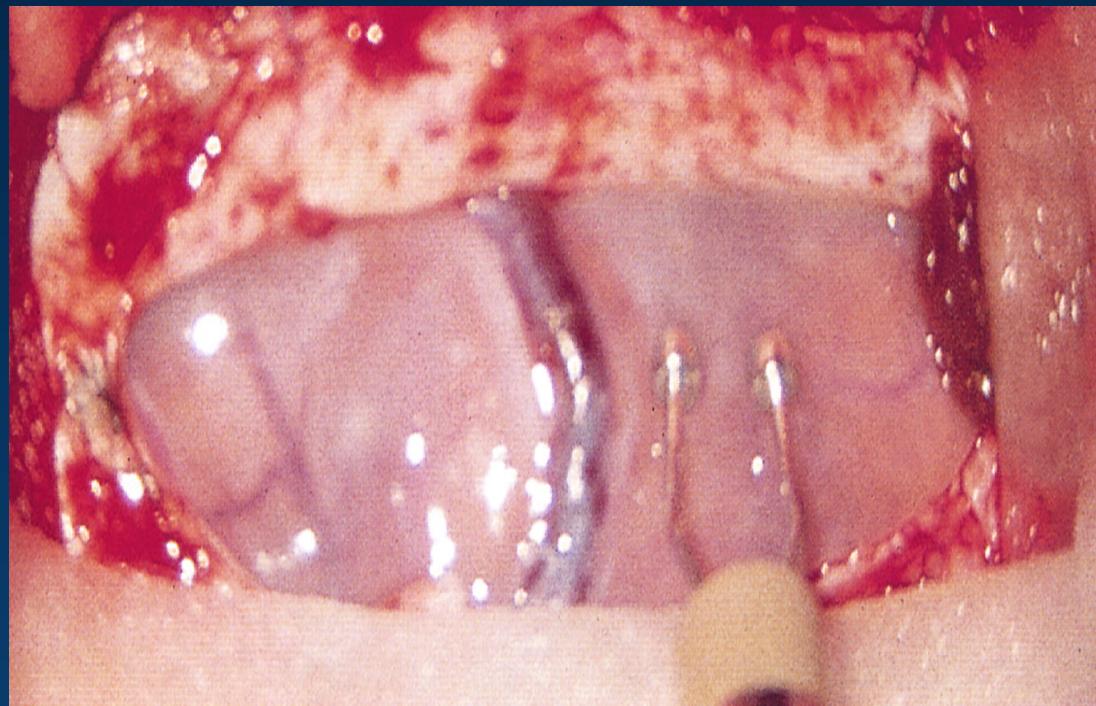
## **Motor Pathways**

- **Rolandic Cortex**
- **Cerebral Peduncle**
- **Supplementary Motor Area**
- **Premotor Area**
- **Descending Motor Pathways: Internal Capsule, Corona Radiata, Insula**

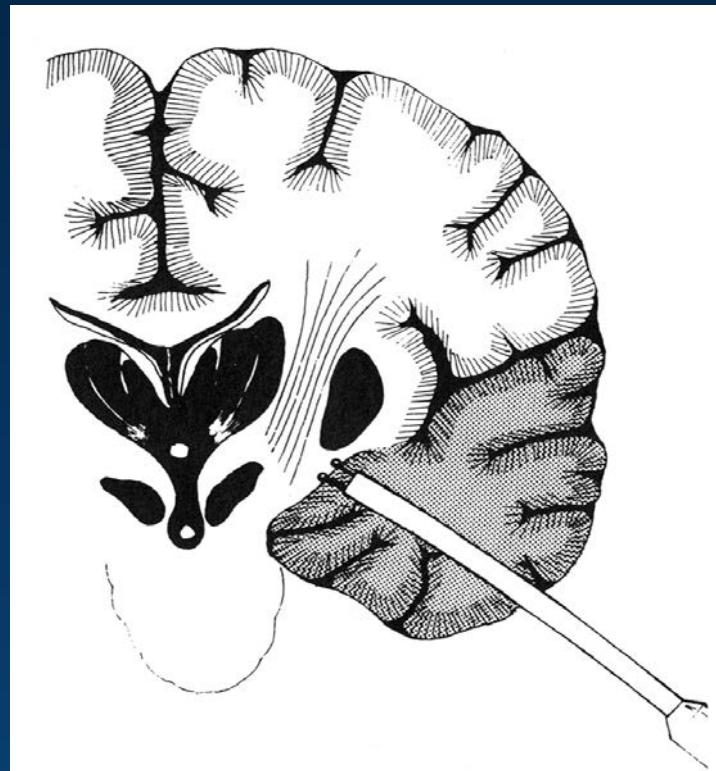
# Cortical Stimulation



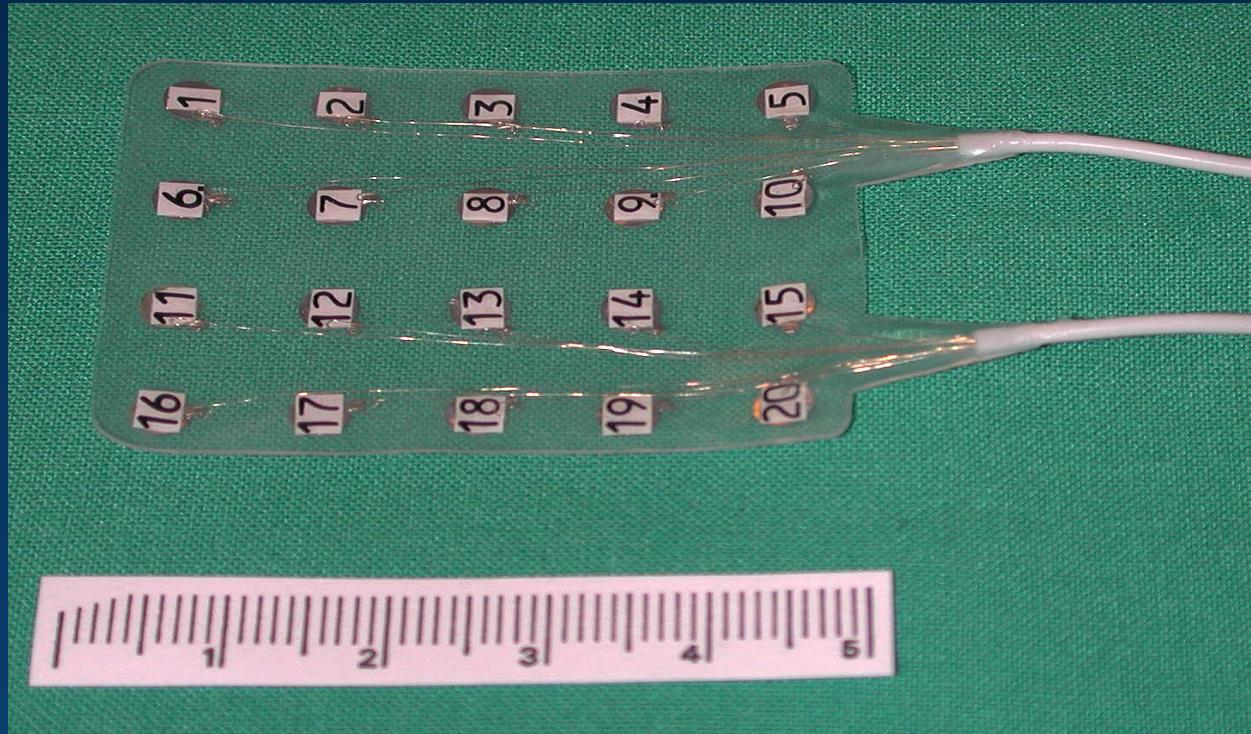
# Cortical Stimulation



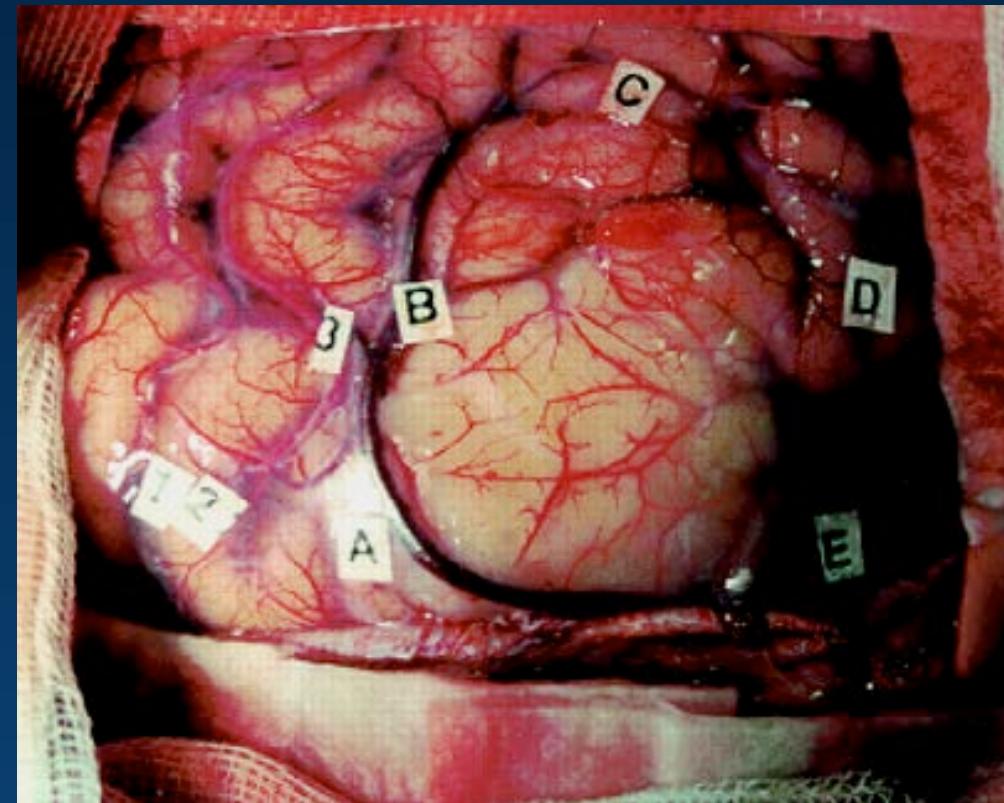
# Stimulation of descending motor pathways



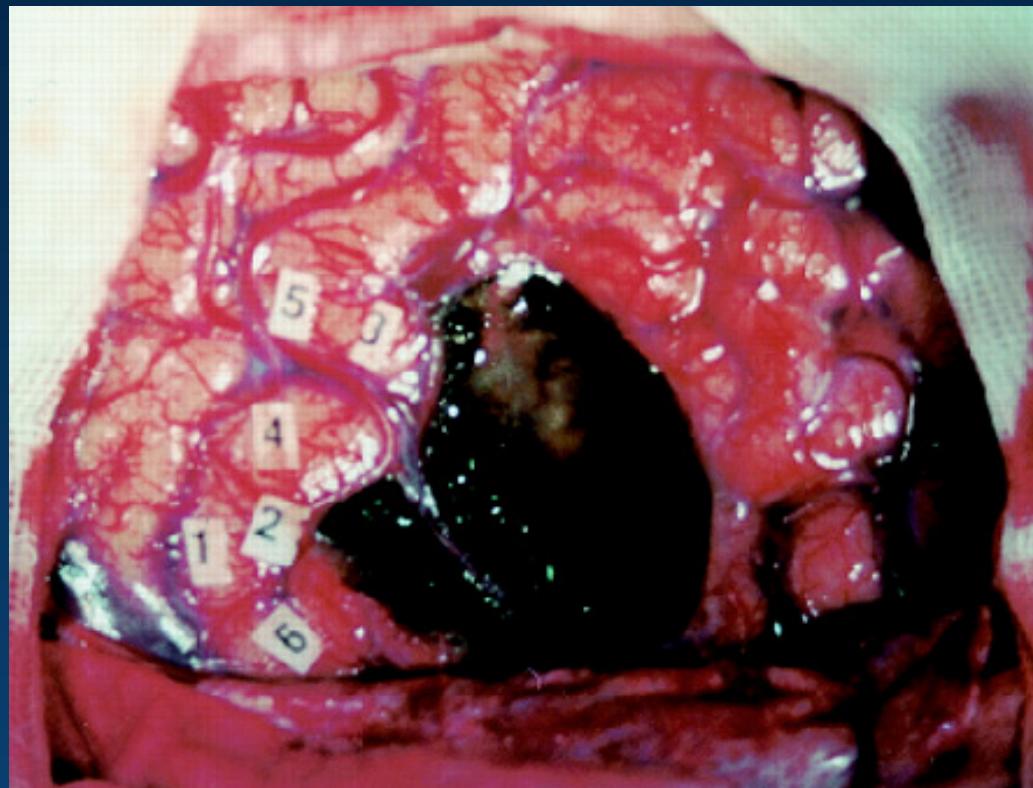
# Cortical Stimulation



# Cortical Mapping



# Cortical Mapping



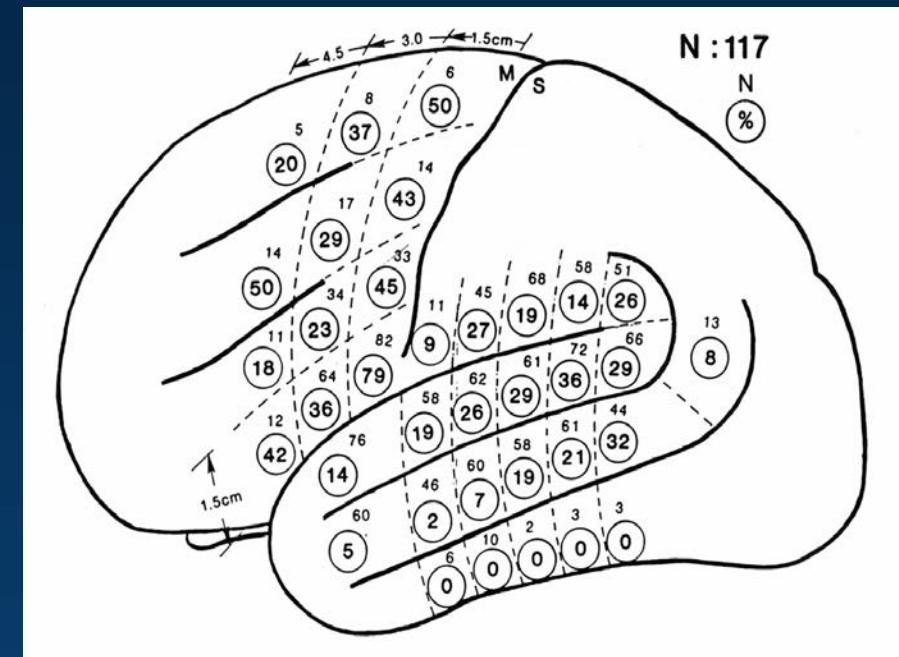
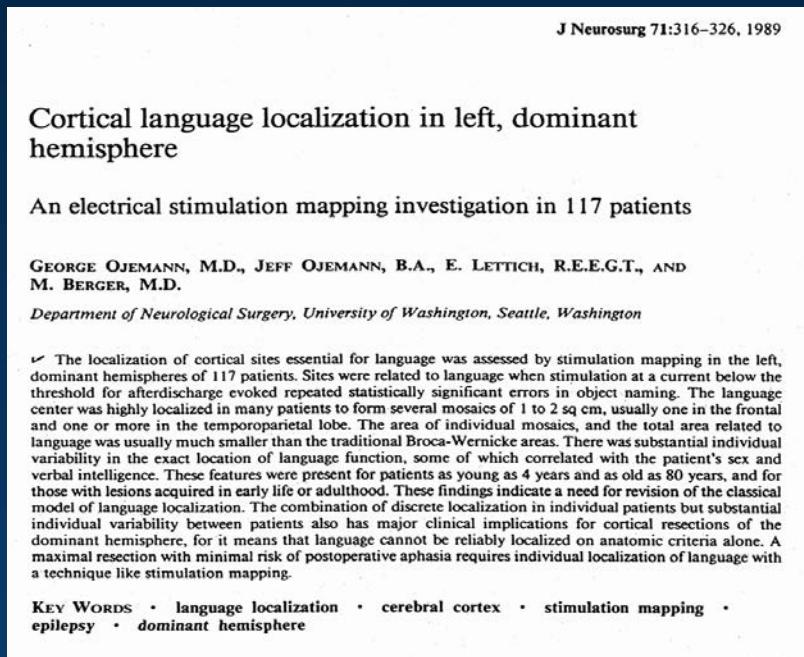
# Brain Mapping Indications During Tumor Surgery

## Localization of Language :

### Dominant Hemisphere / Perisylvian Area

- **Frontal – Posterior and Superior Areas**
- **Temporal**
- **Midparietal**
- **Insula**

# Speech Mapping



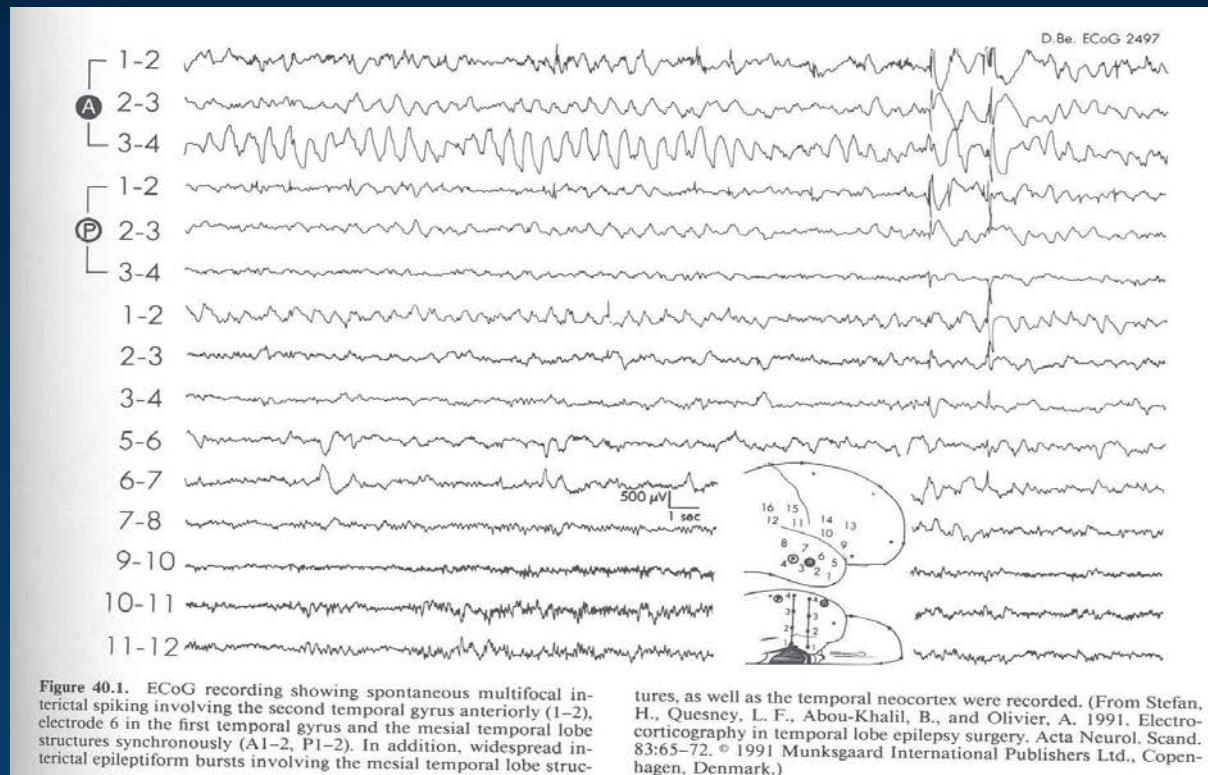
# **Electrocorticography during tumor resection**

**Indicated only in the setting of a patient who has a history of medically refractory epilepsy.**

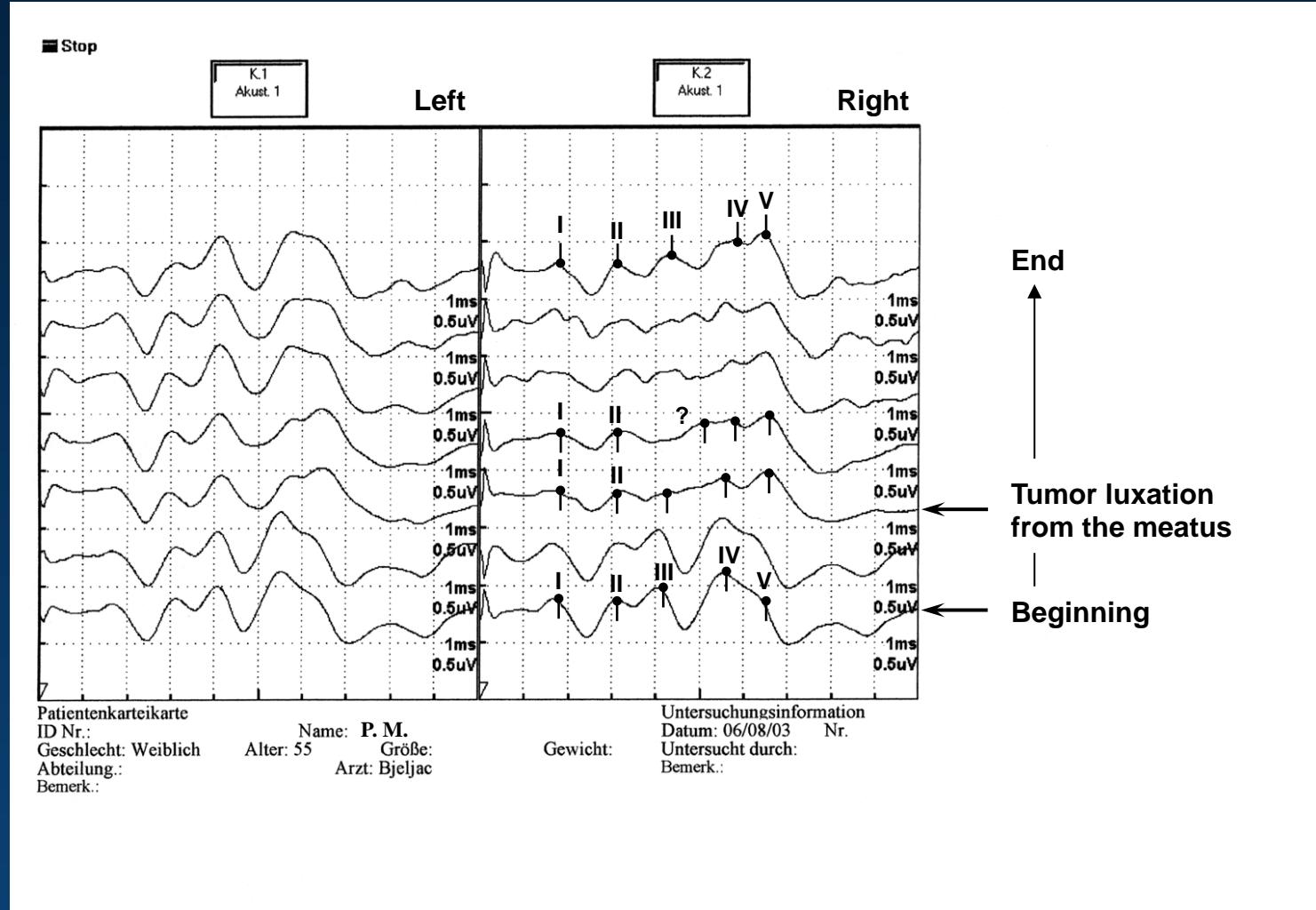
**Using of strip or grid electrodes to record the EEG prior to tumor resection and following tumor resection**

**Goal to achieve maximal seizure control**

# Electrocorticography during tumor resection

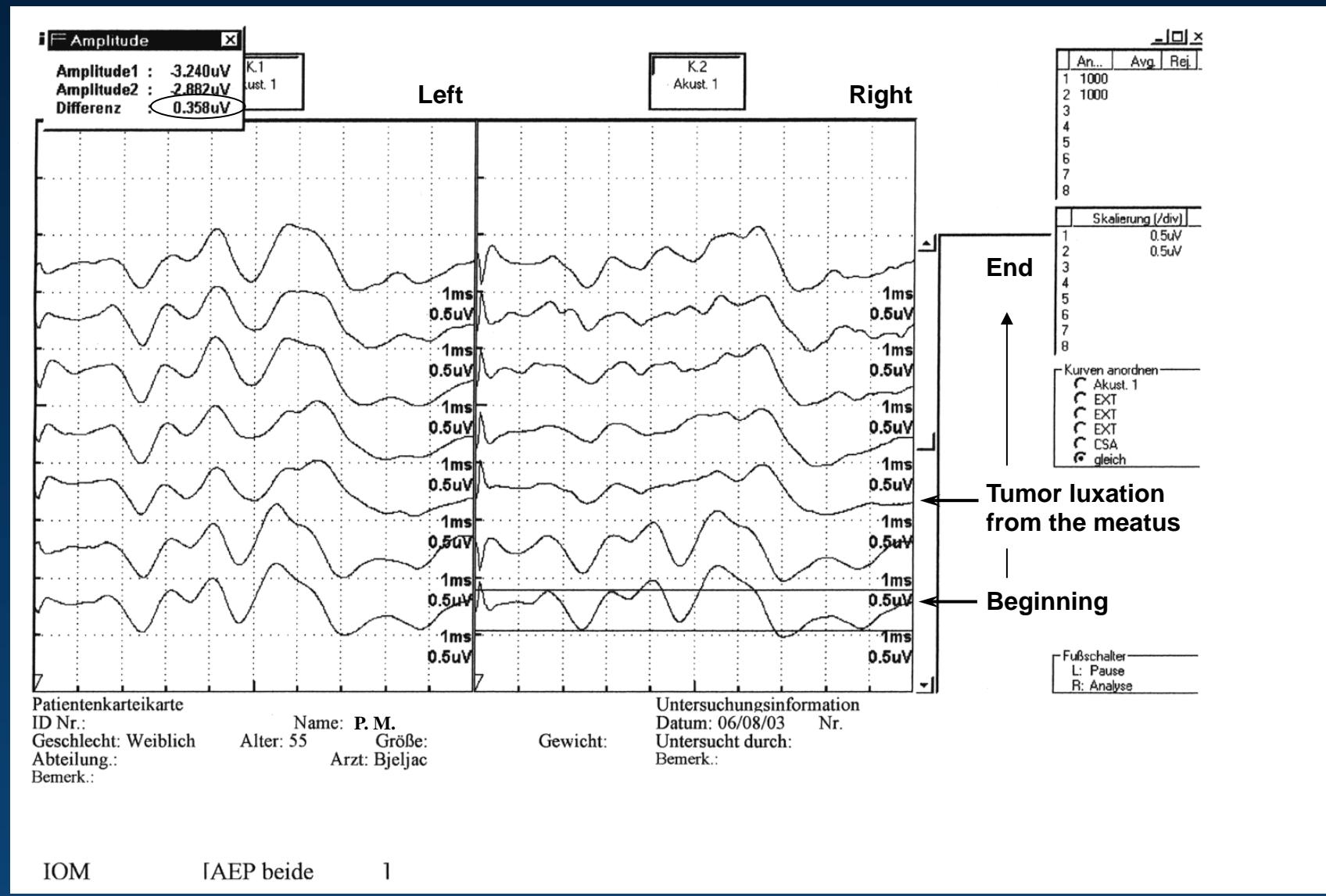


# **Brainstem auditory evoked potentials (BAEP)**

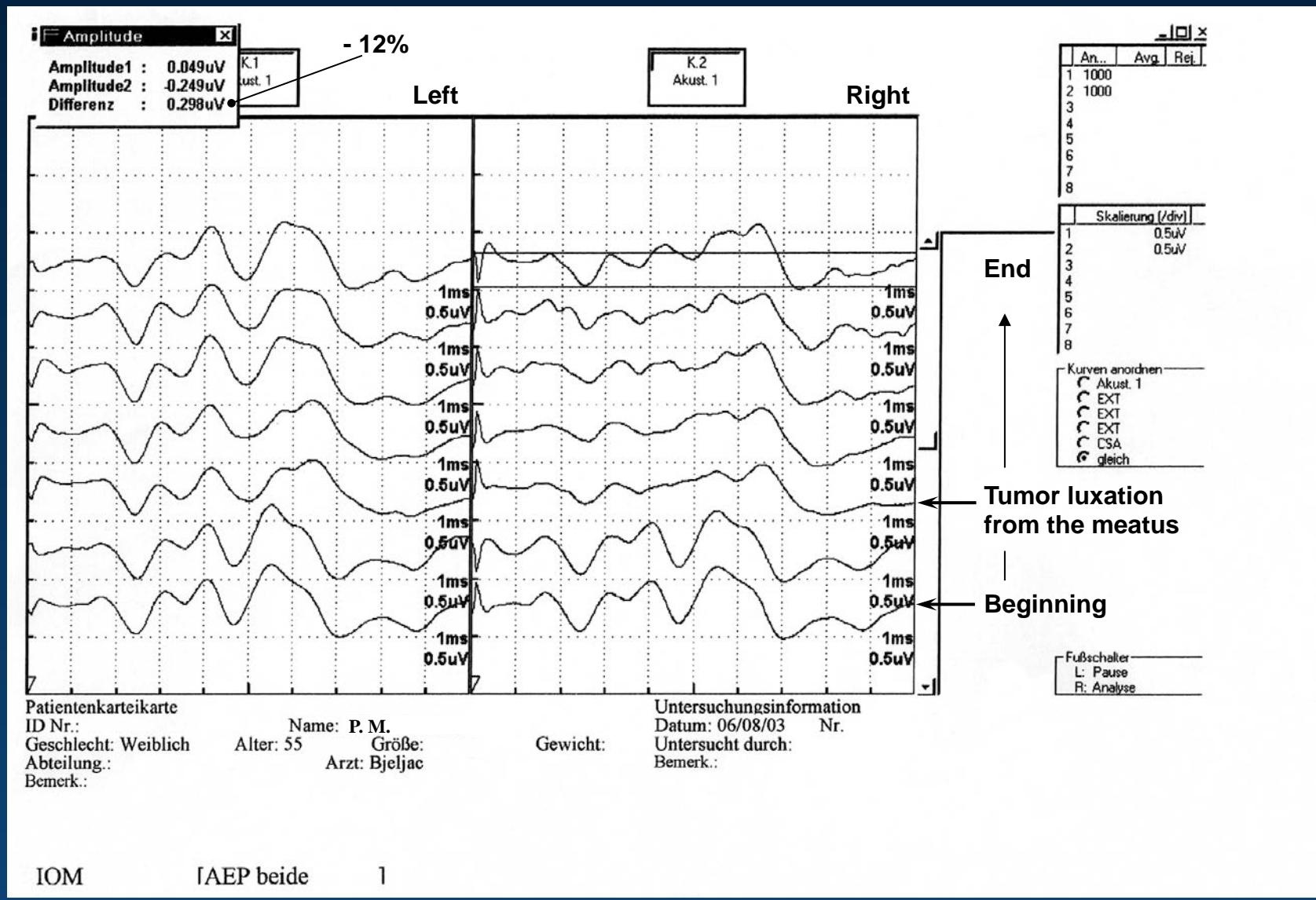


U  
US  
Z

# Brainstem auditory evoked potentials (BAEP)



# Brainstem auditory evoked potentials (BAEP)



# Carotisendarteriektomie & NIRS

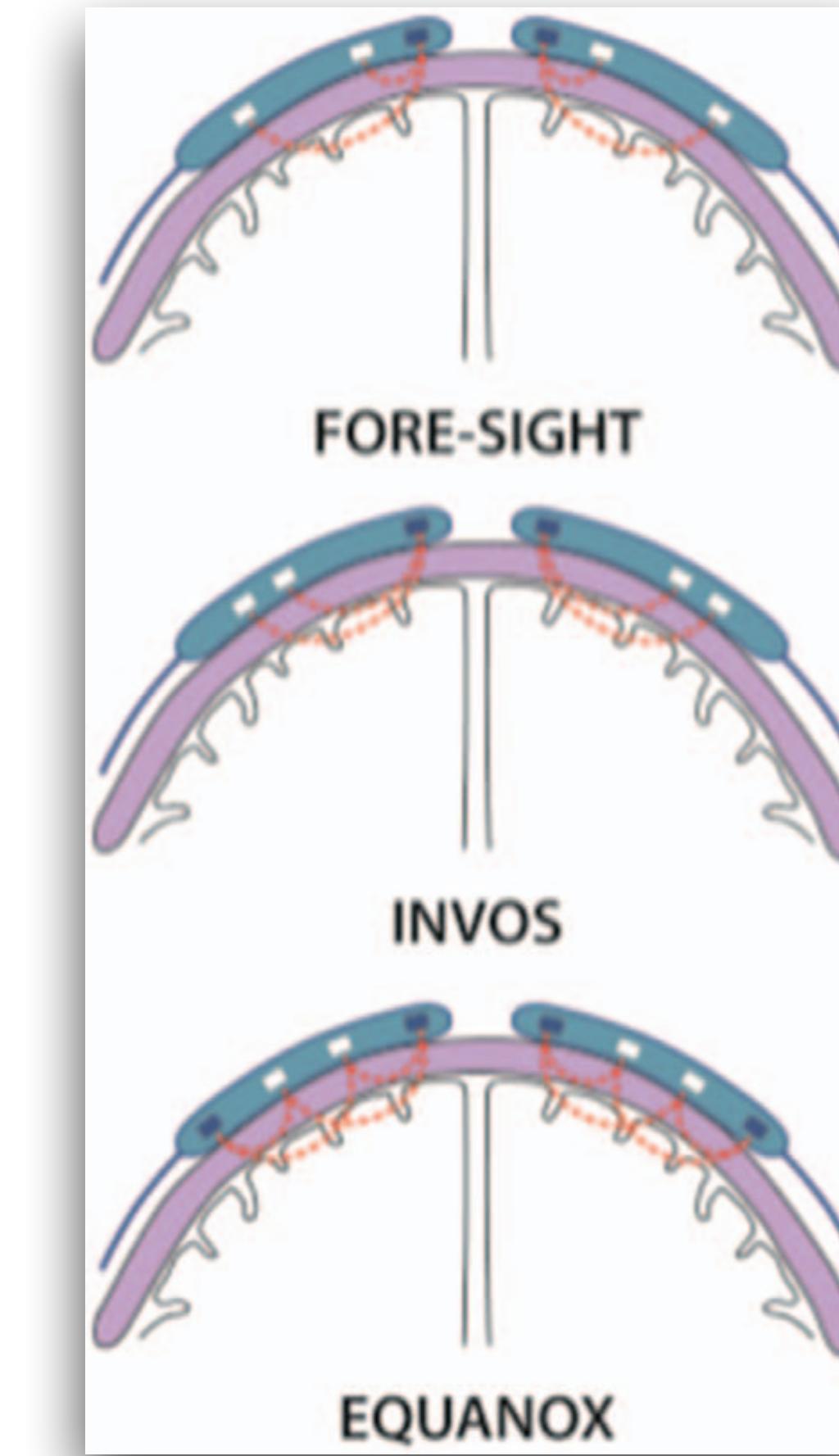
Daniel Borer, 4. Oktober 2016



# Inhalt

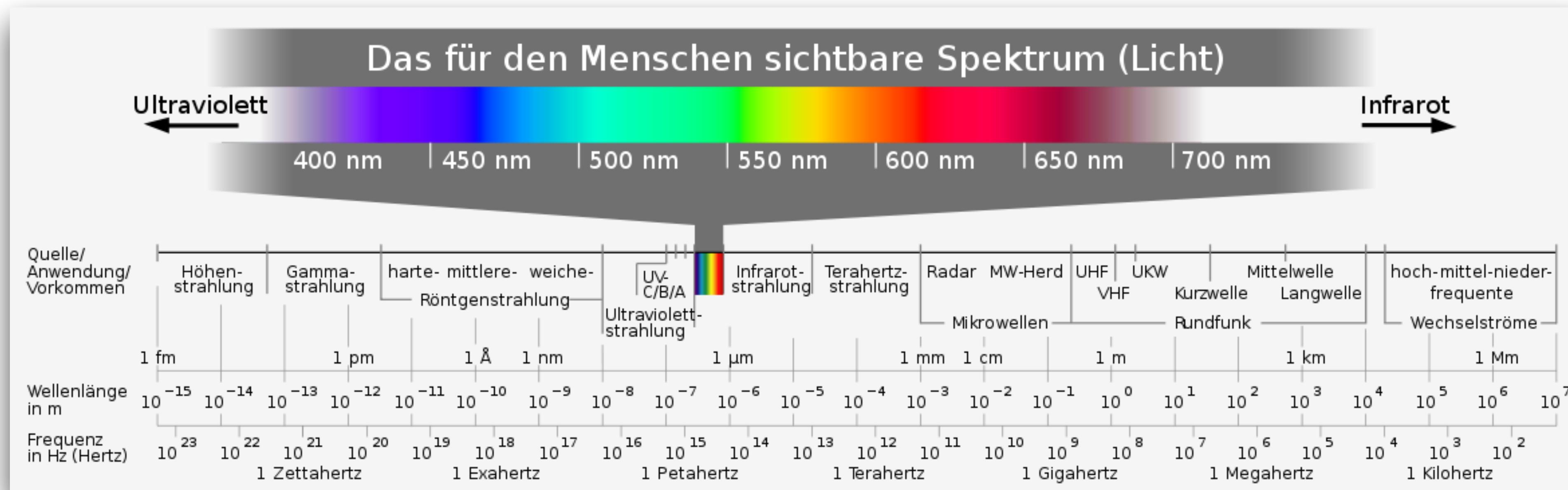
- NIRS - Die Technologie
- Carotisendarteriektomie
- NIRS und Carotisendarteriektomie

# Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)



# NIRS

## Grundlagen



# NIRS

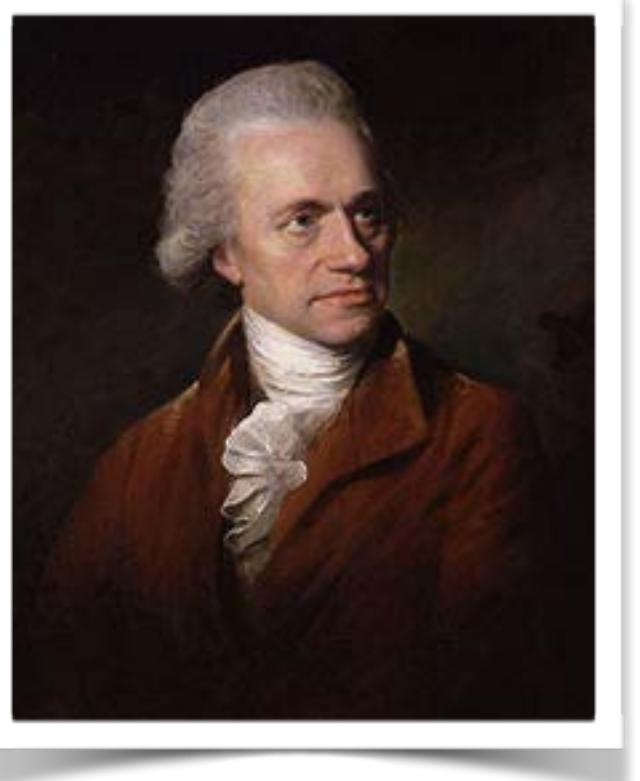
## Grundlagen

- Wellenlängen des Lichts
  - Ultraviolet: 10 bis 380nm
  - sichtbar: 380 bis 780nm
  - Nahinfrarot: 780 bis 2500nm



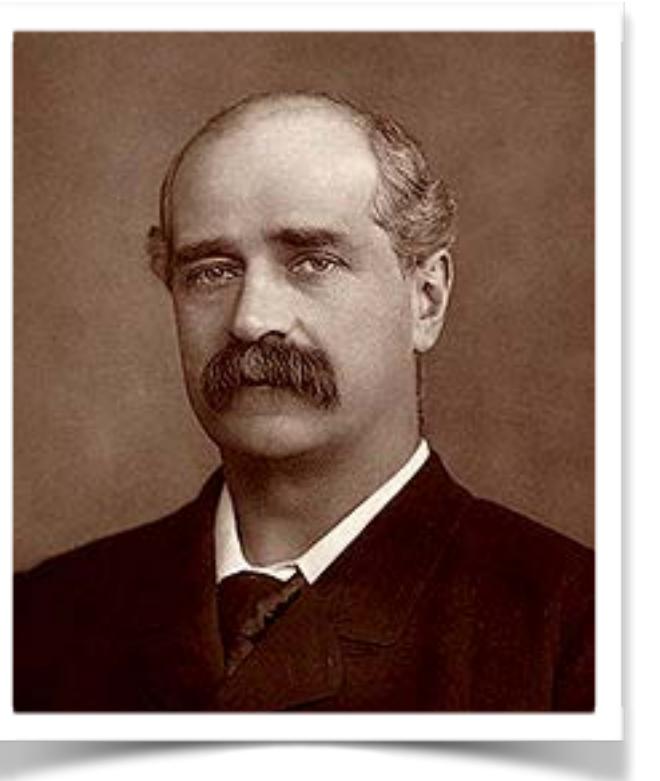
# NIRS Geschichte

- 1800: **William Herschel** entdeckt die Wärmestrahlung
  - Strahlung oberhalb des sichtbaren, roten Lichtes ist am wärmsten
  - nahinfrarote Wellen werden von den Wassermolekülen absorbiert.
  - damit wird Wärme frei gesetzt (Herschel erkannte den Zusammenhang nicht)
- 1835: **André-Marie Ampère** entdeckt, dass der einzige Unterschied zwischen sichtbarem Licht und der Wärmestrahlung (Infrarot) die Wellenlänge ist.



# NIRS Geschichte

- 1864: James Clerk Maxwell schreibt
  - „This velocity (of electromagnetic force) is so nearly that of light that it seems we have strong reason to conclude that light itself (including radiant heat and other radiations) is an electromagnetic disturbance in the form of waves propagated through the electromagnetic field according to electromagnetic laws.
- 1881: William de W. Abney und Festing (ohne Foto)
  - Sie messen erstmalig ein (nah-) infrarotes Spektrum, indem sie fotografische Platten benutzen.
  - Sie bemerken auch, dass das gewonnene Absorptionsspektrum von der chemischen Struktur der untersuchten Substanz abhängig ist.

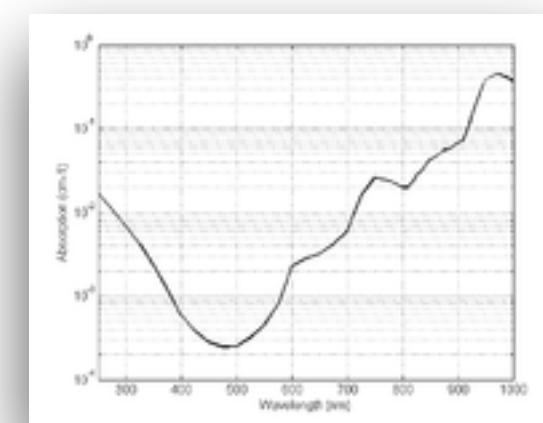


## ■ 1905: William Coblenz

- Er publiziert die Spektren einer grossen Anzahl Proben im Wellenbereich 1000 bis 16000nm
- Dies ist der Durchbruch im Verständnis des Zusammenhangs von atomaren Bindungen in Molekülen und deren spezifischen Absorptionsmustern im Wellenbereich 2500 bis 50000nm.
- Damit wird klar, dass die Wellenabsorptionsmuster von den quantenmechanischen Eigenschaften der Atombindungen abhängig, damit eindeutig und zur Diagnostik anwendbar sind.



## ■ Absorptionsspektrum von Wasser



# Grundlagen NIRS in biologischem Gewebe

- Nahinfrarotfenster im Gewebe (optisches Fenster)
  - 650 bis 1350nm
    - untere Grenze durch Lichtabsorption an Wassermolekülen definiert
    - obere Grenze durch Lichtabsorption an Blut definiert
    - Alle in diesem Wellenbereich benutzten Techniken werden unter „NIRS“ zusammengefasst.
- Wichtige Größen
  - $\mu_\alpha$ : Absorptionskoeffizient
    - Wahrscheinlichkeit der Photonenabsorption pro Wegstrecke
  - $\epsilon$ : Molarer Auslöschungskoeffizient
    - weiterer Parameter zur Beschreibung der Photonenabsorption im Gewebe

# Grundlagen NIRS und Blut

## ■ HbO<sub>2</sub> (Oxyhämoglobin)

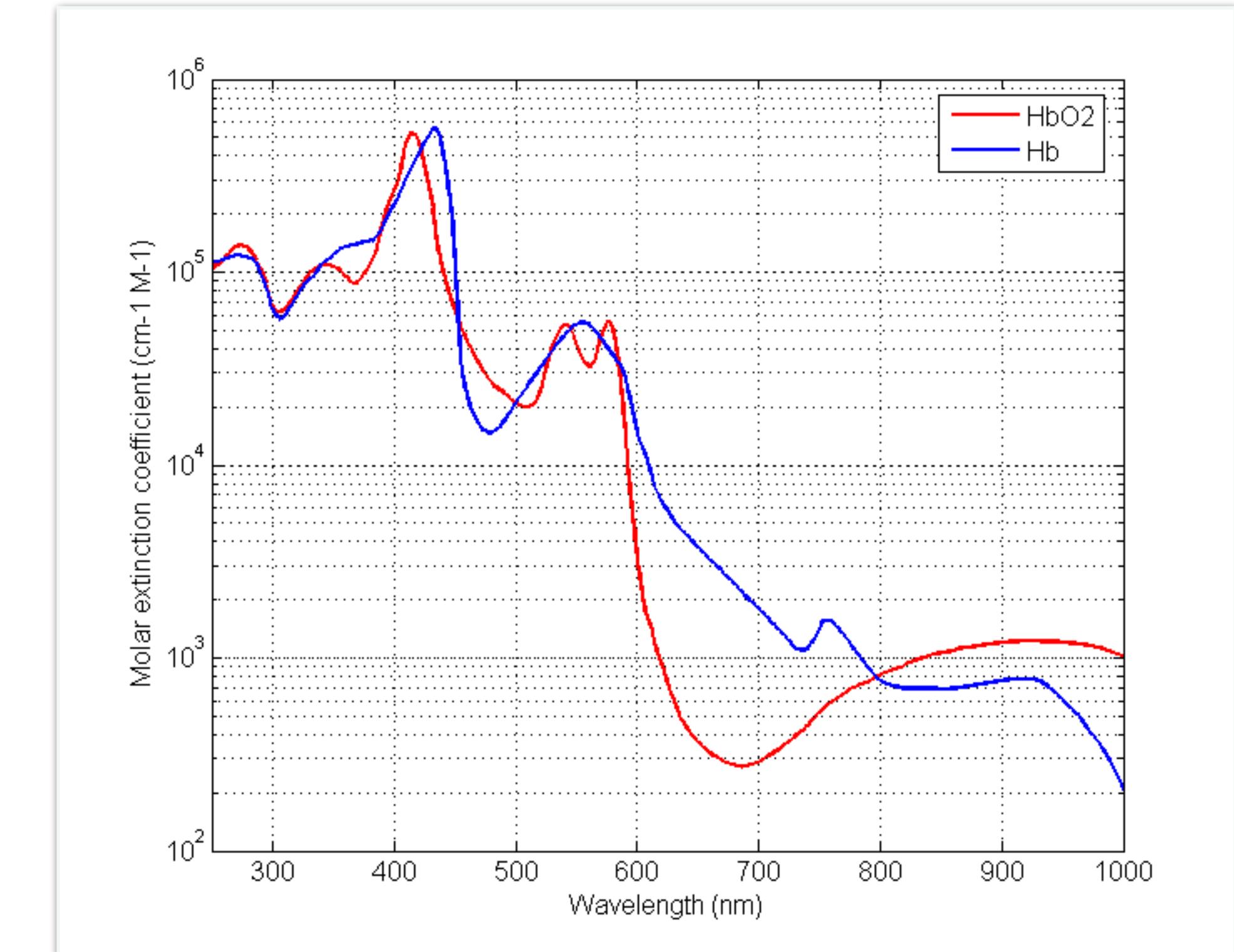
- maximale Absorption bei 410nm
- weitere Peaks bei 550 und 600nm

## ■ Hb (Deoxyhämoglobin)

- maximale Absorption bei 420nm
- weiterer Peak bei 580nm

## ■ Isobestische Punkte

- Kreuzungspunkte der Absorptionskurven



# Grundlagen Sättigungsberechnung

- Berechnung der  $C_{HbO_2}$  und der  $C_{Hb}$ 
  - $\mu_a(\lambda 1) = \ln(10)\epsilon_{HbO_2} (\lambda 1)C_{HbO_2} + \ln(10)\epsilon_{Hb} (\lambda 1)C_{Hb}$
  - $\mu_a(\lambda 2) = \ln(10)\epsilon_{HbO_2} (\lambda 2)C_{HbO_2} + \ln(10)\epsilon_{Hb} (\lambda 2)C_{Hb}$
- Sättigungsberechnung
  - $SO_2 = C_{HbO_2} : (C_{HbO_2} + C_{Hb})$



# Grundlagen NIRS

- Beispiel IVNOS (Medtronic)
  - aktuell Zweiwellentechnik
    - 1 Emitter
    - 2 Sensoren
  - Messung der venösen und arteriellen Sättigung im Verhältnis 3:1
    - Darstellung als ( $r\text{SO}_2$ )
    - damit stärkerer Fokus auf den venösen Anteil
      - Argument: venöse Oxygenationsreserve



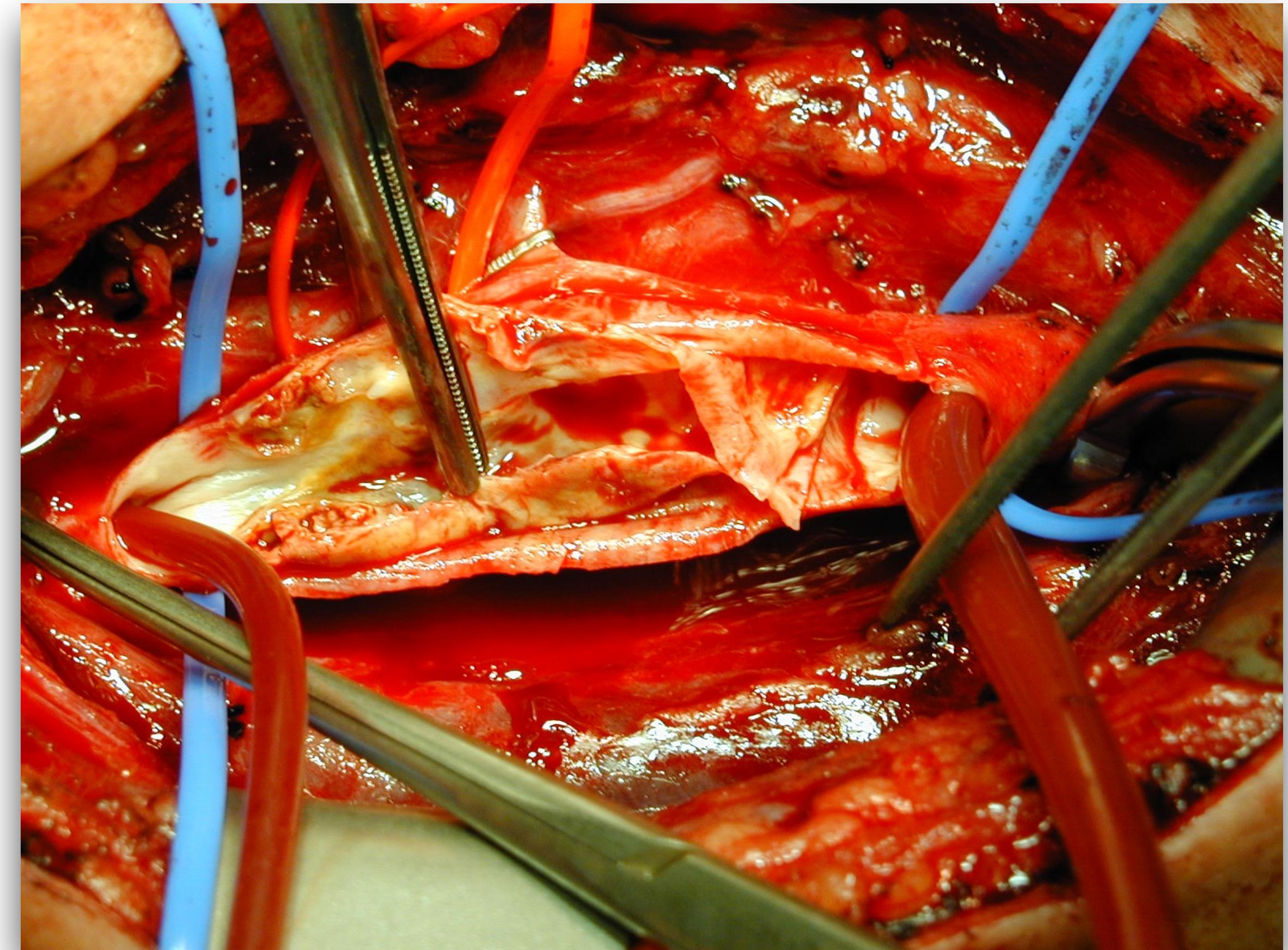
# Grundlagen

## NIRS-Sättigung: Grenzwerte

- grundsätzlich geräteabhängig
  - Direkter Vergleich zwischen zwei unterschiedlichen Geräten ist schwierig. (Problem!)
- klinische Interventionsgrenzen
  - rSO<sub>2</sub> unter 50%
  - Sättigungsabfall im Vergleich zum Ausgangswert um über 20%
- neurologische Schäden zu erwarten bei
  - rSO<sub>2</sub> unter 40%
  - Sättigungsabfall im Vergleich zum Ausgangswert um über 25%



# Carotisendarteriektomie



# Carotisendarteriektomie

## Einleitendes

- ca. 30% aller ischämischen zerebralen Ereignisse sind durch extrakranielle Läsionen der Arteria carotis bedingt
- M. E. DeBakey (Bild) und Eastcott 1953 und 1954: Erste CEA
- **NASCET Studie: Symptomatische Stenosen(1991)**
  - Schlaganfall- und Todesrate im Follow-up 1.5 bis 3 Jahre
    - ohne Operation (nur medikamentös): 26%
    - mit CEA: 9%
- **ACAS Studie: Asymptomatische hochgradige Stenosen (1995)**
  - Schlaganfall- und Todesrate im Follow-up perioperativ bis 2.7 Jahre postop.
    - ohne Operation (nur medikamentös): 11%
    - mit CEA: 2.3% - 5.1%



# Carotisendarteriektomie

## Operationsindikation



- Im **Stadium I** (asymptomatische Stenose ohne neurologische Herdsymptome) wenn
  - **filiforme Stenose (>90%)**
  - **exulzerierende Plaques** (im Sinne einer Embolieprophylaxe)
  - ausserordentliche **Progression des Befundes** trotz ausgebauter medikamentöser Therapie
  - hochgradig (über 70%) **beidseitiger** Befund
  - einseitig **hochgradig mit kontralateralem Verschluss**
- Im **Stadium II** (symptomatische Karotisstenose mit neurologischen Herdsymptomen)
  - **immer**
- Im **Stadium III** (progressiver Schlaganfall) und **Stadium IV** (Endstadium des Infarkts mit Residuen)
  - **keine** Operationsindikation (ausser bei neuerlichen Symptomen gemäss Stadium II)

# Carotisendarteriektomie

## Allgemein- versus Regionalanästhesie

### Generelle Überlegungen

- Benchmark für das Operationsrisiko: Langzeitrisiko eines Schlaganfalls nach CEA liegt bei 5%
  - Damit sollten die Operationsrisiken mindestens unter 5% liegen.
    - aktuell: kardiovask. perioperatives Risiko bei 2%
- Kollektiv für CEA ist polymorbid, das Gehirn häufig vulnerabel
  - vorbestehende CVK
  - Atherosklerose
  - KHK
  - Lungenerkrankungen
  - Diabetes mellitus



# Carotisendarteriektomie

## Allgemein- versus Regionalanästhesie

- Outcomedifferenz in folgenden Punkten gleich oder bisher Unterschied unklar  
(auch GALA -Studie: Outcome bei 3526 Patienten)
  - Myokardinfarkt
  - **Schlaganfall**
  - Pneumonie
  - Reintubation
  - Tod
- Verfahrensentscheid soll beim operativen Team (Chirurgie und Anästhesie) liegen

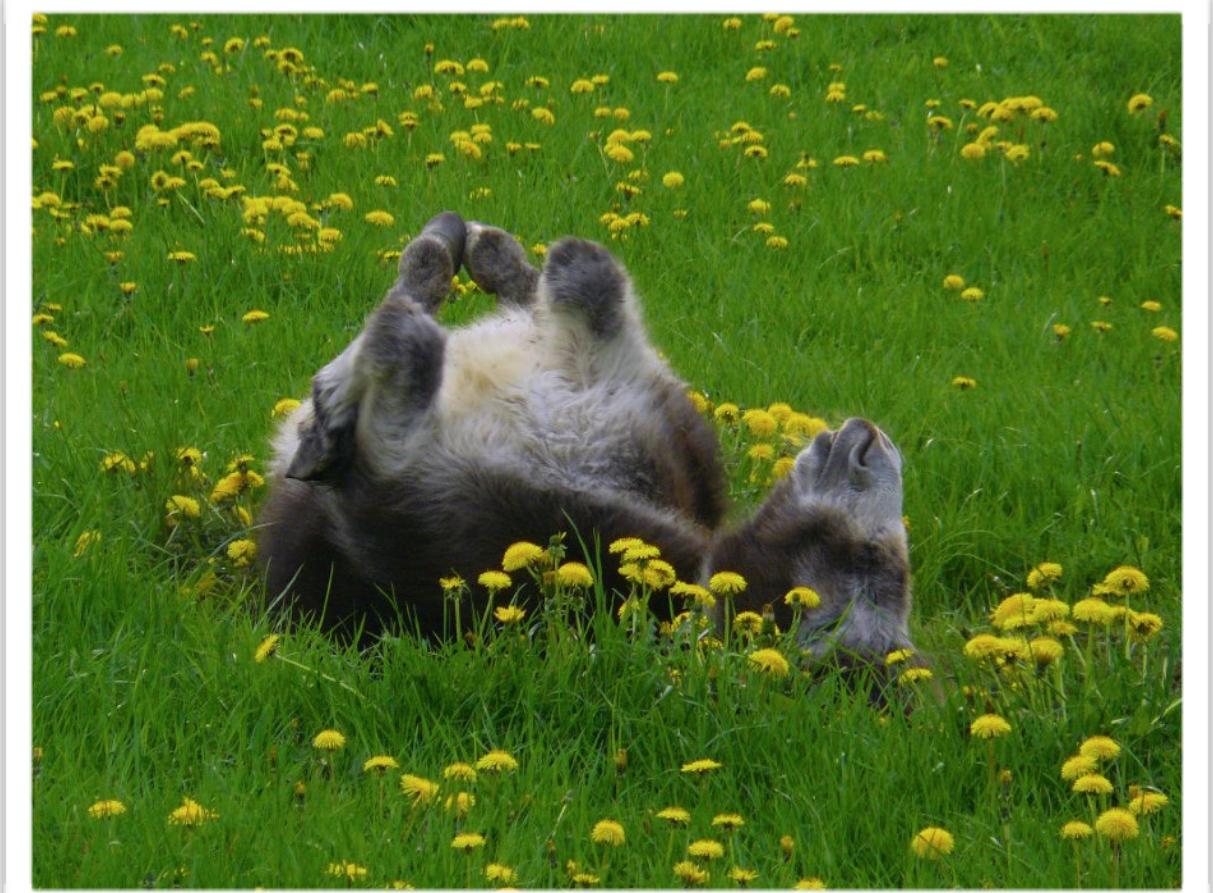
# Carotisendarteriektomie Pro Regionalanästhesie

- Primäre Shunteinlage erhöht theoretisch das Risiko einer Embolisation.
- tieferer Katecholaminbedarf als bei AA
- weniger POCD als bei AA
- cervikale Plexusblockade (US mittlerweile Goldstandard) auch unter duality Plättchenhemmung möglich
- Wachheit des Patienten erlaubt die sofortige Detektion einer cerebralen Minderperfusion
  - 10% der Patienten zeigen neurologische Veränderungen nach Clamping
  - **NIRS: Reaktion 5 bis 10 Sekunden vor klinischen Zeichen!**
- Erhöhter perioperativer Blutdruck verbessert die Perfusion.
  - gefährdete, marginal durchblutete Hirnregionen sind sehr anfällig auf Perfusionsschwankungen
- frühe Reoperation ohne erneute Narkose möglich



# Carotisendarteriektomie Pro Allgemeinanästhesie

- allenfalls neuroprotektive Wirkung der Hypnotika
- Patientencompliance spielt keine Rolle
- Atemweg immer gesichert
- keine periinterventionelle Zwerchfell- und Stimmbandlähmungen
- kein Risiko der intravasalen, epiduralen oder intrathekalen Injektion
- bei operativen Komplikationen kein hastiger Verfahrenswechsel nötig



# Carotisendarteriektomie

## Allgemein- versus Regionalanästhesie

- Vor dem Hintergrund der bei beiden Verfahren tiefen und grösstenteils gleichen Risikospektren:

Stellen wir überhaupt die richtigen Fragen, um die Verfahren zu vergleichen?



Fragen wir uns doch:

Wie hoch sind die gesundheitsökonomischen Kosten perioperativ?  
(Verfahren, ICU, LOS)



Wie häufig sind die Patienten postoperativ neurokognitiv eingeschränkt?  
(Lebensqualität, soziales Umfeld, Wohnsituation, Kosten durch Einschränkungen)

# Carotisendarteriektomie und NIRS



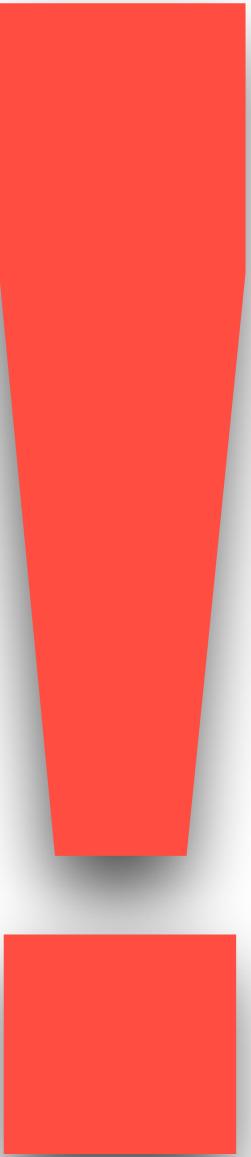
# NIRS und CEA

## Was messen wir überhaupt?

- Alle Geräte, die von der FDA zugelassen sind (Stand 2015)

### EQUANOX, FORE-SIGHT, INVOS

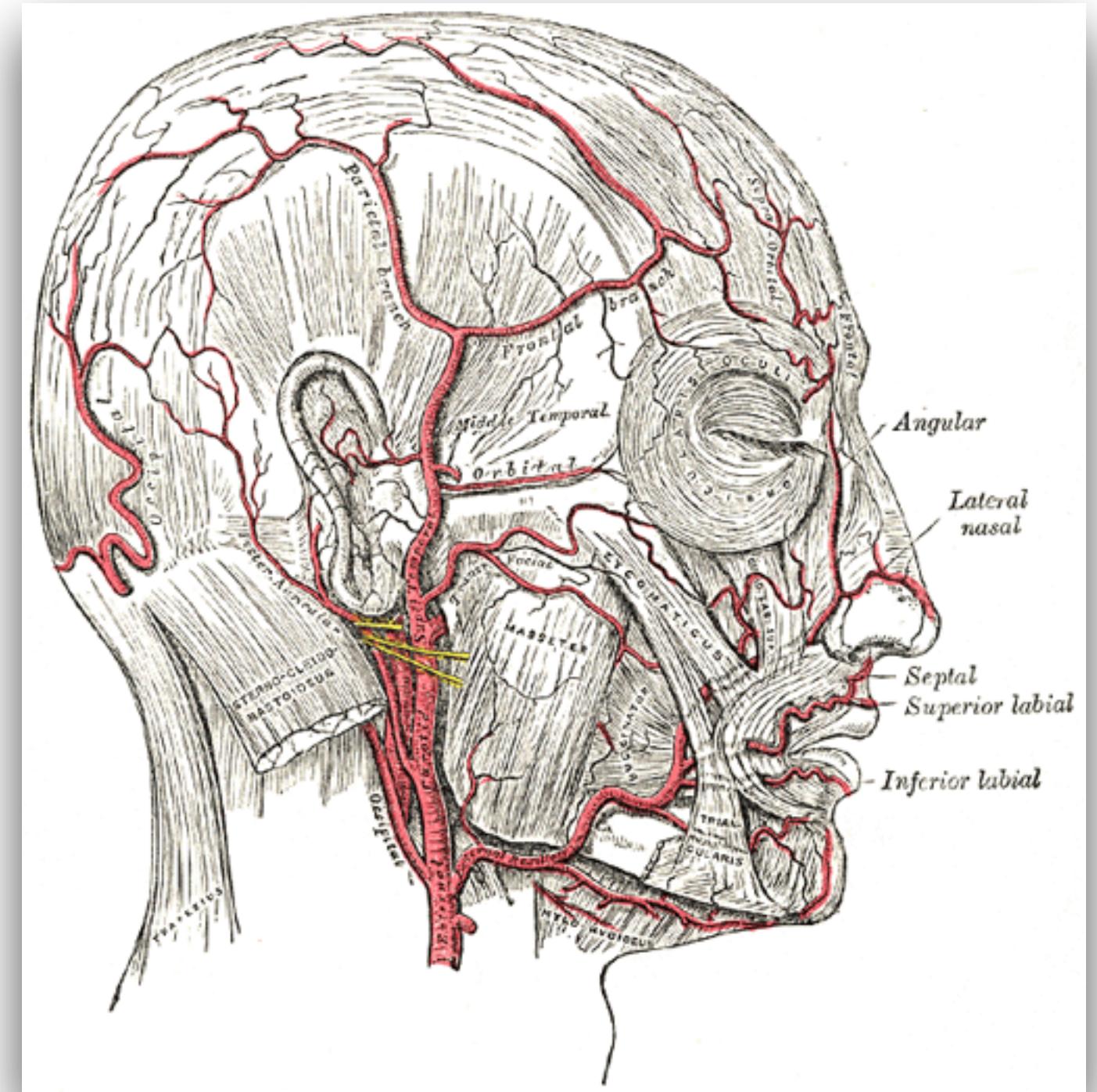
- nutzen einen anderen Algorithmus
- haben eine andere Methodologie
- differieren im gemessenen rSO<sub>2</sub>



# NIRS und CEA

## Fallbeschreibung (Naftalovich et al.)

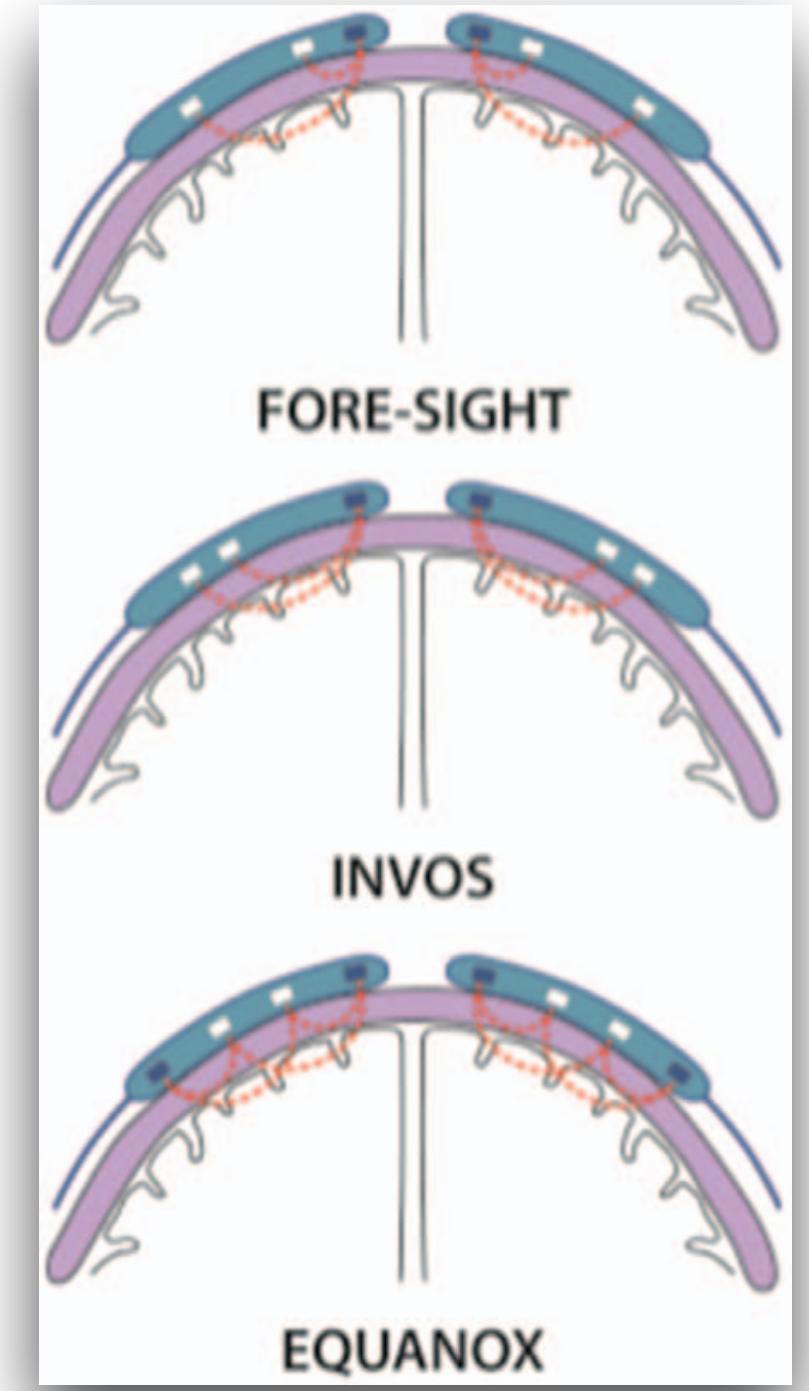
- benutztes Gerät: FORE-SIGHT
  - 84 jähriger Patient zur geplanten CEA links bei 80% Stenose
    - Allgemeinanästhesie (Propofol, Remifentanil)
    - vor Clamping rSO<sub>2</sub> rechts: 72%, links: 74%
    - 15 Sekunden nach Clamping ACE links
      - Abfall des rSO<sub>2</sub> links um 8% auf 66% (rechts von 72 auf 70%)
      - keine Veränderung im EEG
    - nach 1 Minute Clamping der ACI links
      - keine Veränderung in EEG und rSO<sub>2</sub>



**CAVE:** Nicht jede rSO<sub>2</sub>-Veränderung ist intracerebral bedingt!

# NIRS und CEA

- Wie wird das Problem gelöst?
  - räumliche Differenzierung durch mehrere Sensoren
    - Dadurch können die oberflächlichen Sättigungswerte herausgerechnet werden.
    - Dies ist nicht der Fall, wie der Versuch von Davie et al. zeigte.

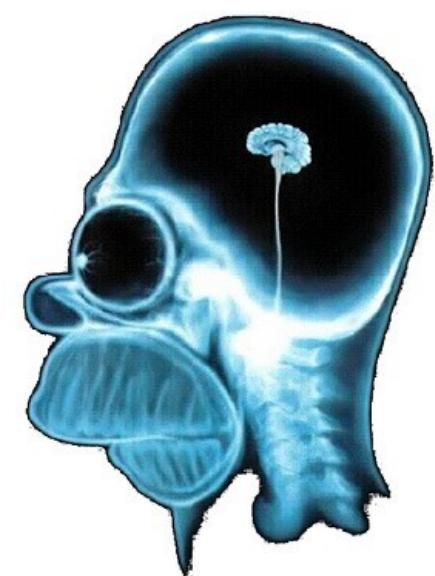


# NIRS und CEA

## Gummibandtest von Davie et al. und Eindringtiefe Licht

- Gummiband um die Stirne bei gesunden Probanden
  - Abfall des rSO<sub>2</sub> unter die Baseline
    - INVOS 5100C:  $16.6\% \pm 9.6\%$
    - FORE-SIGHT:  $11.8\% \pm 5.3\%$
    - EQUANOX:  $6.8\% \pm 6\%$
- Eindringtiefe Licht
  - 2.5cm!

Cave bei Dickschädeln und Hirnatrophie!



# NIRS, Grenzwerte und negativ/positiv prädiktive Werte für Hypoperfusion bei CEA

## ■ Regionalanästhesie

- Abfall von 15 bis 20% unter die Baseline

- Sensitivität: 84%

- Spezifität: 89%

## ■ Allgemeinanästhesie

- Abfall von 16% unter die Baseline

- PPV: 99%

- NPV: 76%

- Abfall von 10% unter die Baseline

- PPV: 98%

- NPV: 21%

NIRS sollte nicht dazu verwendet werden, um die Shuntindikation zu stellen, sondern um die Narkoseführung zu optimieren!

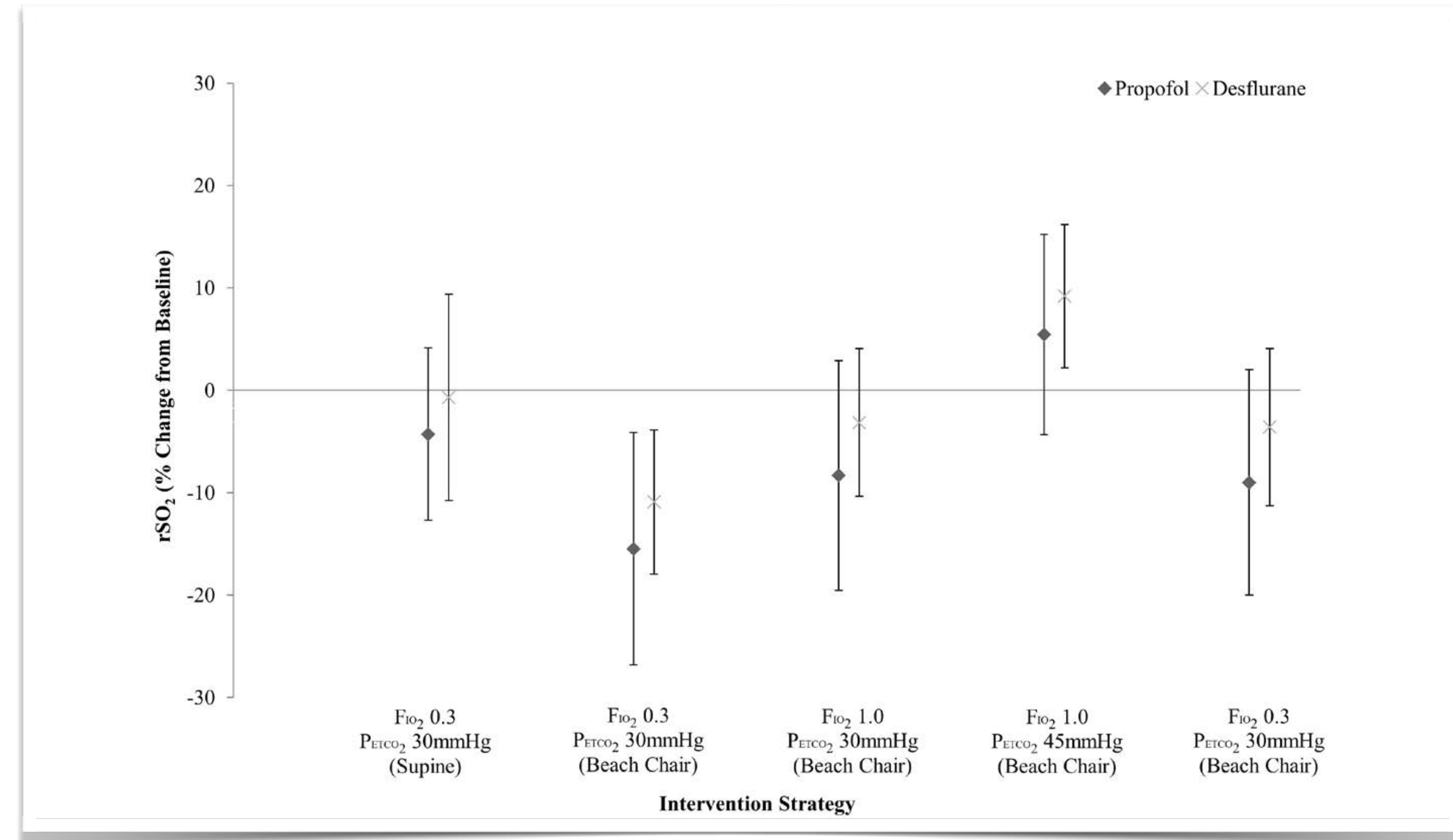
# Ventilationsstrategien und NIRS (Schulterchirurgie) Picton et al.

- randomisiert prospektiv
- 56 Patienten, ein Operateur
- ein Anästhesist
- Propofol- und Desflurangruppe
- alle Patienten mit ISB
- keine signifikanten Unterschiede der Patientencharakteristika in den zwei Armen

# Ventilationsstrategien und NIRS (Schulterchirurgie) Picton et al.

- Einfluss der Ventilationsstrategie ist signifikant
- $\text{FiO}_2$ 
  - 30% ( $\text{etCO}_2$  bei 4kPa):  $\text{rSO}_2 = 61\%$ , SD: 12
  - 100% ( $\text{etCO}_2$  bei 4kPa):  $\text{rSO}_2 = 66\%$ , SD: 12
- $\text{etCO}_2$ 
  - 4kPa ( $\text{FiO}_2$  bei 100%):  $\text{rSO}_2 = 66\%$ , SD: 12
  - 6kPa ( $\text{FiO}_2$  bei 100%):  $\text{rSO}_2 = 75\%$ , SD: 12

# Ventilationsstrategien und NIRS (Schulterchirurgie) Picton et al.



# Ventilationsstrategien und NIRS (Schulterchirurgie) Picton et al.

- Einfluss des Narkoseregimes ist **nicht signifikant**







# Situationsadaptiertes Vorgehen

**STANDARDISIERTE PROZESSE**

# Literatur

- Bilder: DuckDuckGo, Medtronic, Wikipedia
- Davie et al. Impact of extracranial contamination on regional cerebral oxygen saturation: a comparison of three cerebral oximetry technologies. Anesthesiology 2012; 116:834–40
- Lam et al. Monitoring for Carotid Endarterectomy: More or Less? Anesthesia-analgesia 2015; 120:1186-88
- Marc Licker Does it matter? Eur J Anaesthesiol 2016; 33:241–243
- Moerman et al. Cerebral oximetry: the standard monitor of the future? Curr Opin Anesthesiol 2015; 28:703–709
- NASCET: North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. N Engl J Med 1991; 325:445–53
- Naftalovich et al. Cerebral Oximetry Decrease After External Carotid Clamping with Normal Electroencephalography and No Change After Internal Carotid ClampingA&A Case Reports. 2015; 5:216–8.
- Pennekamp et al. Near-infrared Spectroscopy to indicate selective shunt use during carotid endarterectomy. Eur J Vasc Endovasc Surg 2013; 46:397-403
- Pernille et al. Local anaesthesia for carotid endarterectomy Pro: protect the brain. European Journal of Anaesthesiology 2016; 33:236–237
- Picton et al. Consequence of Ventilation Strategies and Anesthetic Techniques on Regional Cerebral Oximetry in the Beach Chair Position Anesthesiology 2015; 123:00-74
- Polterauer et al. Indikation, Technik und Ergebnisse der Behandlung von Karotisstenose-Patienten. Z Gefäßmed 2007; 4 (2): 4–9
- Radak et al. Practical use of near- infrared spectroscopy in carotid surgery. Angiology 2014; 65:769-772