

# Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

1 70

**DGAInfo**

Aus den Wiss. Arbeitskreisen  
Kardioanästhesie und Neuroanästhesie

## Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Eine gemeinsame Stellungnahme der:

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)  
Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft  
für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

Klini  
und I  
Chefa  
PD Dr

...ker, Curriculum Kardioanästhesie  
14.9.2019, Regensburg



[anaesthesie-bad-neustadt.de](http://anaesthesie-bad-neustadt.de)

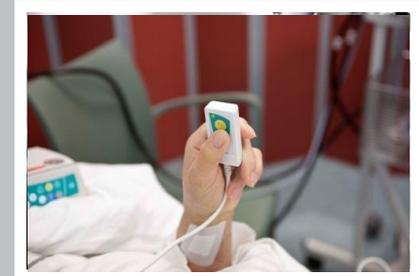


**RHÖN-KLINIKUM**  
**Campus Bad Neustadt**  
Medizinische Exzellenz aus Tradition

# Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

1. Zielsetzung
2. Verfahren
3. Stellenwert

Klinik für Anästhesie  
und Intensivmedizin  
Chefarzt:  
PD Dr M. Dinkel MBA



**M.Dinkel**, Curriculum Kardioanästhesie  
14.9.2019, Regensburg



[anaesthesie-bad-neustadt.de](http://anaesthesie-bad-neustadt.de)



**RHÖN-KLINIKUM**  
Campus Bad Neustadt  
Medizinische Exzellenz aus Tradition



## ■ Inadäquate Narkose

Awareness

0,1 -2 %

Delir, Letalität nach tiefer Narkose

1,2- 4 fach ↑

## ■ Ischämisches Defizit

Neurologisches Ausfälle

1,2-8,4 %

Kognitives Defizit

7-70%

Querschnittslähmung (Aortenop.)

0,2-38 %

Apoplex (Karotisop.)

1,7-6,6%

## ■ Fehleinschätzung zerebrale Prognose

unbegründete Therapieausweitung

? %

unberechtigte Therapieeinstellung

? %

ECST 1991, GALA 2008, IQTIG 2017, Kertai 2012, McKhann 2006, Rudolph 2010,





- **Anästhesiemonitoring**
  - Objektivierung des Hypnosezustandes
- **Ischämiemonitoring/-prävention**
  - Früherkennung zerebraler/spinaler Ischämie
  - Steuerung Hirnprotektion
- **Komaprognose**
  - Beurteilung zerebrale Prognose

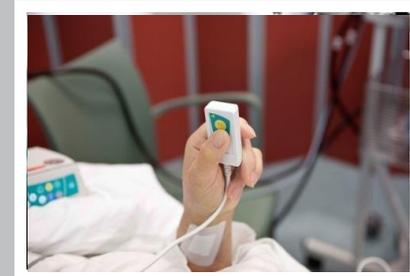
**... wenn klinische Zeichen nicht verfügbar  
oder unzuverlässig sind**



# Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

1. Zielsetzung
2. Verfahren
3. Stellenwert

Klinik für Anästhesie  
und Intensivmedizin  
Chefarzt:  
PD Dr M. Dinkel MBA



**M.Dinkel**, Curriculum Kardioanästhesie  
14.9.2019, Regensburg



[anaesthesie-bad-neustadt.de](http://anaesthesie-bad-neustadt.de)



**RHÖN-KLINIKUM**  
**Campus Bad Neustadt**  
Medizinische Exzellenz aus Tradition



## Einfache Anwendung

(bedside, ungestörte Pat-Versorgung,  
geringe Störanfälligkeit)

## Keine verfahrensbedingten Risiken

(nicht invasiv, keine Nebenwirkungen)

## Sichere Interpretation

(alle Altersgruppen, geringe Artefaktanfälligkeit,  
eindeutige Interventionsgrenzen)

## Hohe Sensitivität/Spezifität

(regional/global, wenig unspez. Einflüsse, kontinuierlich)

## Vertretbare Kosten-Nutzen Relation

**Es gibt kein ideales Verfahren**



## Hämodynamik



- CBF-Messung
- Laserdoppler-flowmetrie
- ICP-Messung
- **Transkranielle Dopplersonographie**

## Metabolismus



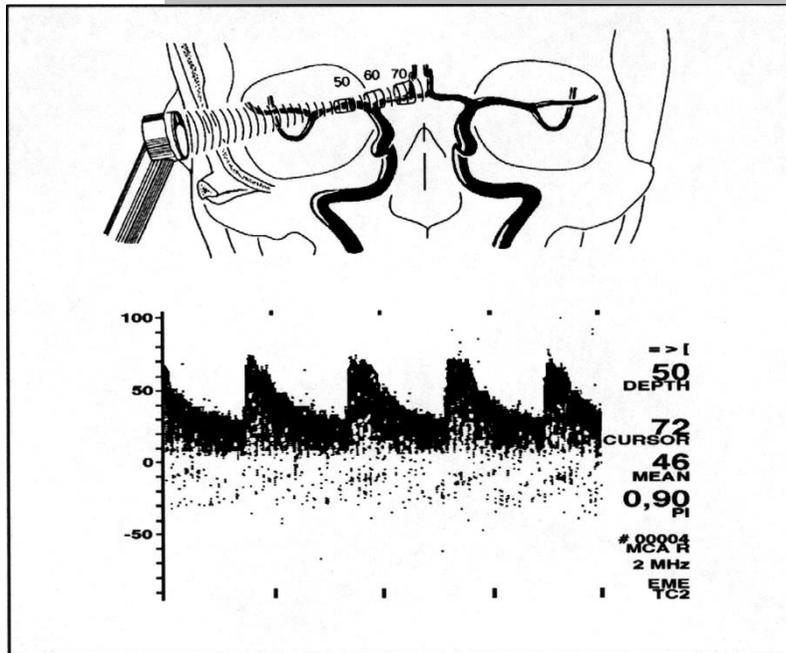
- PET/SPECT
- Mikrodialyse
- Gewebe -  $pO_2$
- Jugularvenöse Oximetrie
- **Transkranielle Oximetrie**

## Funktion

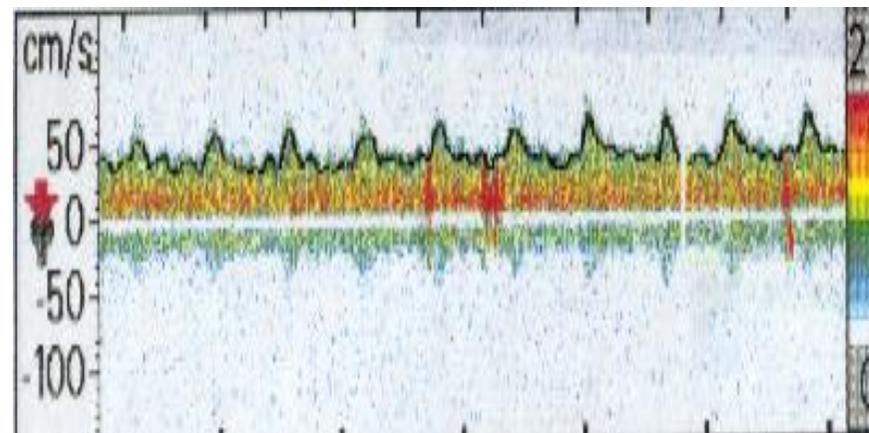
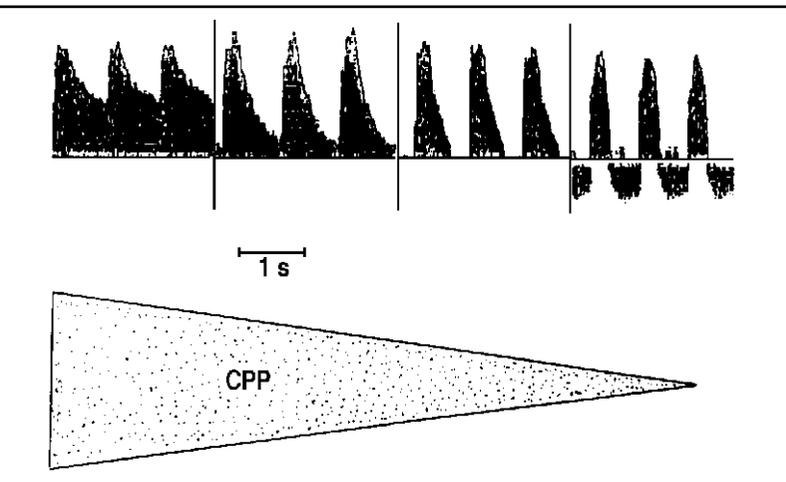


- Magnet-enzephalographie
- periph. Nerven (Myographie)
- **EEG**
- **Evozierte Potentiale**





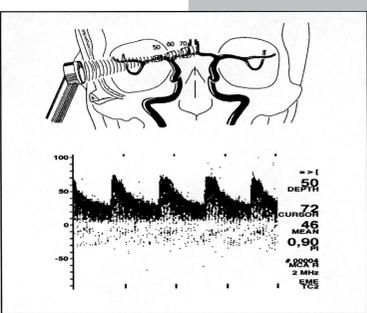
- Flußprofil und -richtung
- Zerebraler Zirkulationsstillstand
- Blutstromgeschwindigkeit
- CO<sub>2</sub>-Reaktivität
- Autoregulationsreserve
- Embolieerkennung



**Nicht invasiv, ubiquitär einsetzbar, beliebig wiederholbar**



# Neuromonitoring: TCD vs. SEP



**v-mean**

**Pathol. SSEP**

**MCA**

ja

nein

**v-mean**

**Pathol. SSEP**

**MCA**

ja

nein

0 cm/s

**n = 5**

n = 0

Kritisch

n = 11

n = 10

> 0 cm/s

**n = 0**

n = 97

Nicht kritisch

**n = 3**

n = 73

Dinkel et al.: VASA 23 (1994) 337

Thiel et al.: Anesthesiology 82 (1995) 655





## mit EKZ

## ohne EKZ

Kognitive Störung	90%	0%	p < 0,0001
HITS	395 (0-2217)	11 (0-50)	p < 0,0001

Diegeler 2000

## SKT path (n=18)

## SKT nicht path (n= 13)

HITS	814 (77- 4115)	552 ( 132-2716) n.s.
------	----------------	----------------------

Herzoperationen unter EKZ

Dinkel, Messner 2003

**Problematik:** punktuelle Messung, Differenzierung Embolietyp, Konsequenzen.....



# Karotischirurgie: TCD-Versagerrate



	Patienten	TCD Versager	
<b>Geschlecht</b>			
weiblich	n = 58	n = 30	(51,7%)***
männlich	n = 123	n = 29	(23,6%)
<b>Alter</b>			
< 70 Jahre	n = 87	n = 19	(21,8%)**
> 70 Jahre	n = 94	n = 40	(42,6%)
<b>Neurolog. Anamnese</b>			
asymptomatisch	n = 35	n = 13	(37,4%)
TIA	n = 102	n = 31	(30,4%)
Apoplex	n = 44	n = 15	(34,1%)
<b>Kontralaterale A.carotis</b>			
Stenose < 70%	n = 134	n = 45	(33,6%)
Stenose(> 70%	n = 44	n = 14	(31,8%)
<b>SEP-Befund</b>			
auslösbar	n = 162	n = 48	(29,6%)*
Verlust	n = 19	n = 11	(57,9%)
<b>Gesamt</b>	n = 181	n = 59	(32,6%)

\* p < 0,05  
\*\* p < 0,01  
\*\*\* p < 0,001





## DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen  
Kardioanästhesie und Neuroanästhesie

### Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Eine gemeinsame Stellungnahme der:

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

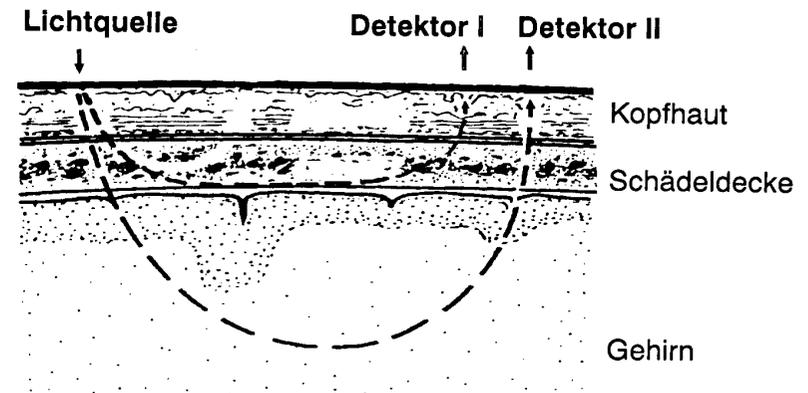
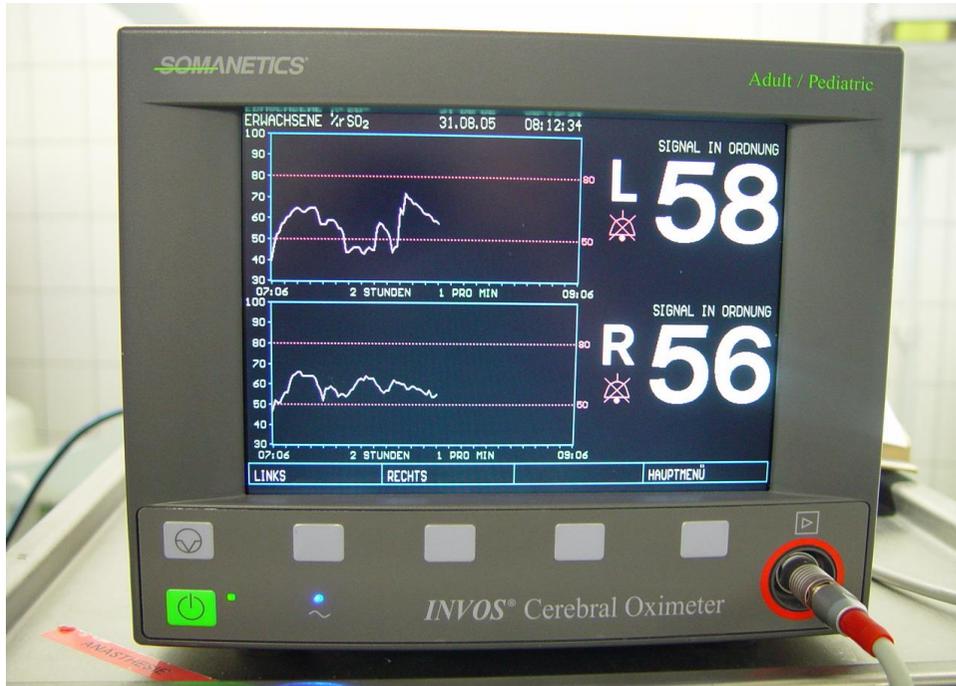
Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

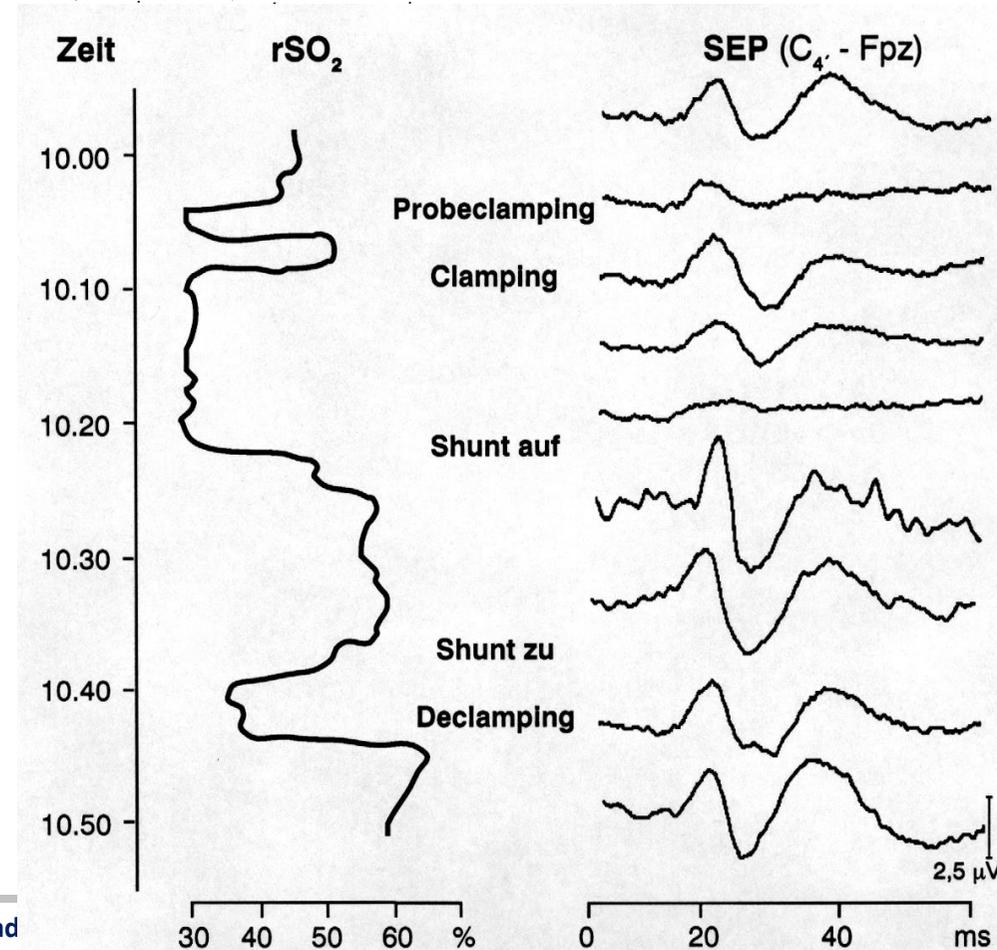
Die Wissenschaftlichen Arbeitskreise Kardioanästhesie und Neuroanästhesie der DGAI, die Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group der SGAR, sowie die DGTHG sprechen **keine Empfehlung** zum generellen Einsatz der transkraniellen Dopplersonografie in der Kardioanästhesie aus. Vielmehr bleibt die TCD speziellen Fragestellungen, wie zum Beispiel dem Nachweis von HITS im Rahmen von Forschungsprojekten, vorbehalten.



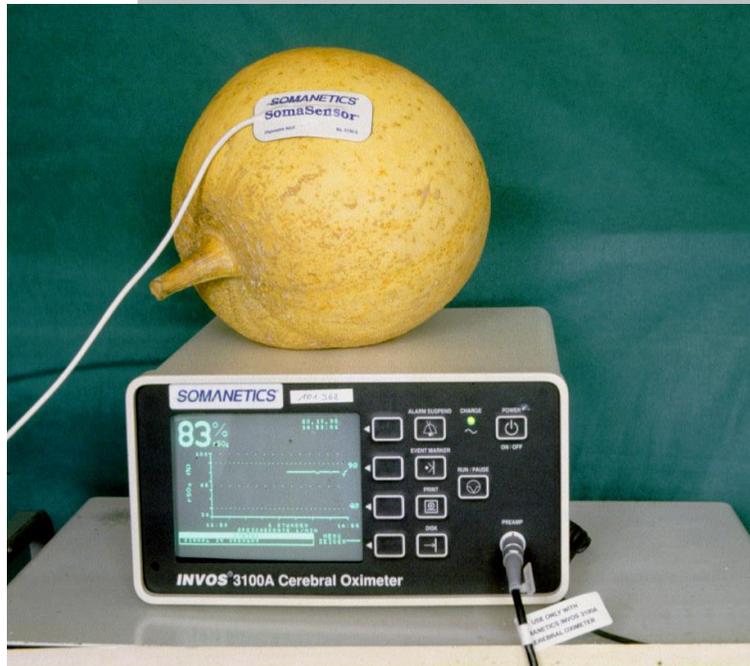
# Transkranielle Oximetrie



- Emission Nahinfrarotlicht
- Absorptionsmessung oxigeniertes./deoxigeniertes Hb
- Berechnung rSO<sub>2</sub> (60-70%)  
(75% venös, 20%arteriell, 5% kapillär)



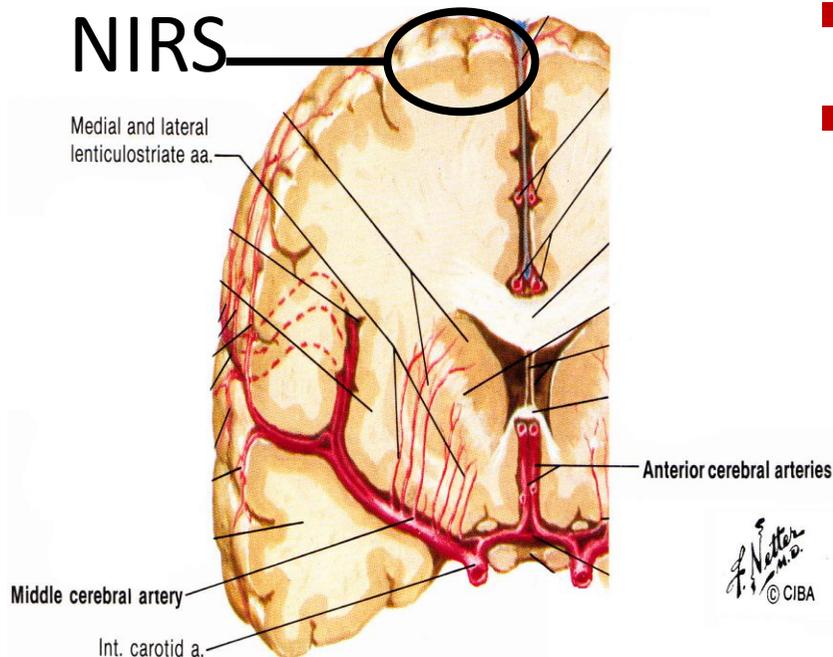
# NIRS: Limitationen



- rSO<sub>2</sub> Berechnung (keine Messung)
- Kein Hb -Absolutwert
- Unklare Eindringtiefe/Kontamination
- Heterogene Kompartimente
- Unspezifische Absorption/Reflexion
- regionales, punktuelles Verfahren  
(Region of Interest? **Ischämie trotz Normalwert**)
- Kaum PRCT
- Schwellenwert in Diskussion

(<50% absolut, Abnahme >25% relativ;  
tolerable Entsättigungsdauer?)

## NIRS



# NIRS: Karotischirurgie



## SSEP

Verlust  
(n=30)

auslösbar  
(n=287)

Parameter	Median min./max	Verlust (n=30)	auslösbar (n=287)
rSO <sub>2</sub> nach XC	Median min./max	56 % 12 - 74 %	61 % 30 - 87 %

ΔrSO <sub>2</sub>	Median min./max.	9,8 % 0 - 32 %	4,1 % -9 - 34 %
-------------------	---------------------	-------------------	--------------------

**Kein kritischer Ischämie-Schwellenwert definierbar**

Beese U, Dinkel M. Stroke 29(1998)2032



## DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen  
Kardioanästhesie und Neuroanästhesie

### Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Eine gemeinsame Stellungnahme der:

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

Bei Carotis-Thrombendartektomien wird die Ableitung von **somatosensiblen Potentialen (SSEP)** als Verfahren der ersten Wahl angeraten. Falls ein SSEP-Gerät nicht zur Verfügung steht, wird die Anwendung der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) als Verfahren der zweiten Wahl empfohlen, wobei keine allgemein akzeptierten Grenzwerte für eine Shunteinlage vorliegen.

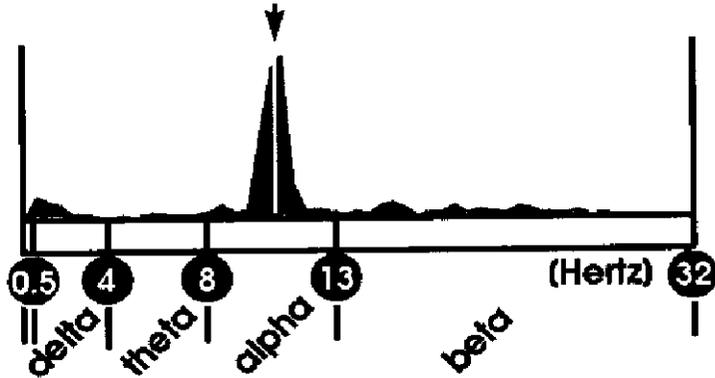


# EEG: Hypnosemonitoring

wach



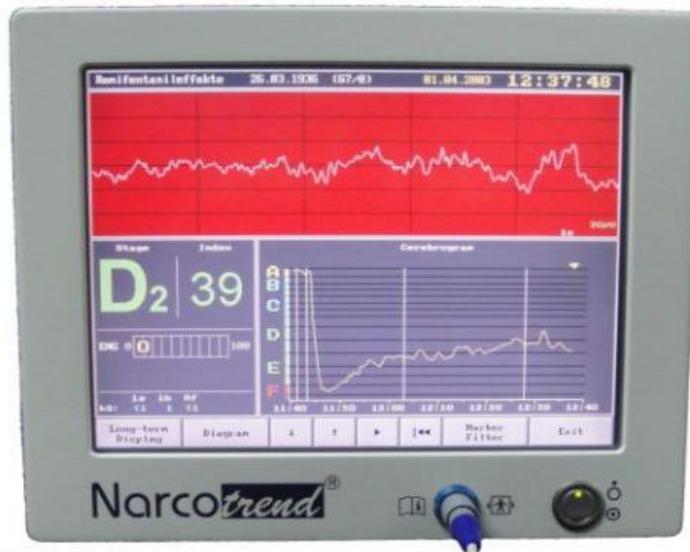
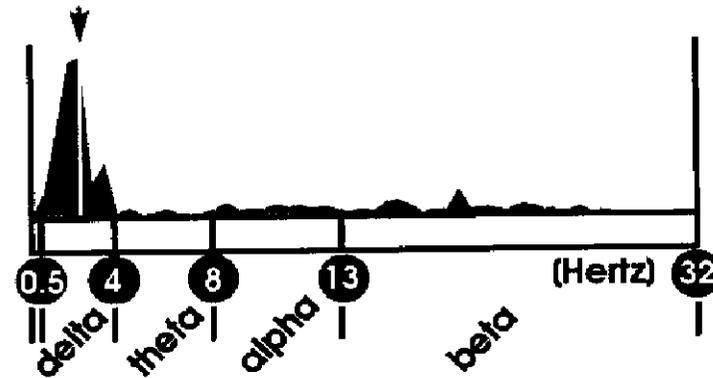
Median Frequenz = 10 Hz



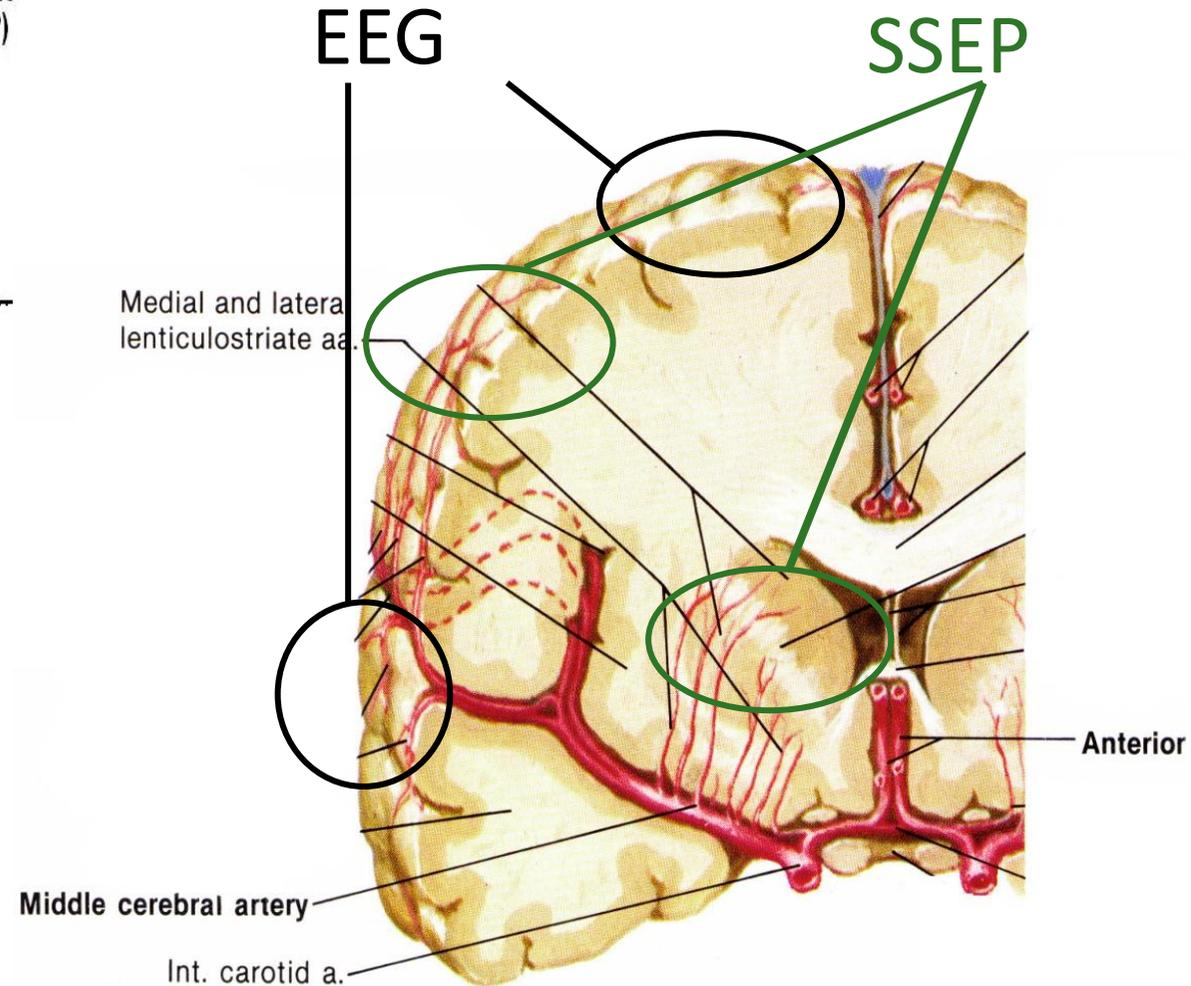
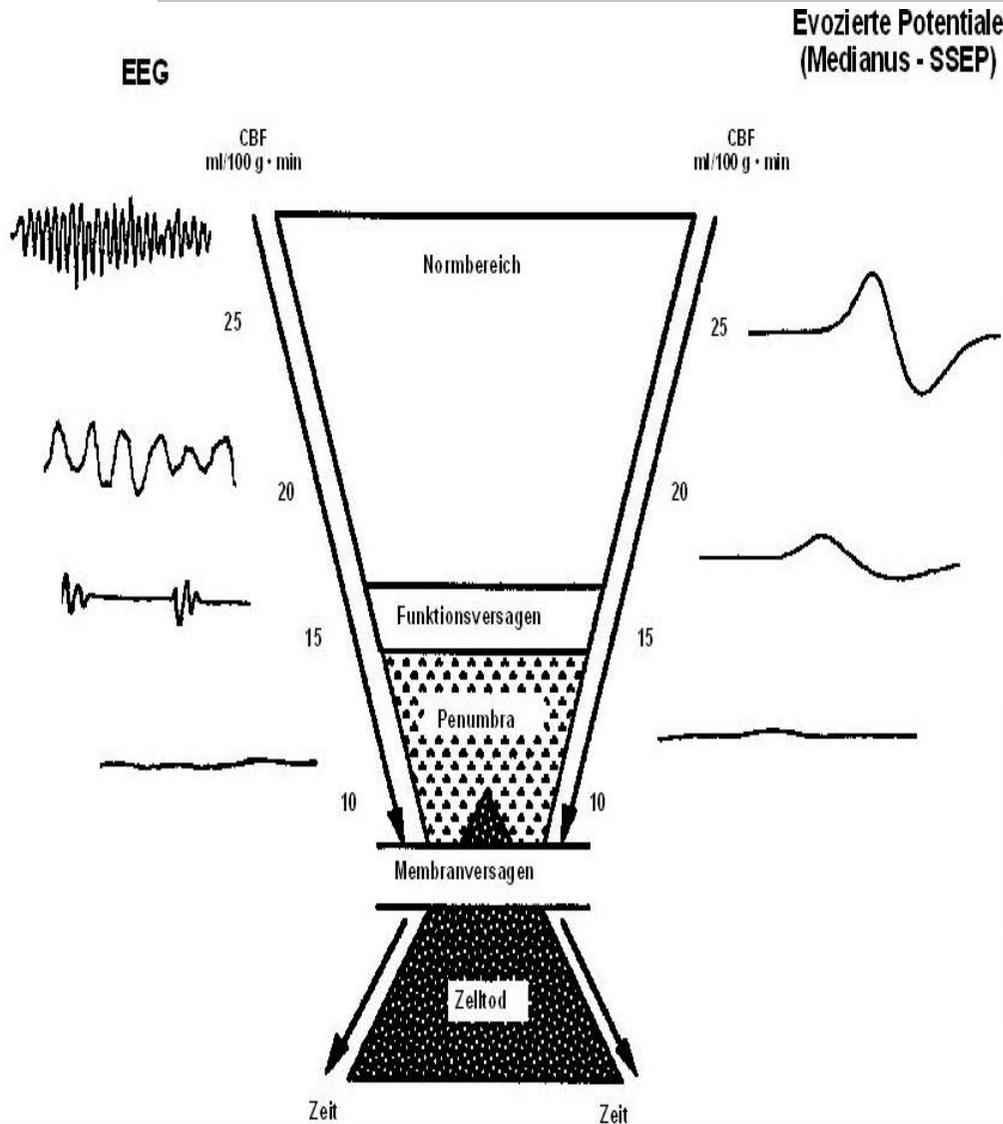
Schlafzustand



Median Frequenz = 2.5 Hz



# EEG und SEP: Ischämie monitoring



**Funktionschwelle**

**EEG:** Gesamtkortex

**SEP:** spezifische (vulnerable) Strukturen



# EEG und SEP: Einflüsse

Hypoglykämie

Hämodilution

Hypo-/Hyperkapnie

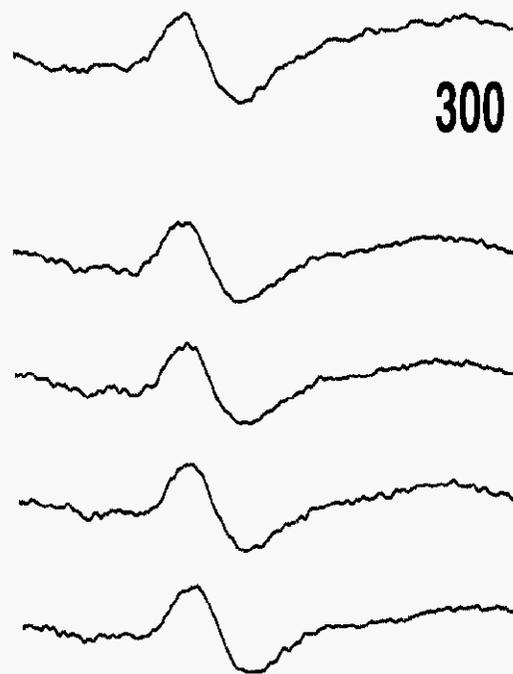
Hypothermie

Anästhetika

zerebrale Ischämie

Medianus-SSEP

SEP C<sub>3</sub>'-F<sub>pz</sub>



Nativ-EEG

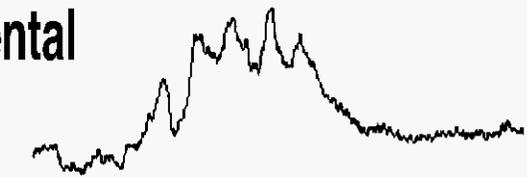
EEG C<sub>2</sub> - 0

wach



300 mg Thiopental

1 min



2 min



5 min



10 min



**SEP/MEP: Ischämiemonitoring**    **EEG: Anästhesiemonitoring,**  
**Steuerung Hirnprotektion**



## DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen  
Kardioanästhesie und Neuroanästhesie

### Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Eine gemeinsame Stellungnahme der:

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

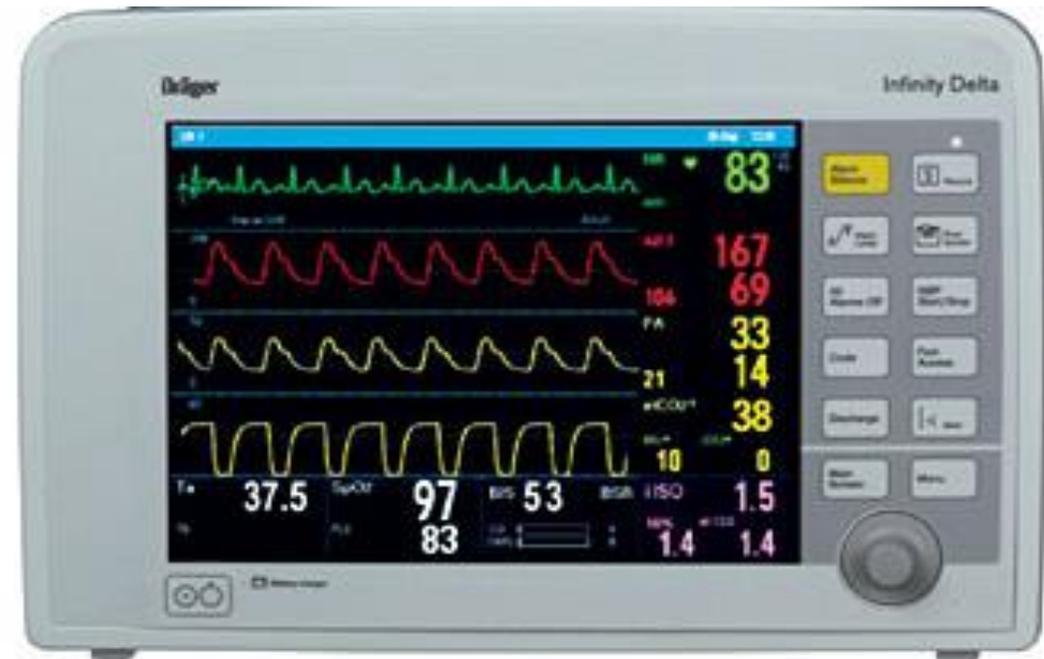
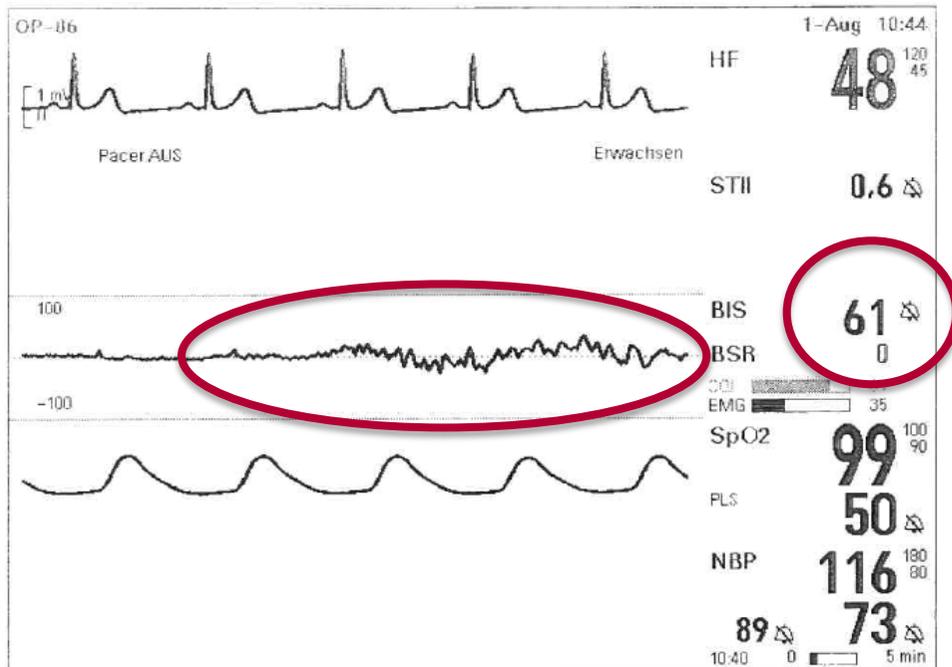
© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

Die Wissenschaftlichen Arbeitskreise Kardioanästhesie und Neuroanästhesie der DGAI, die Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group der SGAR, sowie die DGTHG empfehlen das **prozessierte EEG** bei totalintravenöser Anästhesie (TIVA), bei tiefem hypothermem Kreislaufstillstand und bei Risikopatienten für Awareness<sup>41-43</sup> anzuwenden (siehe Tabellen 5

**Steuerung optimale individuelle Hirnprotektion unter Hypothermie/Pharmaka**  
interindividuelle Unterschiede, schlechte Korrelation Plasmaspiegel/Wirkung



# EEG Monitoring: Fehlerquellen



**Rohsignal muß sichtbar sein**

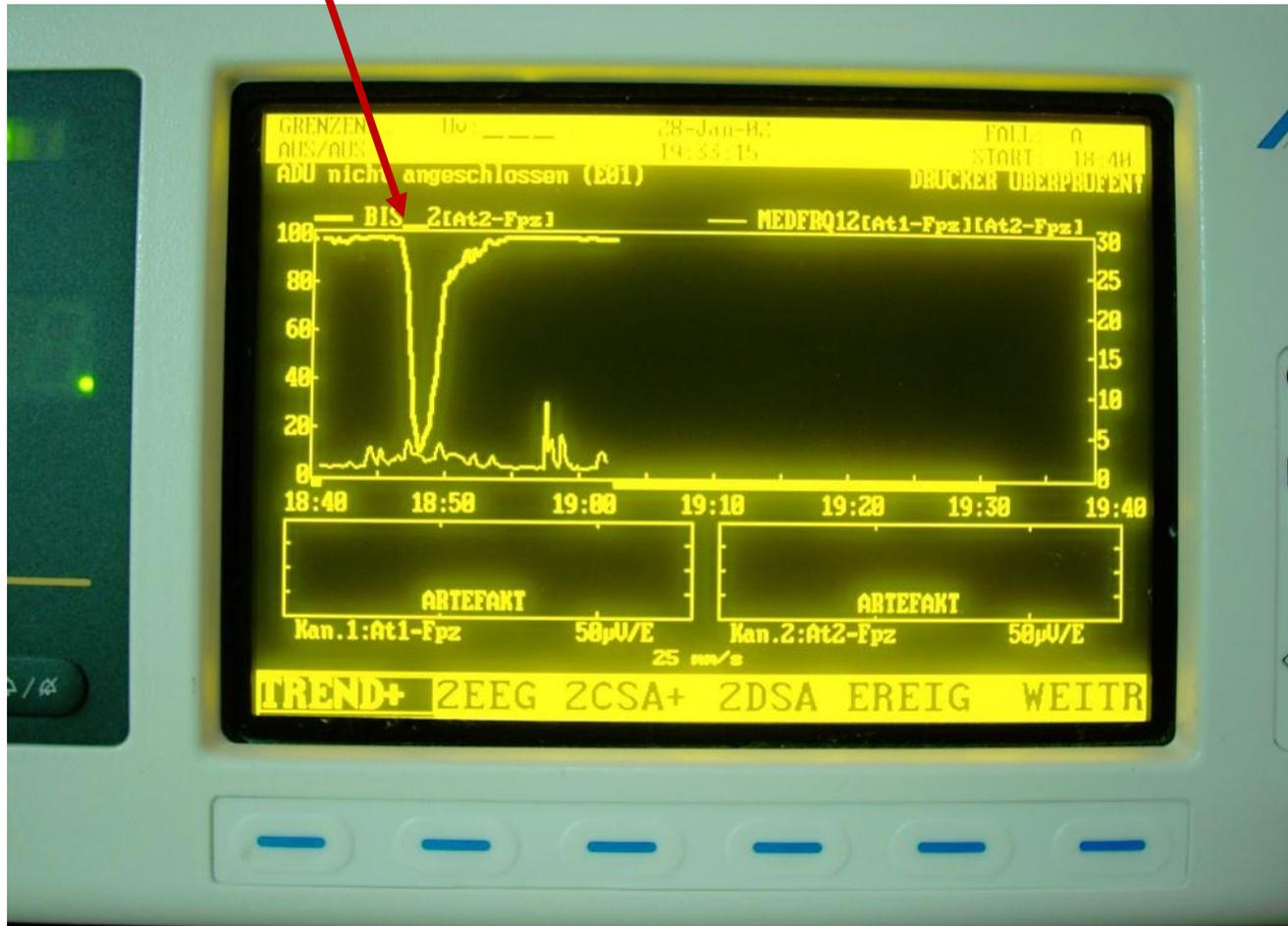
**Kenntnisse der Signalverarbeitung/Störeinflüsse/spezieller Muster notwendig!**



# Aspect A1000: Narkosemonitoring



100mg Succinylcholin



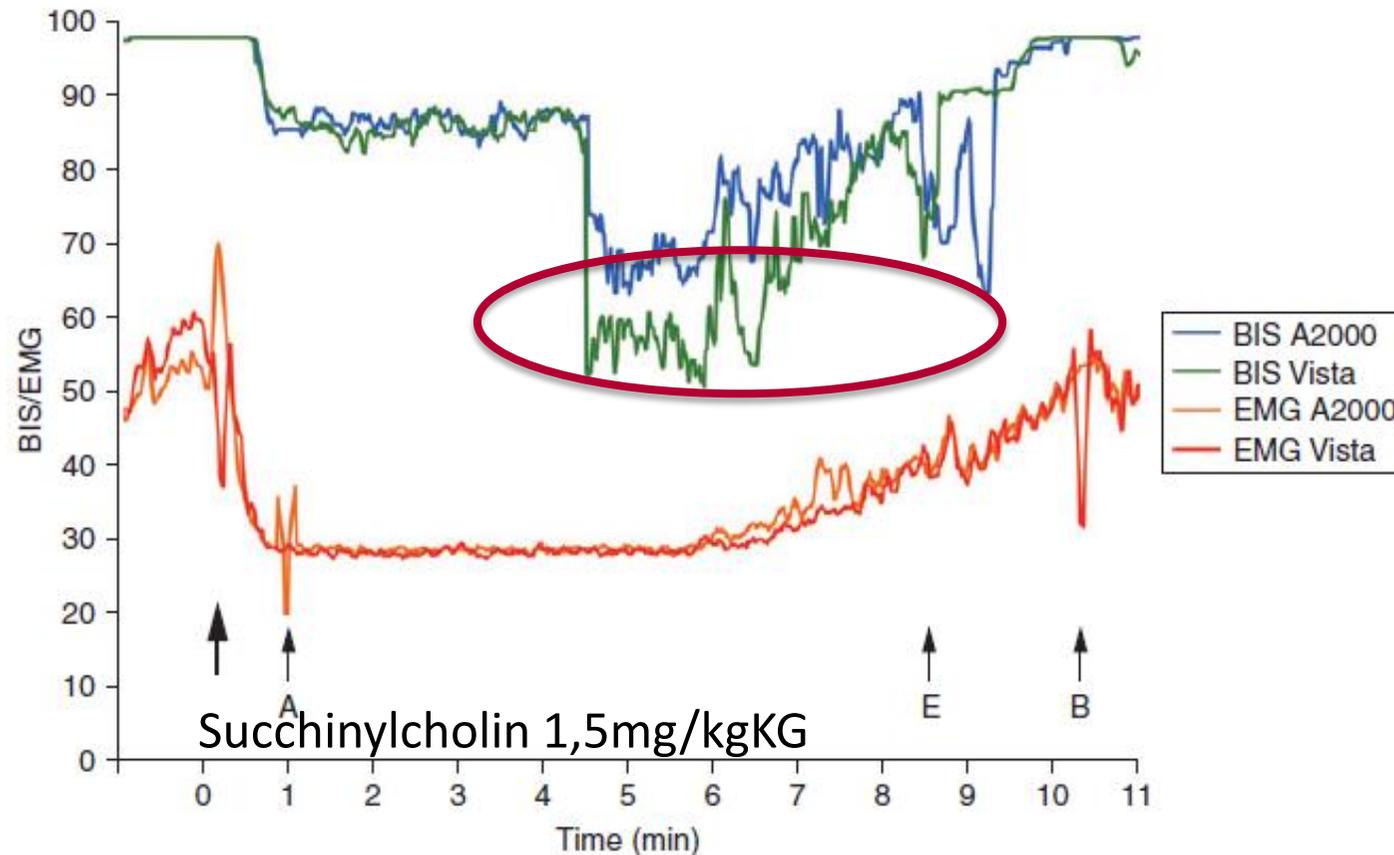
**Kenntnisse der Signalverarbeitung/Störeinflüsse notwendig!**  
**Interpretation im klinischen Kontext!**

*Messner, Dinkel et al Anest Analg 2003*



## Response of bispectral index to neuromuscular block in awake volunteers†

Department of Anaesthesia & Intensive Care, Cairns Hospital, PO Box 902, Cairns QLD 4870, Australia



### Außerdem:

Bis 4 min Latenz  
bis akutes  
Ereignis mit BIS  
realisiert

**Conclusions:** These results suggest that the BIS monitor requires muscle activity, in addition to an awake EEG, in order to generate values indicating that the subject is awake. Consequently, BIS may be an unreliable indicator of awareness in patients who have received neuromuscular blocking drugs.

*Schuller PJ et al BJA (2015) i95-103*



# Neuromonitoring: Praxis NES

- Basisqualifikation aller Anästhesieärzte/-pflegekräfte

wiederholte Fortbildung  
Anästhesiecurriculum (Standard)  
Praxisanleitung

## Vor Ort Information

Anästhesiecockpit (Infosystem)  
Schautafeln (Booklet)



- NM Qualität/Sicherheit

Verantwortlicher mit „Facharztstandard“  
Troubleshooter  
(DGAI Zusatzqualifikation)

- externe und interne Qualitätssicherung

standard. Protokoll  
Fallbesprechungen

**Neuro-Monitoring Anästhesie - Herz- und Gefäßklinik  
Bad Neustadt/Saale**

Datum: .....

**Eingriff:** Carotis-OP re  li   
Herzchir. OP  mit Carotis   
sonstige OP  .....  
postop. Monitoring  .....

**SEP** N. medianus re  li   
N. tibialis re  li   
Stromstärke .....mA

Patientenname/-kleber

**Impedanzen**

FPZ  
C3 ..... C4 .....  
HWK/E1 .....

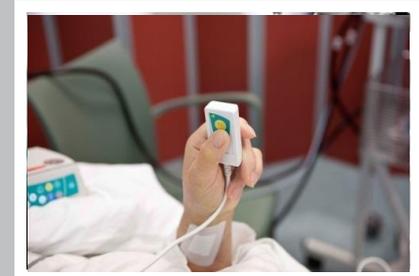
Zeit	Ampl. (µV)	Latenz (msec)	Bemerkungen (Shunt-Einlage; RR, Temp., Narkosetiefe, usw.)



# Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

1. Zielsetzung
2. Verfahren
3. Stellenwert

Klinik für Anästhesie  
und Intensivmedizin  
Chefarzt:  
PD Dr M. Dinkel MBA



**M.Dinkel**, Curriculum Kardioanästhesie  
14.9.2019, Regensburg



[anaesthesie-bad-neustadt.de](http://anaesthesie-bad-neustadt.de)



**RHÖN-KLINIKUM**  
Campus Bad Neustadt  
Medizinische Exzellenz aus Tradition

# Stellenwert Neuromonitoring

Luxus



oder



Notwendigkeit ?



# Neuromonitoring: **Luxus?**



## **SEITE 16**

### **»ICH WARTE NUR NOCH AUF DEN TOD«**

Seit einer Operation an der Halsschlagader ist Johann Wilfers rechte Körperseite gelähmt, weil der Arzt nicht für eine ausreichende Durchblutung des Gehirns sorgte. Für den Kunstfehler bekam Wilfer bisher keinen Pfennig

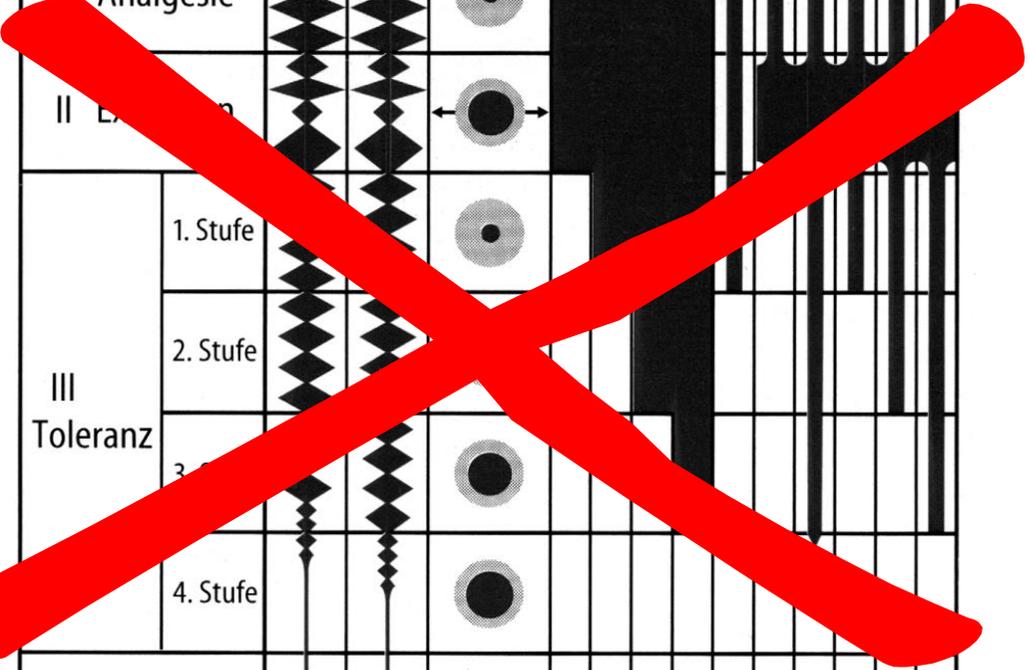
**Die Alternative heißt tatenlos zusehen**



# Anästhesiesteuerung: Problematik



Stadien	Atmung		Augen				Husten	Schlucken	Sekretion	Muskeltonus		
	Thorax	Zwerchfell	Pupillen	Reflexe						Skelett-M.	Abdominal-M.	Glatte M.
				Lid	Bindehaut	Hornhaut						
I Analgesie	▲▲▲▲	▲▲▲▲	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■
II Exzitation	▲▲▲▲	▲▲▲▲	●←	■	■	■	■	■	■	■	■	■
III Toleranz	1. Stufe	▲▲▲▲	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2. Stufe	▲▲▲▲	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	3. Stufe	▲▲▲▲	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	4. Stufe	▲▲▲▲	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■
IV Asphyxie			●	■	■	■	■	■	■	■	■	■



Stadien der Äthernarkosen. (Nach Guedel)

**Anästhesie ist,  
wenn ein Halbschlafender  
auf einen Halbwachen aufpasst**

Chirurgenweisheit

- keine Anästhesiedefinition
- Wirkmechanismus unklar
- Traditionelle (Güdel-) Zeichen nicht verfügbar /unzuverlässig
- hämodynamische Parameter bei Herz-Kreislauf-erkrankungen und entsprechender Medikation unzuverlässig



# Anästhesiemonitoring: Gefahren



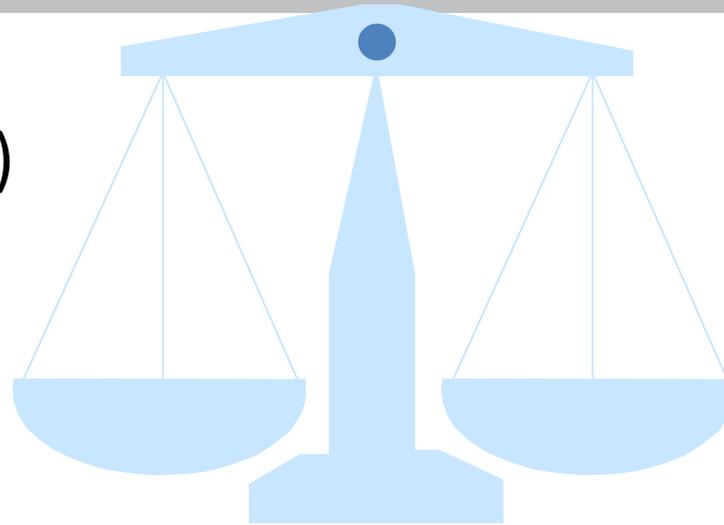
Klinik für Anästhesie  
und Intensivmedizin  
Bad Neustadt a. d. Saale  
Medizinische Exzellenz aus Tradition

Anaesthesie  
(Analgesie- Hypnose)



zu tief

Kreislaufinstabilität  
Protrah. Erwachen  
Narkoseüberhang  
Kosten↑ Outcome↓



Chirurgie  
(Schmerz-  
Weckreaktion)



zu flach

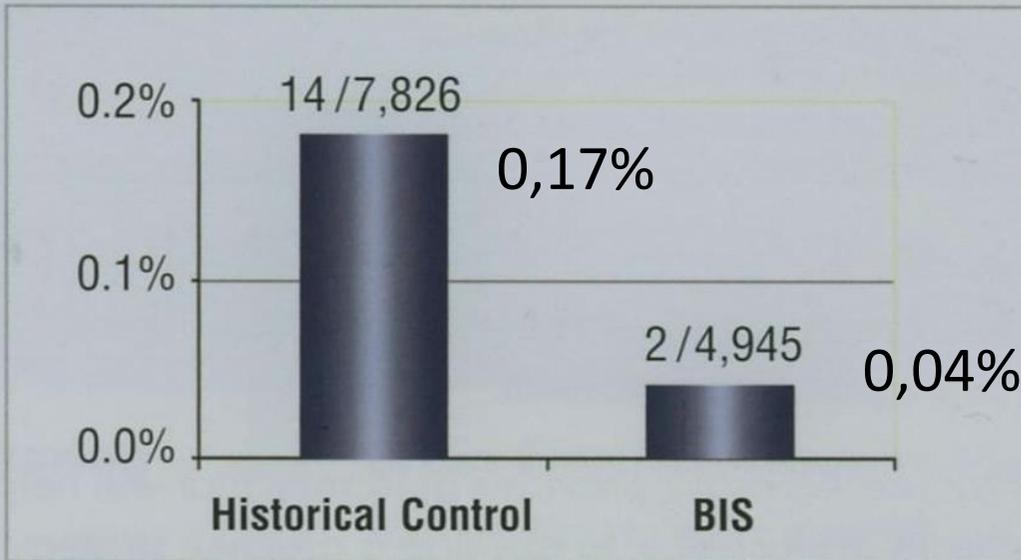
Kardialer Streß  
Awareness



# Anästhesiemonitoring: Awareness

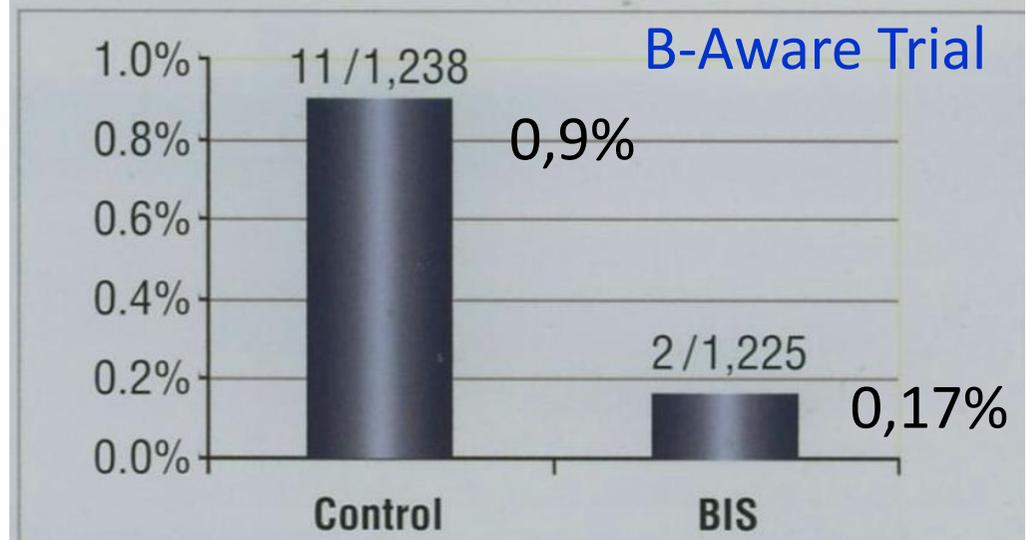


## Awareness in a general population

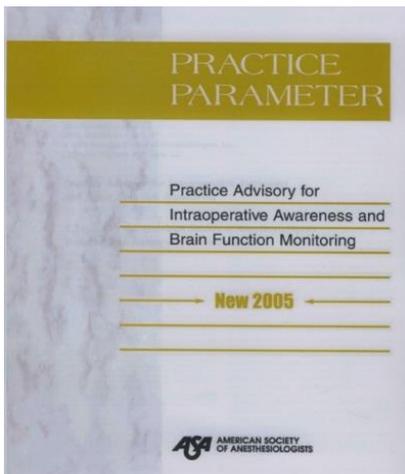


Ekman A, et al. *Acta Anaesth Scand.* 2004;48:20-26.

## Awareness in a high-risk population



Myles PS, et al. *Lancet.* 2004;363:1757-1763.



**Risiko**patienten,-eingriffe,-anästhesieverfahren identifizieren:

Aufklärung, Benzodiazepingabe, klin. Zeichen, konvent. Monitoring (et Vol), **Hirnfunktionsmonitoring**

**Management nie allein auf EEG gründen!**





## Anesthesia Awareness and the Bispectral Index

## B-Unaware Trial

Michael S. Avidan, M.B., B.Ch., Lini Zhang, M.D., Beth A. Burnside, B.A., Kevin J. Finkel, M.D., Adam C. Searleman, B.S., Jacqueline A. Selvidge, B.S., Leif Saager, M.D., Michelle S. Turner, B.S., Srikar Rao, B.A., Michael Bottros, M.D., Charles Hantler, M.D., Eric Jacobsohn, M.B., Ch.B., and Alex S. Evers, M.D.

**BIS 40-60**

(n=967)

**Awareness** n=2

(BIS >60 n=1, ETAG <0,7 MAC n=3)

**ETAG 0,7-1,3 MAC**

(n= 974)

n=2

**ETAG mean**  $0,81 \pm 0,25$

$0,82 \pm 0,23$  MAC

### CONCLUSIONS

We did not reproduce the results of previous studies that reported a lower incidence of anesthesia awareness with BIS monitoring, and the use of the BIS protocol was not associated with reduced administration of volatile anesthetic gases. Anesthesia awareness occurred even when BIS values and ETAG concentrations were within the target ranges. Our findings do not support routine BIS monitoring as part of standard practice. (ClinicalTrials.gov number, NCT00281489.)

Avidan et al.. NEJM 358(2008)1097

**Häufig substantielle Protokollverstöße 55% BIS >60, 74% ETAG <0,7 MAC**





## Prevention of Intraoperative Awareness with Explicit Recall in an Unselected Surgical Population: A Randomized Comparative Effectiveness Trial

Michigan Awareness Control Study

**BIS <60**

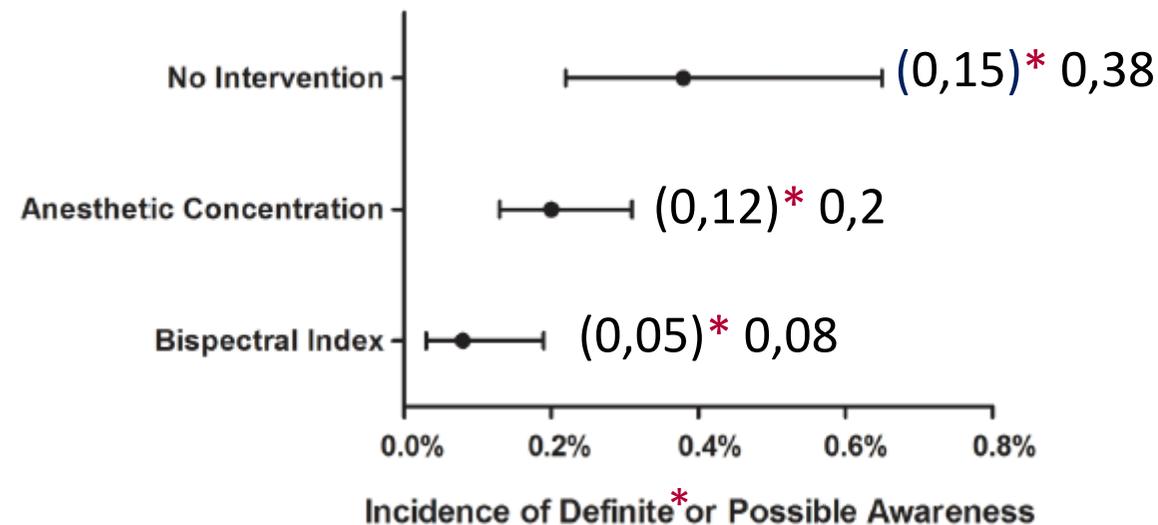
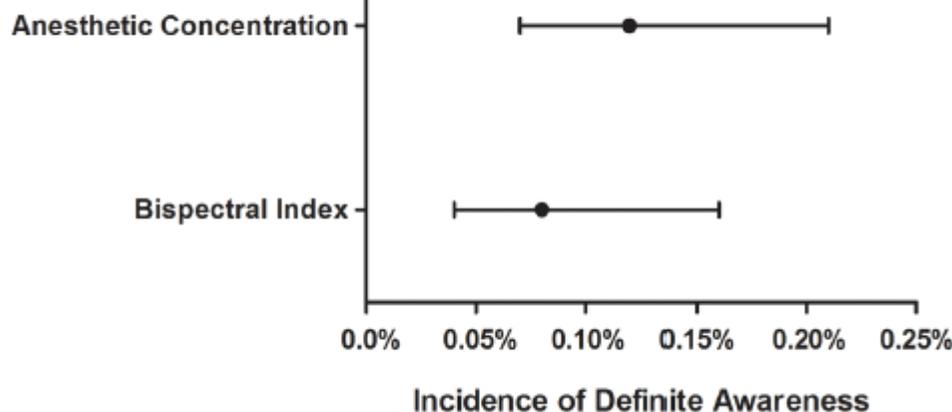
**ETAG >0,5 MAC**

Awareness 0,08% (8/9460) 0,12% (11/9376)

**klinische Narkoseführung**

36% kein EEG (3384/9460 BIS Gruppe)

PONV 7% 8%  
Ende AWR 95min 98min



**Conclusion**—This negative trial could not detect a difference in the incidence of definite awareness or recovery variables between monitoring protocols based on either BIS values or anesthetic concentration. By *post hoc* analysis, a protocol based on BIS monitoring reduced the incidence of definite or possible intraoperative awareness compared to routine care. **(4,7fach)**



# Anästhesiemonitoring: Gefahren



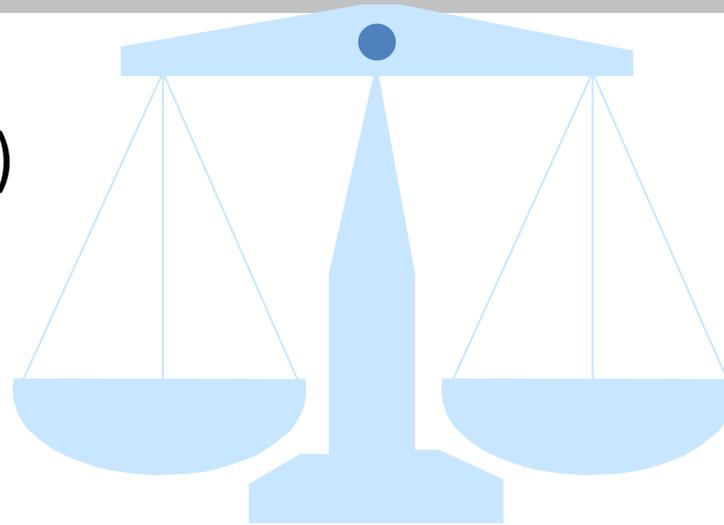
Klinik für Anästhesie  
und Intensivmedizin  
Bad Neustadt a. d. Saale  
Medizinische Exzellenz aus Tradition

Anaesthesie  
(Analgesie- Hypnose)



zu tief

Kreislaufinstabilität  
Protrah. Erwachen  
Narkoseüberhang  
Kosten↑ Outcome↓



Chirurgie  
(Schmerz-  
Weckreaktion)



zu flach

Kardialer Streß  
Awareness





## BIS-guided Anesthesia Decreases Postoperative Delirium and Cognitive Decline

Chan et al.. J Neurosurg Anesthesiol 25(2013)33

TABLE 4. Postoperative Cognitive Outcomes

	BIS Group	Routine Care Group	Odds Ratio (95% CI)	<i>P</i>
Cognitive failure questionnaire at 3 mo after surgery No./total no. (%)	29/412 (7.0%)	31/423 (7.3%)	0.95 (0.41-1.98)	0.14
Delirium No./total no. (%)	70/450 (15.6%)	109/452 (24.1%)	0.58 (0.41-0.80)	0.01
Postoperative cognitive dysfunction 1 wk after surgery No./total no. (%)	83/382 (21.7%)	93/401 (23.1%)	0.92 (0.66-1.29)	0.06
3 mo after surgery No./total no. (%)	42/412 (10.2%)	62/423 (14.7%)	0.62 (0.39-0.97)	0.02
BIS indicates bispectral index.	53(48-57)	36(31-49)		

921 nicht kardiochirurg. Eingriffe, Pat.Alter >60 J

**BIS Gruppe:** 21% Propofol↓, 30% Volatile↓





## Intraoperative burst suppression is associated with postoperative delirium following cardiac surgery: a prospective, observational study

Martin Soehle<sup>1\*†</sup>, Alexander Dittmann<sup>2†</sup>, Richard K Ellerkmann<sup>1</sup>, Georg Baumgarten<sup>1</sup>, Christian Putensen<sup>1</sup> and Ulf Guenther<sup>1</sup>

### 81 kardiologisch. Eingriffe, Delirerkennung CAM- ICU

**Results:** POD was detected in 26 patients (32%). A trend towards a lower ASYM was observed in the delirium group as compared to the non-delirium group on the preoperative day (ASYM =  $48.2 \pm 3.6\%$  versus  $50.0 \pm 4.7\%$ , mean  $\pm$  sd,  $p = 0.087$ ) as well as before induction of anaesthesia, with oral midazolam anxiolysis (median ASYM = 49.5%, IQR [47.4;51.5] versus 50.6%, IQR [49.1;54.2],  $p = 0.081$ ). Delirious patients remained significantly ( $p = 0.018$ ) longer in a burst suppression state intraoperatively (107 minutes, IQR [47;170] versus 44 minutes, IQR [11;120]) than non-delirious patients. Receiver operating analysis revealed burst suppression duration (area under the curve = 0.73,  $p = 0.001$ ) and BSR (AUC = 0.68,  $p = 0.009$ ) as predictors of POD.

**Conclusions:** Intraoperative assessment of BSR may identify patients at risk of POD and should be investigated in further studies. So far it remains unknown whether there is a causal relationship or rather an association between intraoperative burst suppression and the development of POD.

Soehle et al. BMC Anesthesiology15(2015)61



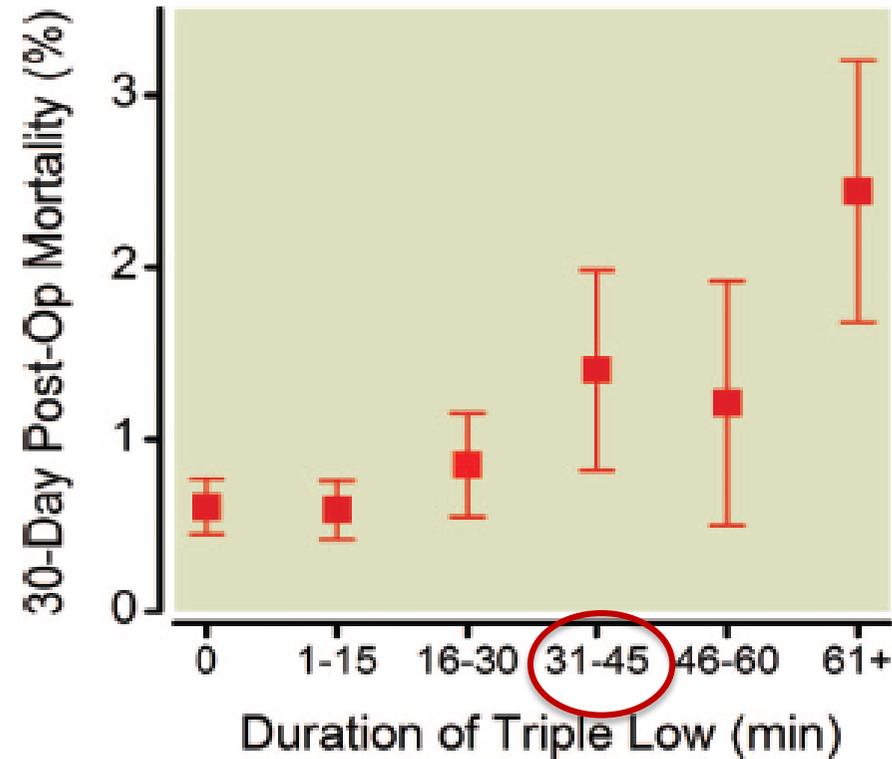
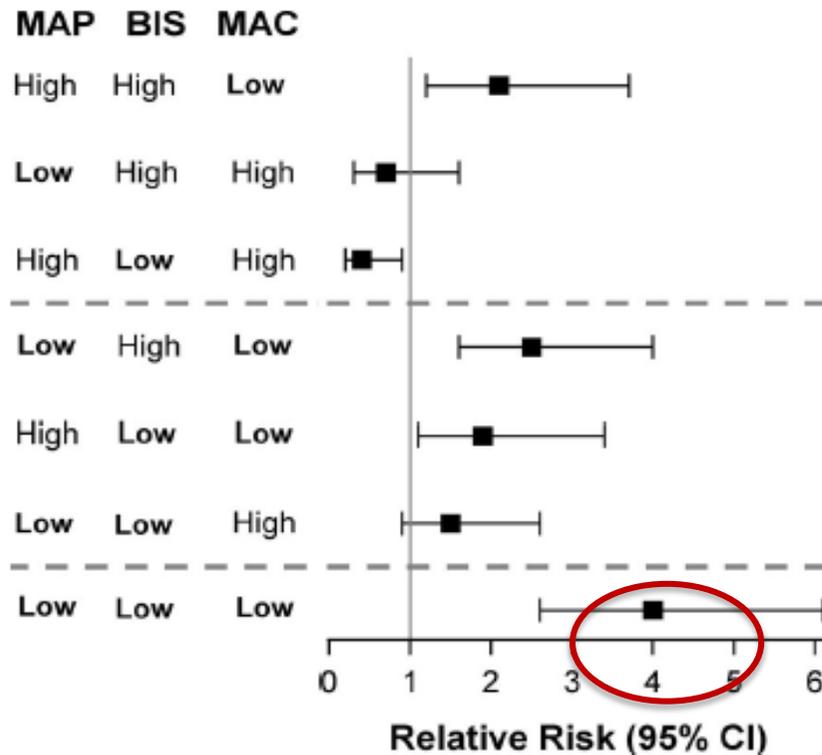
# Anästhesiemonitoring: Outcome



## Hospital Stay and Mortality Are Increased in Patients Having a “Triple Low” of Low Blood Pressure, Low Bispectral Index, and Low Minimum Alveolar Concentration of Volatile Anesthesia

Sessler et al.. Anesthesiology 116(2012)1195

MAP <75mmHg, BIS <45, MAC <0,8



24 120 nicht kardiochirurg. Eingriffe in Inhalationsanästhesie, Pat.Alter >16 J





## Triple-low Alerts Do Not Reduce Mortality

### A Real-time Randomized Trial

**Methods:** Adults having noncardiac surgery with volatile anesthesia and Bispectral Index monitoring were electronically screened for triple-low events. Patients having triple-low events were randomized in real time, with clinicians either receiving an alert, “consider hemodynamic support,” or not. Patients were blinded to treatment. Helpful responses to triple-low events were defined by administration of a vasopressor within 5 min or a 20% reduction in end-tidal volatile anesthetic concentration within 15 min.

**Results:** Of the qualifying patients, 7,569 of 36,670 (20%) had triple-low events and were randomized. All 7,569 were included in the primary analysis. Ninety-day mortality was 8.3% in the alert group and 7.3% in the nonalert group. The hazard ratio (95% CI) for alert *versus* nonalert was 1.14 (0.96, 1.35);  $P = 0.12$ , crossing a prespecified futility boundary. Clinical responses were helpful in about half the patients in each group, with 51% of alert patients and 47% of nonalert patients receiving vasopressors or having anesthetics lowered after start of triple low ( $P < 0.001$ ). There was no relationship between the response to triple-low events and adjusted 90-day mortality.

**Conclusions:** Real-time alerts to triple-low events did not lead to a reduction in 90-day mortality, and there were fewer responses to alerts than expected. However, similar mortality with and without responses suggests that there is no strong relationship between responses to triple-low events and mortality.

Sessler DI et al. *Anesthesiology* 130(2019)72



EDITORIAL

## Anesthetic Depth Is Not (Yet) a Predictor of Mortality!

Neal H. Cohen, MD, MPH, MS

UCSF School of Medicine, University of California San Francisco, 512 Parnassus, San Francisco, California

Anesth Analg 100(2005)1

### “Triple Low”

*Murderer, Mediator, or Mirror*

Tiefe Anästhesie **Ursache** für schlechtes Outcome ?

Niedriger BIS (Triple low) **Indikator** einer besonderen Vulnerabilität ?

**Komplexe Beziehung**

**Rationale Narkoseführung**

Vermeidung sehr niedriger, katecholaminpflichtiger Narkosestadien



*“Although patients with triple low had increased mortality, ... whether preventing a triple low would change outcomes or even be feasible [is uncertain].”*

Kheterpal, Avidan Anesthesiology 116(2012)1176





## DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen  
Kardioanästhesie und Neuroanästhesie

### Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Eine gemeinsame Stellungnahme der:

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

Die Wissenschaftlichen Arbeitskreise Kardioanästhesie und Neuroanästhesie der DGAI, die Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group der SGAR, sowie die DGTHG empfehlen das **prozessierte EEG** bei totalintravenöser Anästhesie (TIVA), bei tiefem hypothermem Kreislaufstillstand und bei Risikopatienten für Awareness<sup>41-43</sup> anzuwenden (siehe **Tabellen 5 und 7**). Zu diesen Risikopatienten gehören solche mit einer Ejektionsfraktion (EF) < 30%, einem Cardiac Index < 2,1 l/min/m<sup>2</sup>, einer hochgradigen Aortenklappenstenose, einer pulmonalen Hypertension, off-pump ACB, Operationen am offenen Herzen oder Zustand nach Awareness.

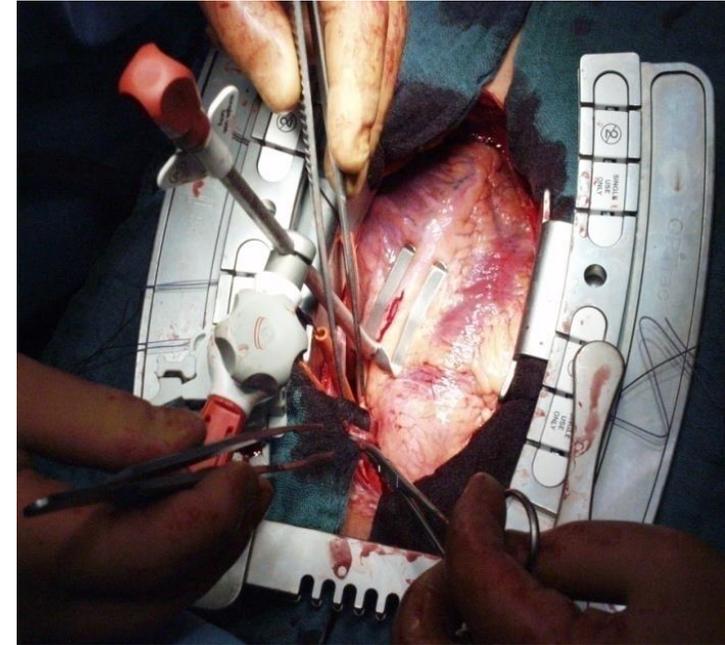
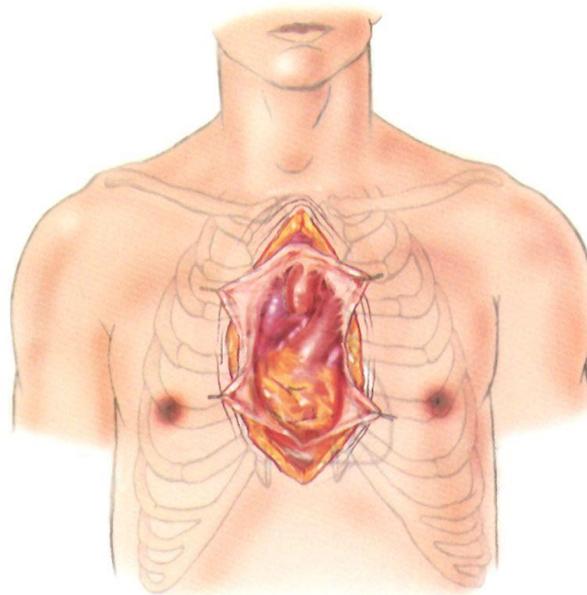
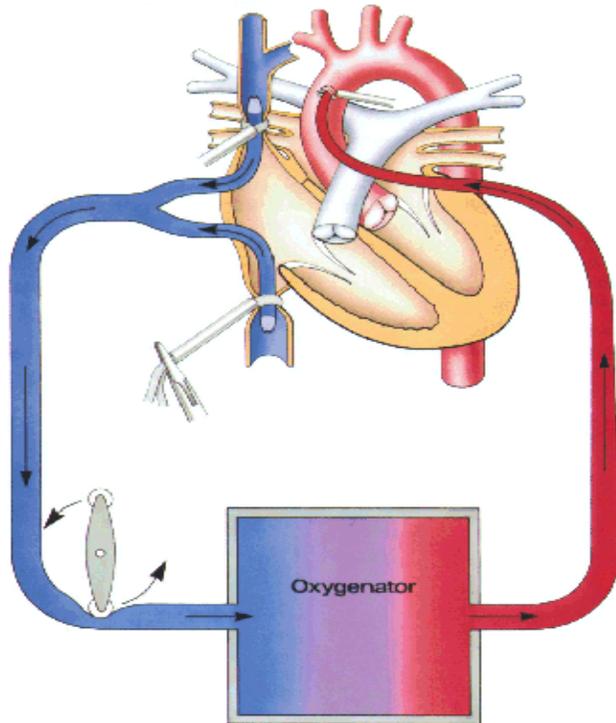
**EEG zur Delirvermeidung**



Cochrane  
Library



National Institute for  
Health and Clinical Excellence



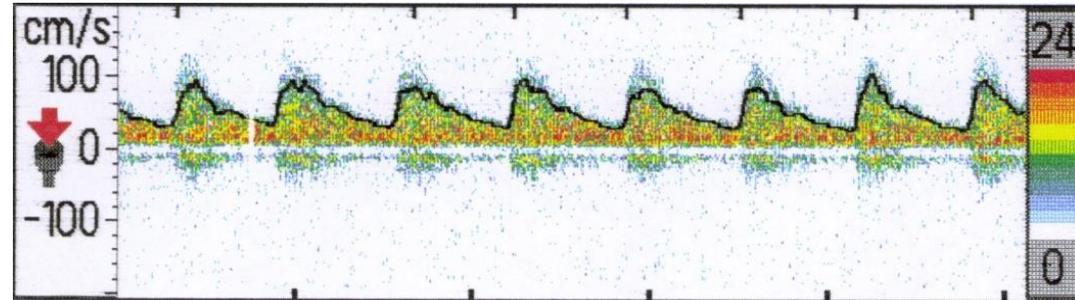
- Hohe Rate (neuro)-kognitiver Defizite
- Viele potentielle Ursachen



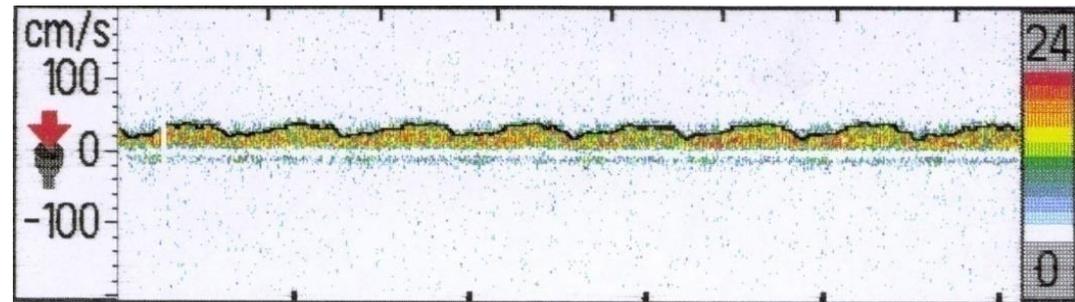
# Kardiochirurgie: ZNS-Monitoring



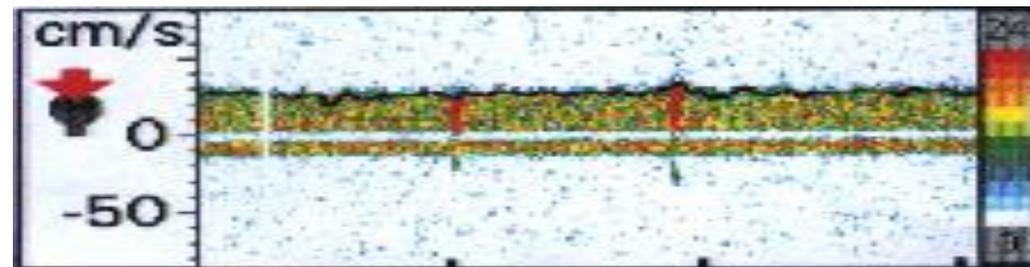
75 Jahre,  
LIMA-LAD, Karotisverschluß bds.



Myokardluxation



EKZ-Beginn



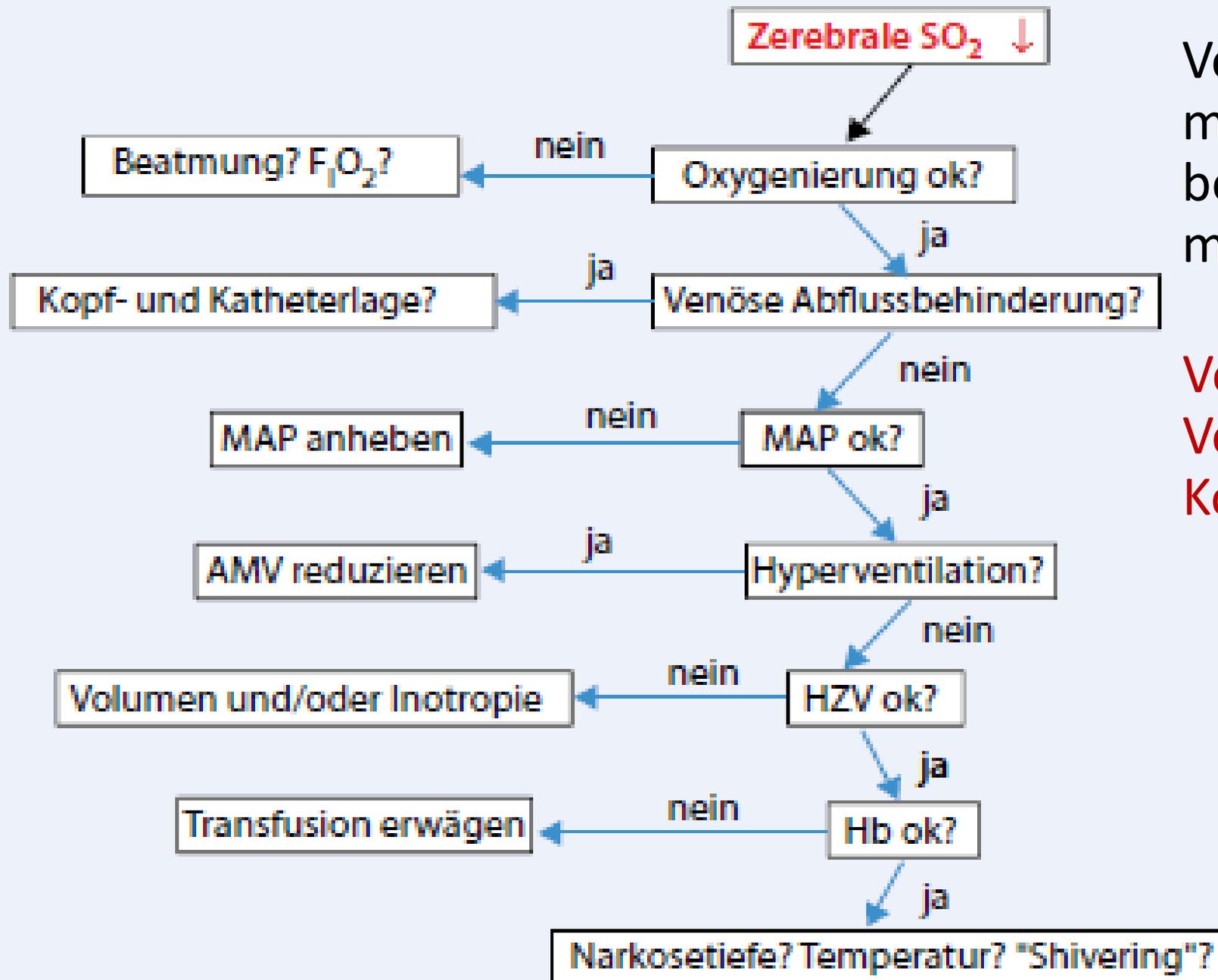
# EEG ↓: Differentialdiagnostik

	Temp	RR	TCD	rSO <sub>2</sub>	Ursache	Maßnahme
ganze Op	–	– (↓)	– (↓)	↑	CMRO <sub>2</sub> ↓	Narkose abflachen
Kanülierung	–	–	↓	↓	Malposition	Korrektur
EKZ-Beginn	– (↓)	–	–	↓	Hämodilution	Ery-Gabe?
EKZ	–	–	Emboli	↓	Embolisation	Emb.quelle?
EKZ	↓	–	–	↑	CMRO <sub>2</sub> ↓	T-Kontrolle
EKZ-Ende	↑	–	–	↓	CMRO <sub>2</sub> ↑	Relaxierung

332 koron. Bypassoperationen, retrospektive Kontrollgruppe, Edmonds HL 2005  
59% path Befunde 57% Korrektur 3% Neurodefizit (6,1% erwartet)



# HCH: rSO<sub>2</sub>-Algorithmus



Vermeidung  
minderperfusions-  
bedingter Defizite  
möglich

Vor Ort  
Verfügbarkeit und  
Kontrolle

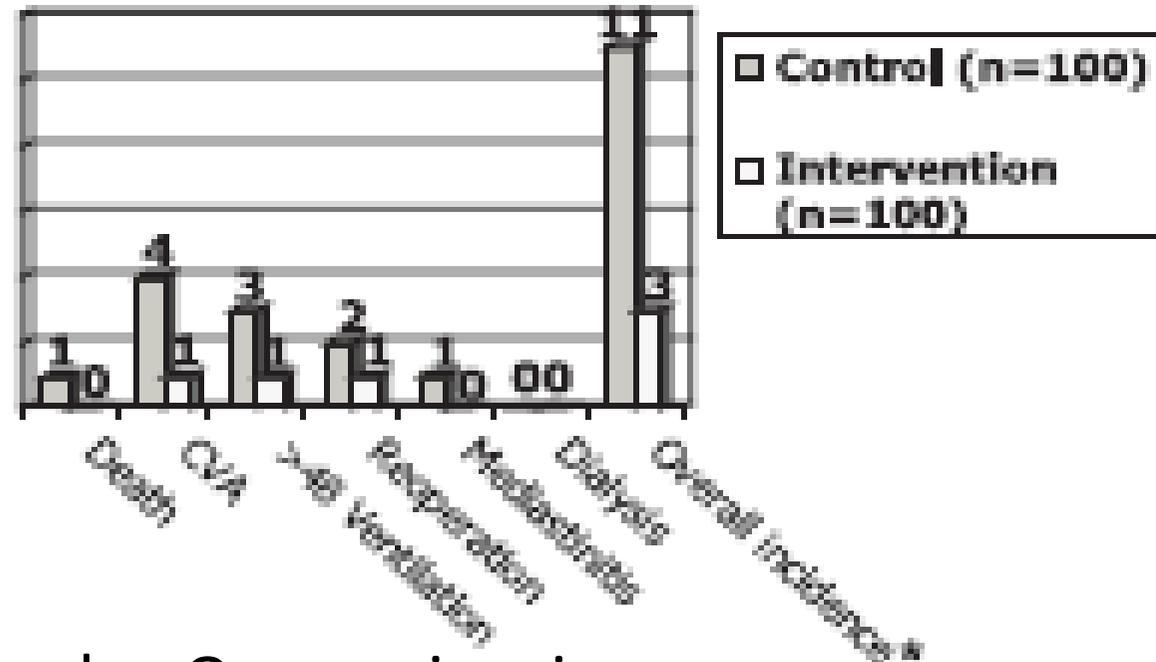
Denault et al 2007

# Kardiochirurgie: NIRS

## Monitoring Brain Oxygen Saturation During Coronary Bypass Surgery: A Randomized, Prospective Study

200 Pat, kor. Bypassop, random Intervention bei  $rSO_2 < 75\%$  Ausgangswert

Intervention	No. of patients	% Efficacy
Raise pump flow	39	67
Raise MAF	42	62
Normalize $Paco_2$	34	50
Deepen anesthesia	27	48
Increase $Fio_2$	28	43
Pulsatile perfusion	6	17



- $rSO_2$  als Indikator einer ausreichenden Organoxigenierung
- differenzierte Maßnahmen bei kritischem Grenzwert als rationales Konzept zur Outcomeverbesserung  
**weniger schwerwiegende Komplikationen**  $p=0,048$

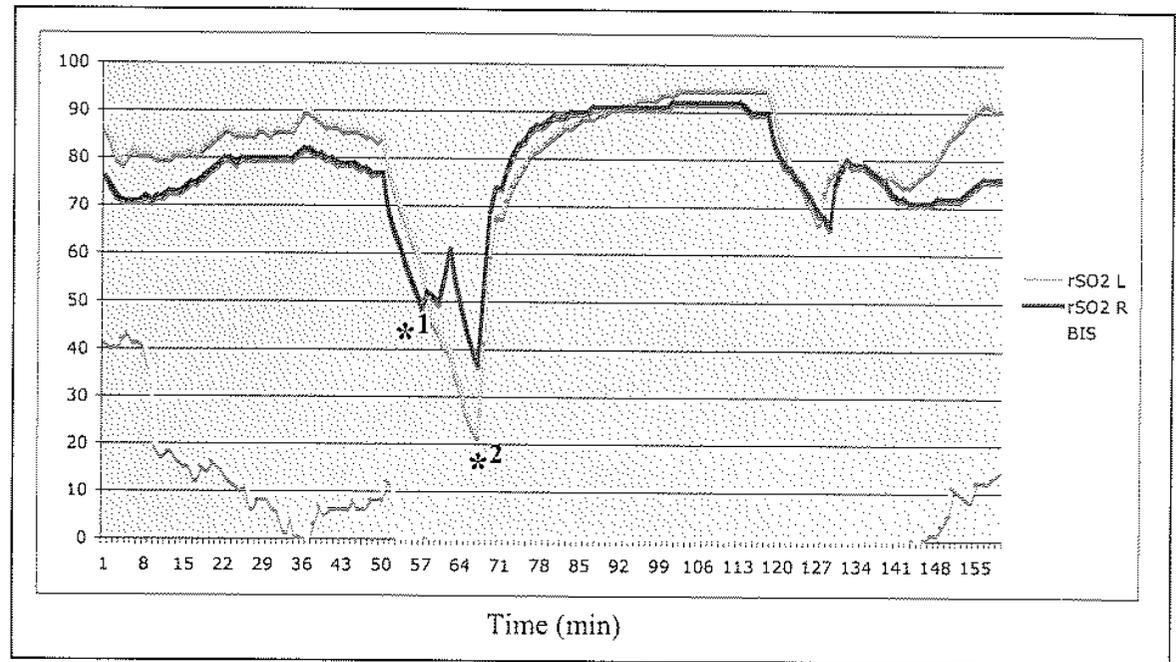
Murkin et al 2006



# NIRS: Kanülenfehlage

Bilateral monitoring of cerebral oxygen saturation results in recognition of selective cerebral perfusion cannula malposition during aortic arch surgery

Paarmann et al 2010



Rapid Diagnosis of Cannula Migration by Cerebral Oximetry in Neonatal Arch Repair

Scholl et al 2006

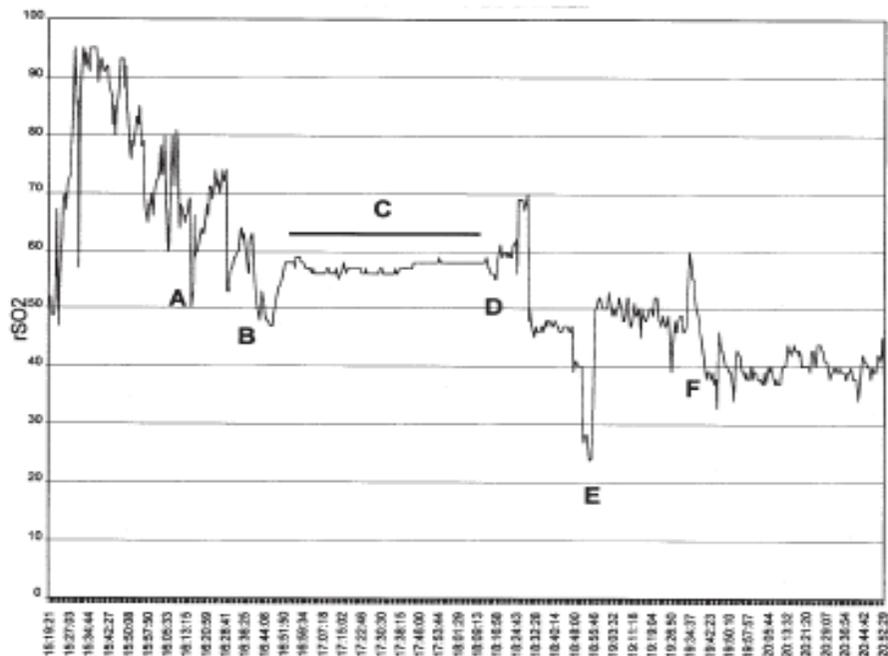
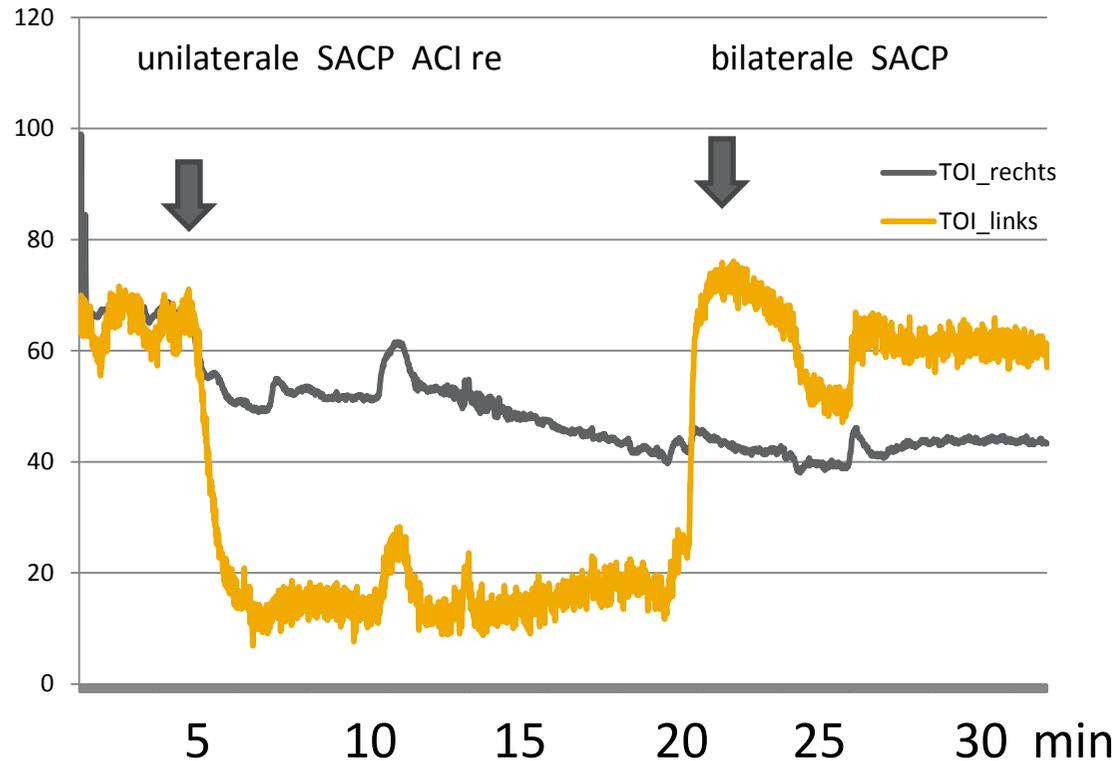


Fig 1. Graph demonstrates changes in cerebral oxygen saturation during the course of the operative procedure with letters indicating various highlights. (A = cardiopulmonary bypass initiation; B = application of the cross clamp; C = period of low-flow perfusion and deep hypothermia; D = cross clamp removed and rewarming initiated; E = indication of malpositioned arterial cannula; F = cardiopulmonary bypass termination.)

# NIRS: Selektive Hirnperfusion



33H.H, 71 J, weibl,  
gedeckt rupturierte  
Dissektion Aortenbogen

Initial SACP re, nach 5 min  
SCAP li zusätzlich

Postop neurologische o.B

- Erkennung Kanülenfehlage, notwendige bilaterale SACP
- Steuerung Flußrate SACP

aber normale  $rSO_2$  schließt Ischämie nicht aus

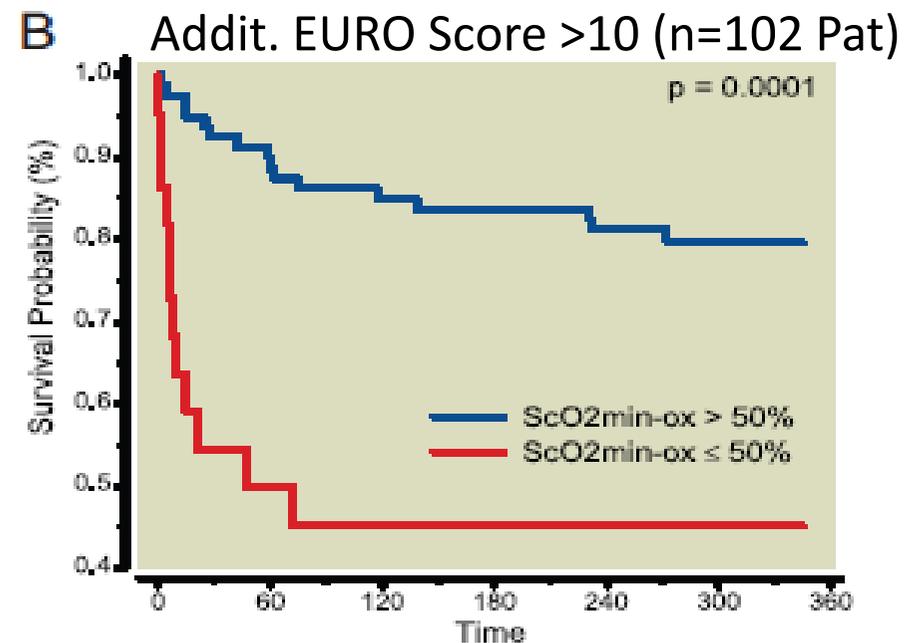
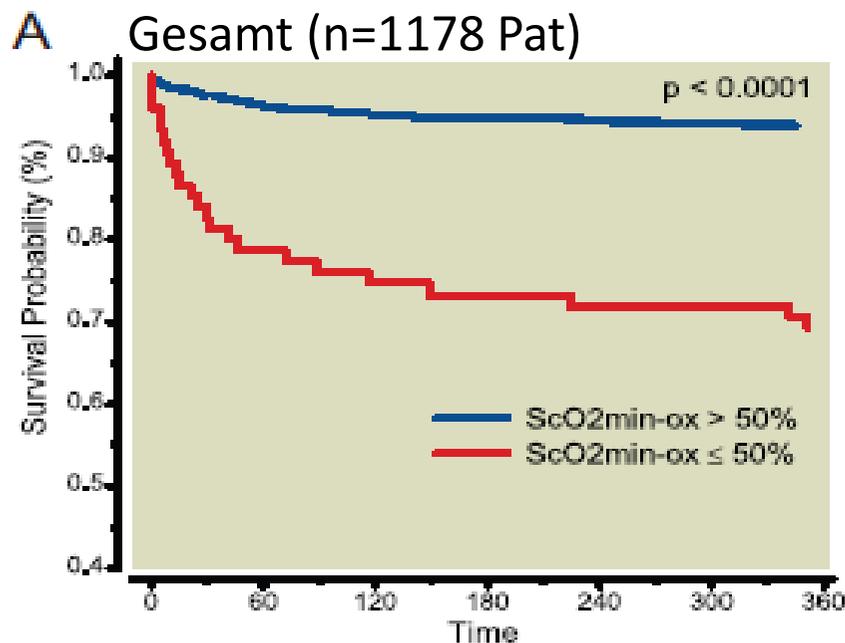


# HCH: Transkranielle Oximetrie

## Preoperative Cerebral Oxygen Saturation and Clinical Outcomes in Cardiac Surgery

1178 Pat vor Herzop mit HLM, minimale rSO<sub>2</sub> unter O<sub>2</sub>-Gabe

**Überlebende** **Verstorbene** (30Tage)  
rSO<sub>2</sub> 64% (95%CI 64-65%) 58,0% (95%CI 50-62%) p<0,0001



- rSO<sub>2</sub> als Indikator der kardiopulmonalen Dysfunktion und Gefährdung,  
**Bedeutung zur Risikostratifizierung unklar**

Heringlake et al 2011



## DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen  
Kardioanästhesie und Neuroanästhesie

### Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Eine gemeinsame Stellungnahme der:

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

Gesellschaften sprechen sich für den Einsatz von **NIRS** zur Erkennung einer fehlerhaften Kanülenlage bei der Korrektur angeborener Herzfehler im Kindesalter, sowie bei Operationen am Aortenbogen bei Kindern und Erwachsenen aus. Im Sinne einer Expertenmeinung wird die Anwendung von NIRS empfohlen bei Patienten mit stattgehabtem Apoplex, schwerer arterieller Hypertonie, hochgradigen Carotisstenosen, sowie bei Herz- oder Lungentransplantationen.

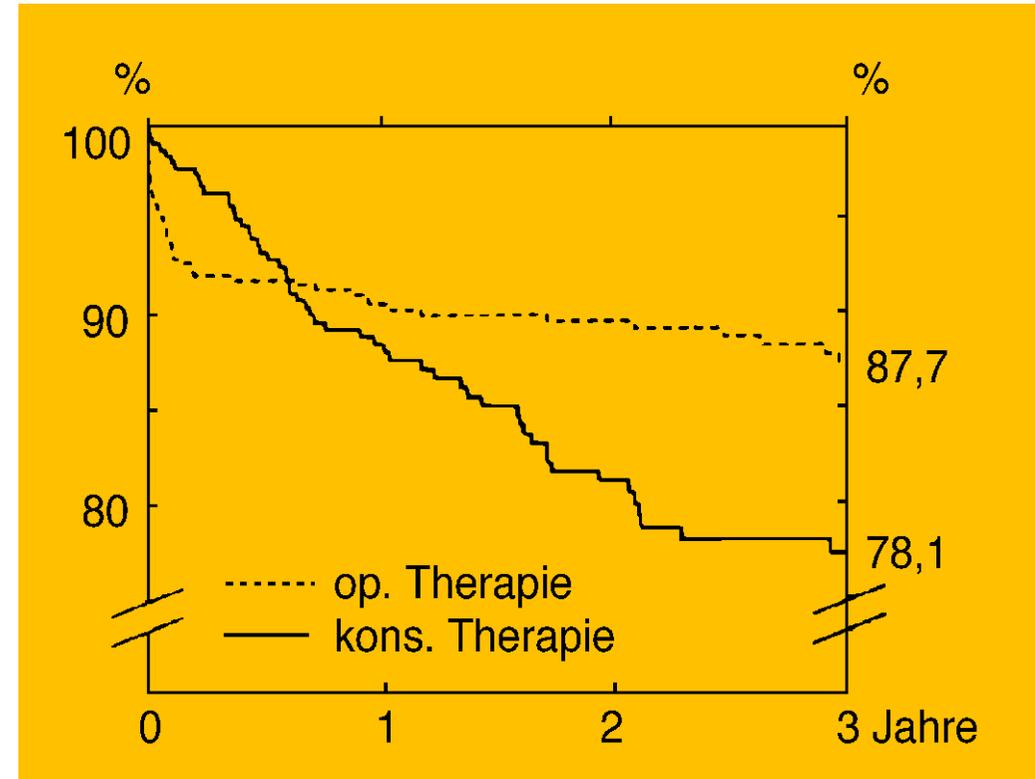


# Carotis-TEA: Ziele

Vermeidung kardialer und **neurologischer** Komplikationen



**SEITE 16**  
**»ICH WARTE NUR NOCH AUF DEN TOD«**  
Seit einer Operation an der Halschlagader ist Johann Wilfers rechte Körperseite gelähmt, weil der Arzt nicht für eine ausreichende Durchblutung des Gehirns sorgte. Für den Kunstfehler bekam Wilfer bisher keinen Pfennig



## OP-Indikation:

Kombinierte Komplikationsrate  
sympt. Patienten < 6%

asympt. Patienten < 3%

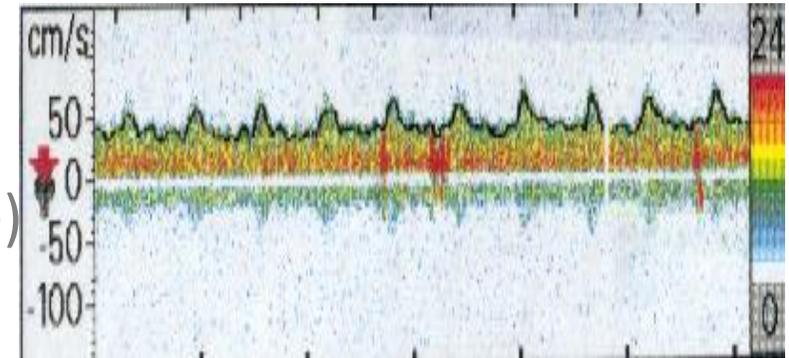
1,7 - 6,6% periop. Apoplexrate

ECST 1991, ACAS 1995, IQTIG 2017

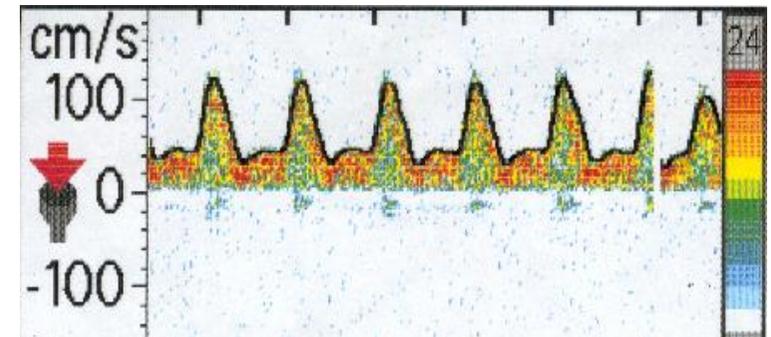


# Carotis-TEA: Apoplexursachen

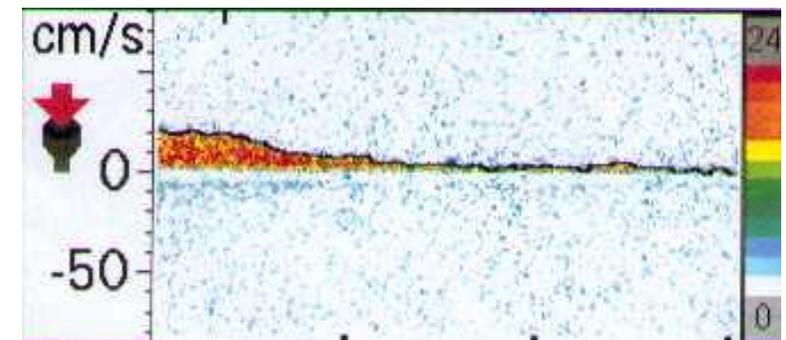
- Thrombose/Embolie (40%) <10% Klinik  
**No touch der A.carotis**  
(**Cave:** Lagerung, Shunt, Regionalanästhesie)  
optimale OP-Bedingungen,  
sorgfältige Desobliteration



- Hirnblutung/Hyperperfusion (18%)  
**Normotonie nach Declamping**



- Abklemmischämie (15%)  
(Minderperfusion)  
**Vermeidung Hypotonie** (RR Referenzbereich)  
**Indikation Shuntanlage**



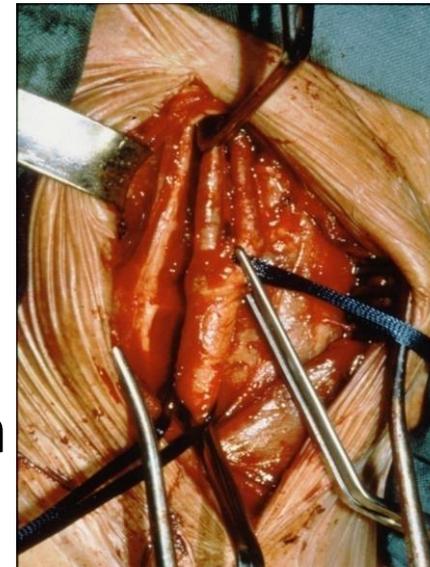
Riles TS. et al JVascSurg 19(1994) 206



# Carotis-TEA: Shuntanlage

Risiko:

- Thrombose/Embolierisiko ↑
- Ungenügende Shuntfunktion
- Verschlechterung OP-Bedingungen (Gefahr Rezidivstenose)



Nie?

Immer?

**Selektiv!**

## 8.7.1 Empfehlungen

Nr.	Text der Empfehlung	Grad*	LoE°
A	Es besteht <u>keine ausreichende Evidenz für die routinemäßige (obligate) Einlage eines Shunts während einer operativen Carotis-Rekonstruktion.</u>	↑↑	2
B	Die Entscheidung zur temporären Einlage eines Shunts sollte der Operateur treffen und sich dabei an <u>einer evtl. beobachteten Clamping-Ischämie oder an einem kontralateralen Verschluss mit präoperativ nachgewiesenem schlechten zerebralen Crossflow orientieren.</u>	↑	5

Eckstein H.-H. et al S3 Leitlinie Carotisstenose 2012

Identifikation einer relevanten Ischämie durch intraoperatives Neuromonitoring



# SEP: Fallbeispiel

Abklemmbedingte  
Ischämie (**SEP-Verlust**)

Ausreichender  
Shuntblutfluß  
(**SEP Erholung**)

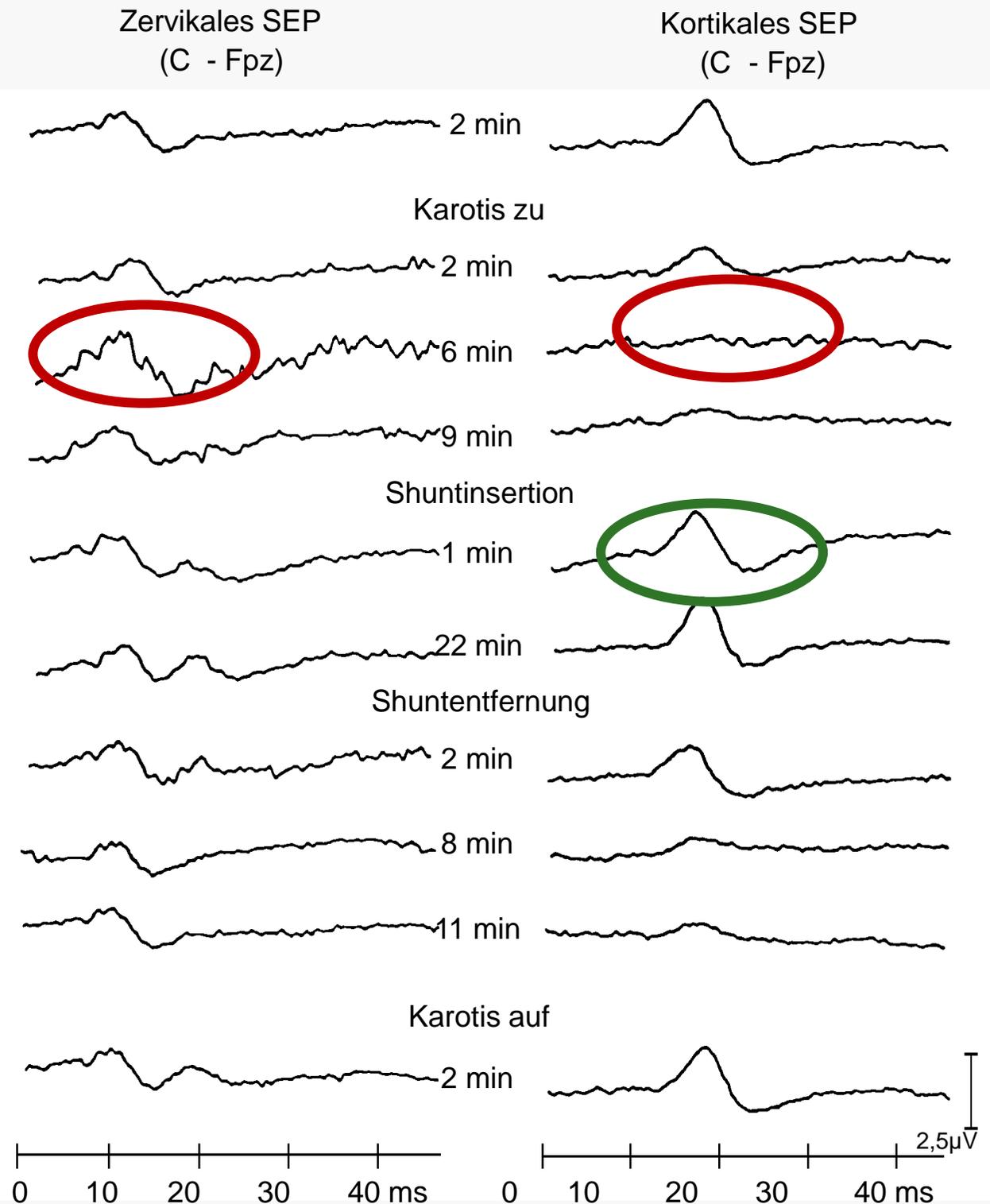
n=1944 primäre Karotisop.

Sensitivität 99%

Spezifität 98%

**Shuntrate 8,3%**

Dinkel et al 2004

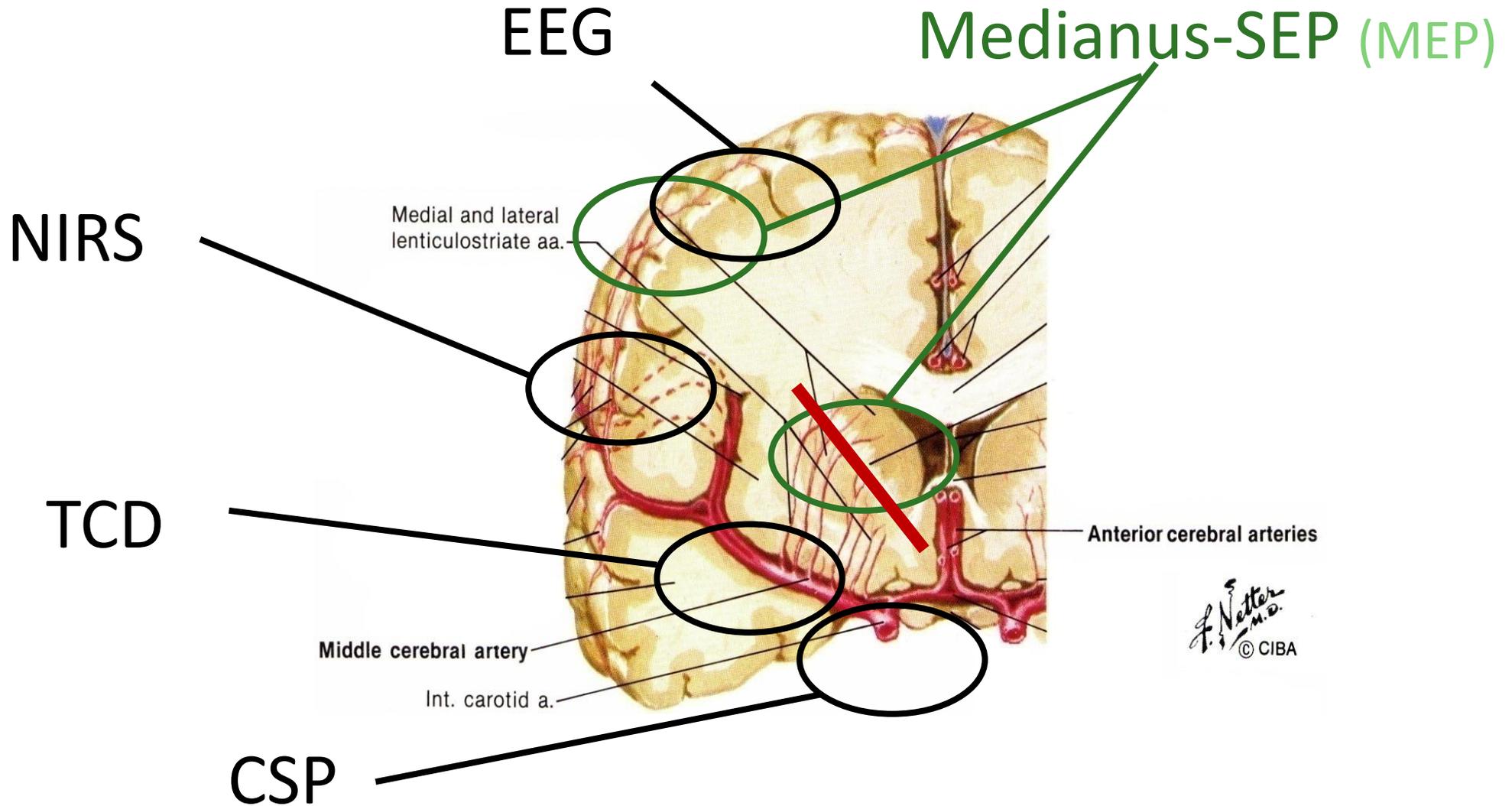


# Carotis-TEA: Neuromonitoring

Anforderung	SSEP	EEG	CSP	TCD	SjO <sub>2</sub>	rSO <sub>2</sub>
Unkomplizierte Anwendung	+	0	+	-	0	+
Geringe Störanfälligkeit	0	-	+	-	+	+
Kontinuierliche Überwachung	+	+	-	+	-	+
Einfache Interpretation	+	-	+	+	+	+
Ungestörter OP-Ablauf	+	0	0	-	0	+
Keine Risiken	+	+	+	+	+	+
Vertretbare Kosten	+	+	+	+	+	0
Hohe Sensitivität	+	0	+	+	0	0
Hohe Spezifität	+	0	-	+	-	-



# Karotischirurgie: **Monitoring**



# Karotischirurgie: ITN vs. Regionale



	Allgemein- anästhesie	Regional- anästhesie
Primäres Outcome Letalität, Apoplex, Herzinfarkt	n.s.	n.s.
Sekundäres Outcome Infektionen, Hämatome, Nervenläsion, Kh-dauer...	n.s.	n.s.
Patientenkomfort	++	-
Op-Bedingungen	++	-

**ITN hohe Akzeptanz bei Patienten und Operateuren**

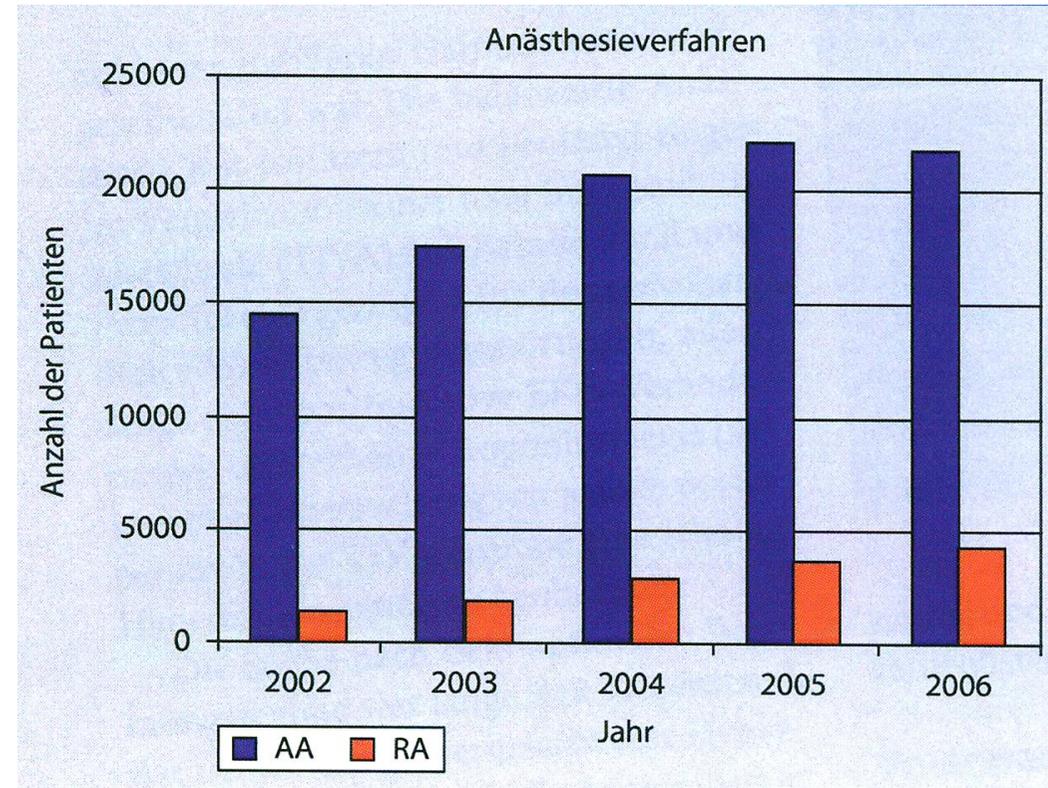
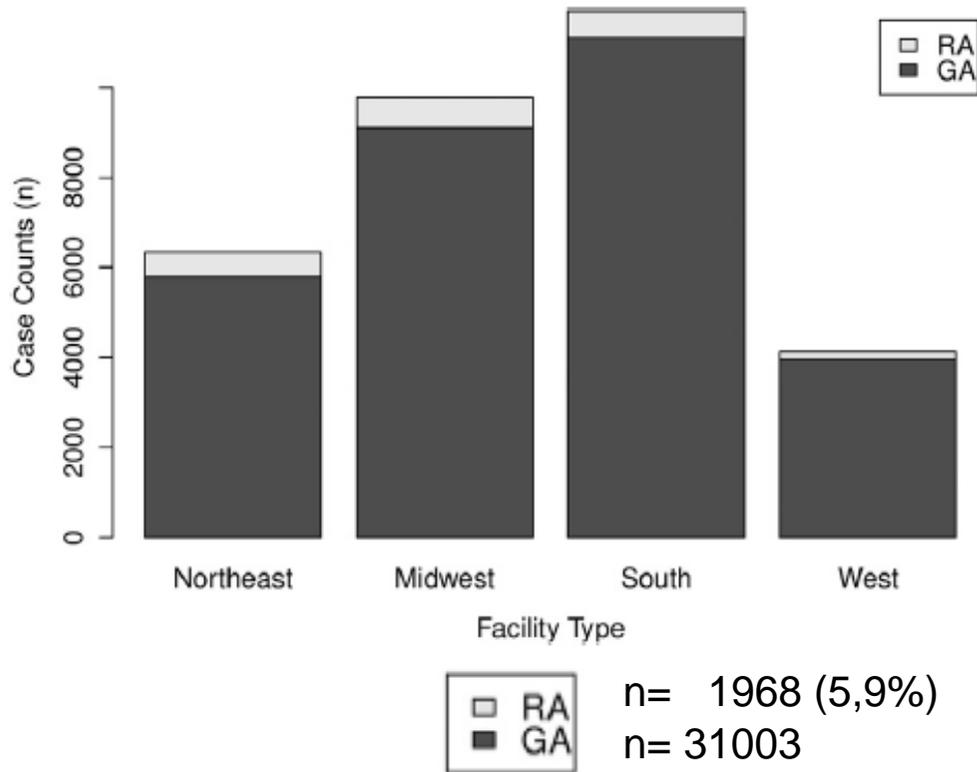
**NES: Alle Carotis-TEA in Allgemeinanästhesie**

(trotz Regionalanästhesie und Sonografie Know how)



# Anästhesie Carotis-TEA: Praxis

## National Anesthesia Outcomes Registry 2010-2014



2006 85%ITN 15%RA  
BQS 2007

Gabriel RA et al. JCTVA 30(2016)23

2016 72%ITN 28%RA  
IQTIG 2017



# Allgemeinanästhesie: **Vorteile**

- immer durchführbar  
kein Ausschluß, keine Versager
- optimale Operationsbedingungen  
optimale Lagerung, kein Zeitdruck,  
techn. Qualität, T-erweiterung, Ausbildung,...
- hoher Patientensicherheit  
sichere Atemwege, Zerebroprotektion ↑
- hoher Patientenkomfort  
Streßreduktion, geringere Myokardinfarktrate?



**gleiches primäres Outcome wie Regionalanästhesie**





## DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen  
Kardioanästhesie und Neuroanästhesie

### Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Eine gemeinsame Stellungnahme der:

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

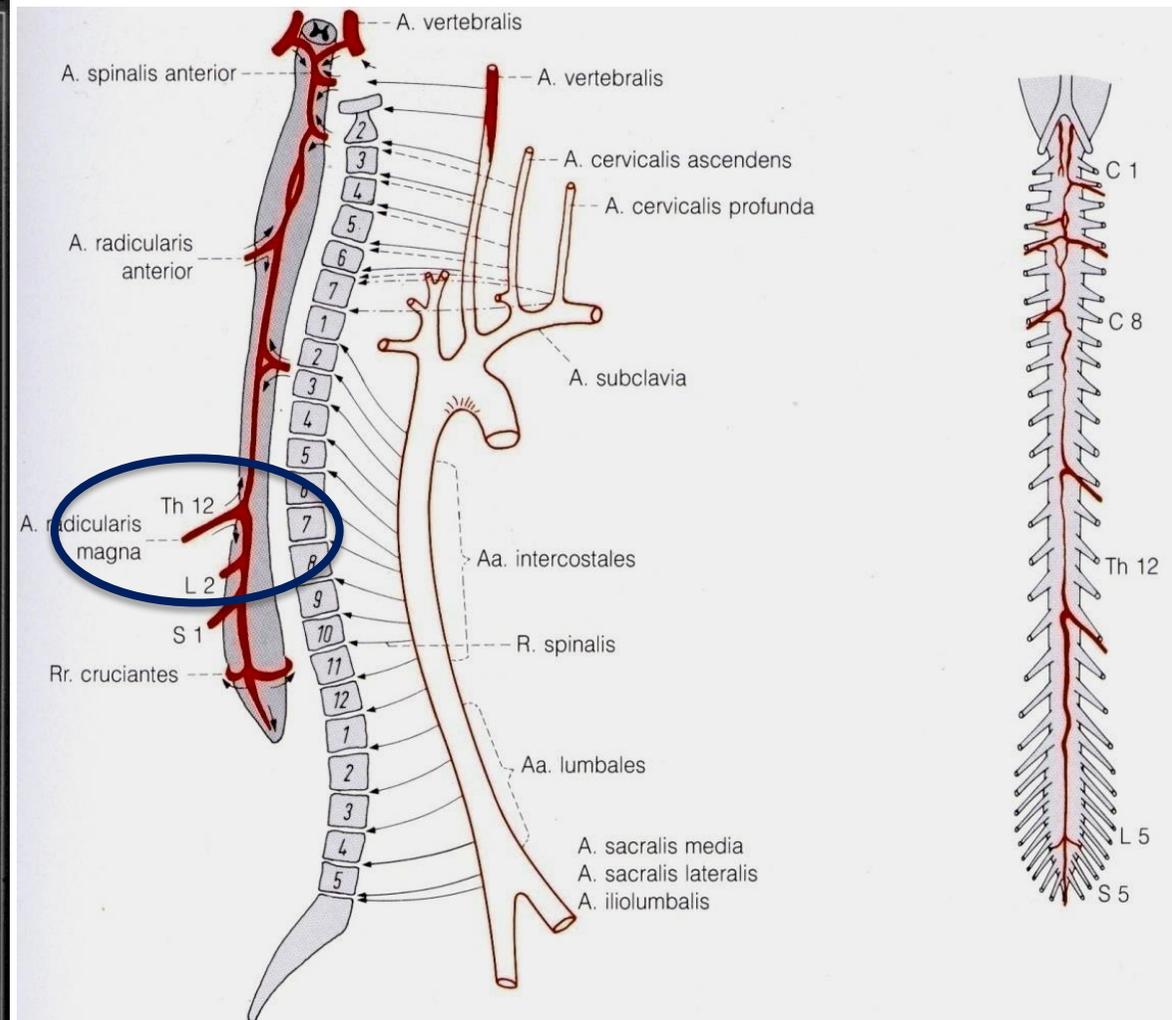
Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

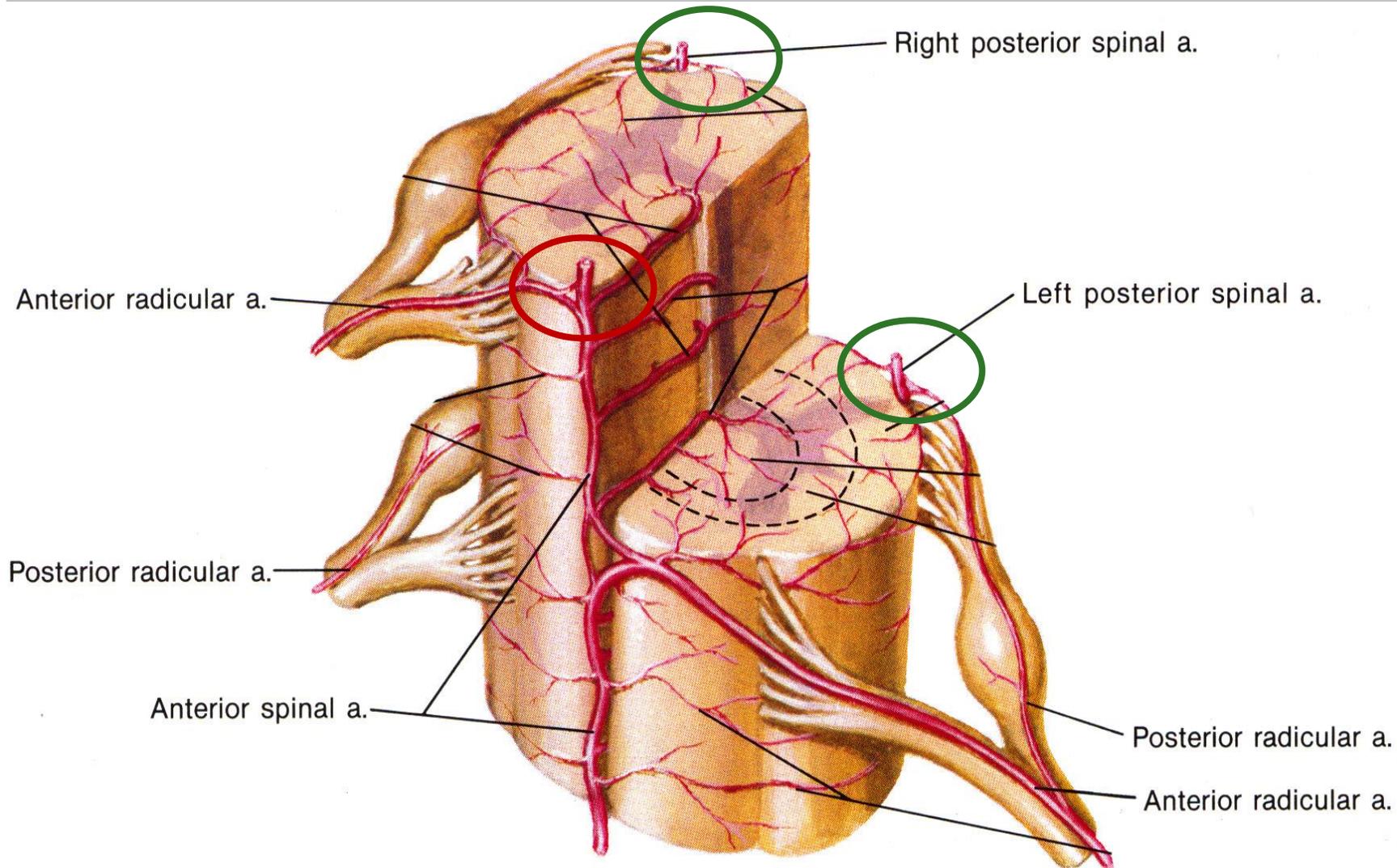
Die Wissenschaftlichen Arbeitskreise Kardioanästhesie und Neuroanästhesie der DGAI, die Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group der SGAR, sowie die DGTHG empfehlen somatosensibel evozierte Potentiale (SSEPs) bei Carotis-Endarterektomien in Vollnarkose als Verfahren der ersten Wahl zur Detektion zerebraler Ischämie einzusetzen (siehe **Tabellen 5 und 7**). Weiterhin wird empfohlen, motorisch evozierte Potentiale (MEPs) bei Operationen der thorakalen Aorta descendens zur Detektion spinaler Ischämien abzuleiten.



- Spinale Minderperfusion (TAA, XC >Th 12, >30 min XC, >20 cm Prothese)



# Spinale Gefäßversorgung



**Dorsale Perfusion:** paarige Aa. spin. post.; 10-23 interkostale Gefäße

**Ventrale Perfusion:** unpaare A. spin. ant.; 6-8 interkostale Gefäße





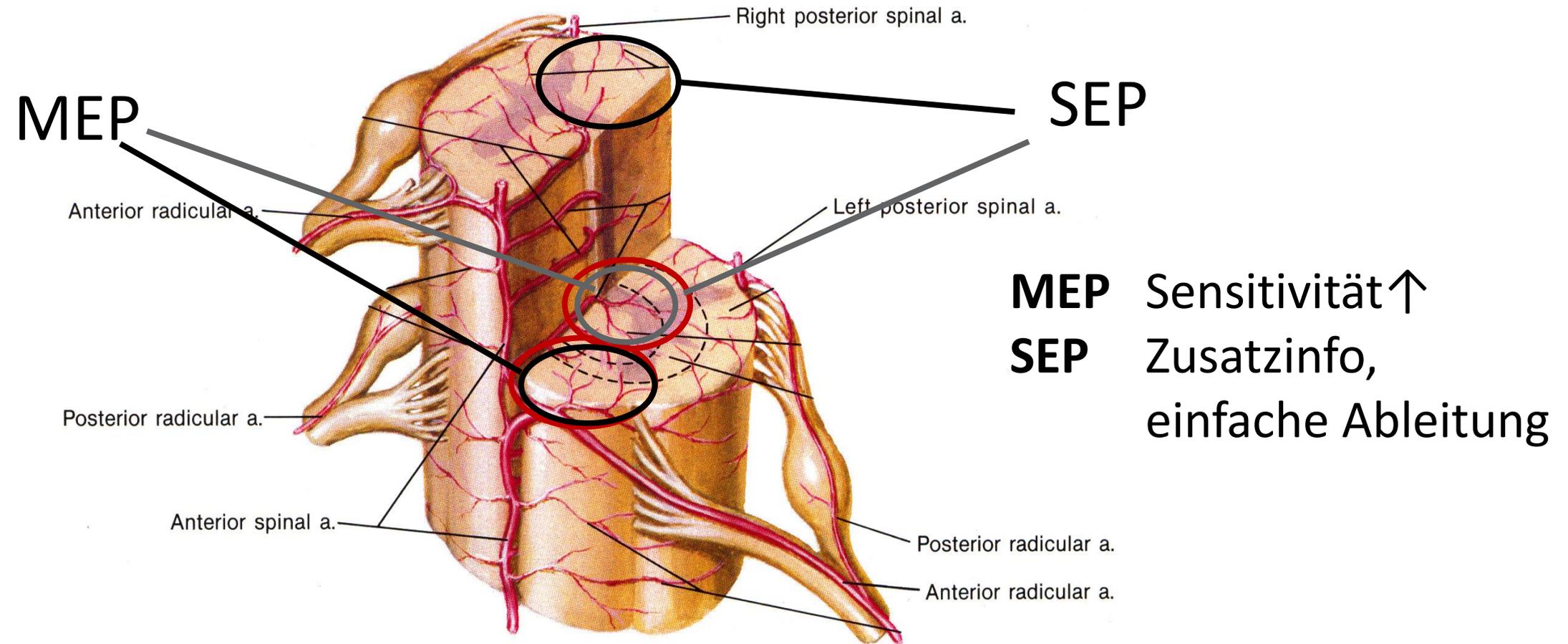
Maßnahme	Vorteil/Effekt	Nachteil/Limitation
<b>Dist. Perfusion</b> (HLM, LA Shunt)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ischämiezeit &gt; 30 min</li><li>- spinale Hypothermie</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- aufwändig</li><li>- NW Hypothermie, (EKZ)</li></ul>
<b>Reimpl. IC Arterie</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Erhalt kritischer Zuflüsse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Verlängerung OP-Zeit</li><li>- Embolisationen</li></ul>
<b>CSF- Drainage</b> (ISP<10mmHg, MAP (60)-90 mmHG, Protokoll)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Verbesserung SPP</li><li>- Reperfusionstrauma ↓</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- technisch aufwändig</li><li>- NW (ICH, Meningitis, Leck..)</li></ul>
<b>Medikamentös</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- einfach</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- kein gesicherter Effekt (Barbiturat, Kortison, Naloxon..)</li></ul>

**Individuell abgestimmter Einsatz** (HLM, CSF Drainage, MEP- Segmentarterien...)

**Cave: Neurologisches Spätdefizit** (postop. neurologische Kontrolle, O<sub>2</sub> Angebot ↓)



# Aorten Chirurgie: MEP vs. SEP



# Aorten Chirurgie: **Ergebnisse**

n=210 thorakoabdominelle Aortenaneurysmen

MEP - Monitoring n=210 (100%)

XC- Ischämie n=72 (34%)

Reanastomosierung n=50 (24%)

Paraplegie n=5 (**2,4%**)

(permanent n=3,passager n=2)

Jacobs et al. 2002



- Multifaktorielle neurolog. Defizite
- SEP alleine unzureichend
- MEP-Ableitung schwierig aber zuverlässig
- ggf postoperatives Monitoring
- Gezielte Interventionen
- Abstimmung mit Operateur

**Effektive Verhinderung von Paraplegien**



*Medizin*

# IM VORZIMMER DES TODES

**Organtransplanteure in Not: Die Zahl der verfügbaren Organe sinkt, das Vertrauen der Bevölkerung schwindet. Jetzt wird auch noch die Grundlage ihres ganzen Metiers angezweifelt. Theologen, Hirnforscher und Intensivmediziner fragen: Sind Organspender mit totem Hirn und schlagendem Herzen wirklich tot?**

DER SPIEGEL 24/1994



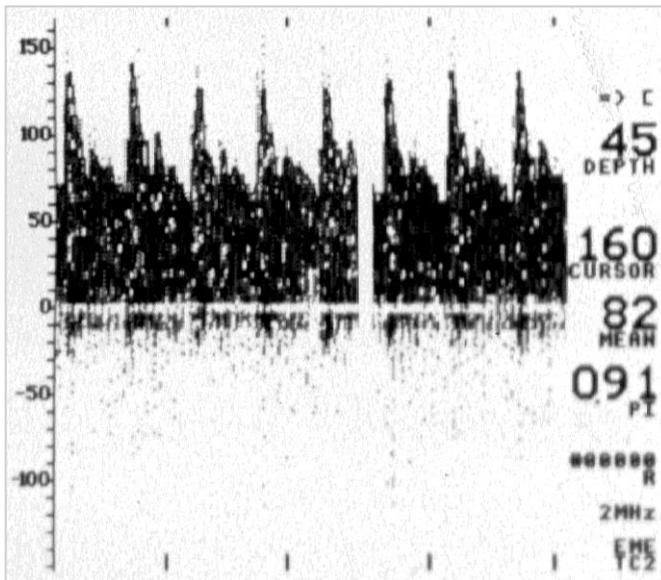
# Komaprognose: Fallbeispiel

F.S. 6 Jahre  
Prot. Reanimation

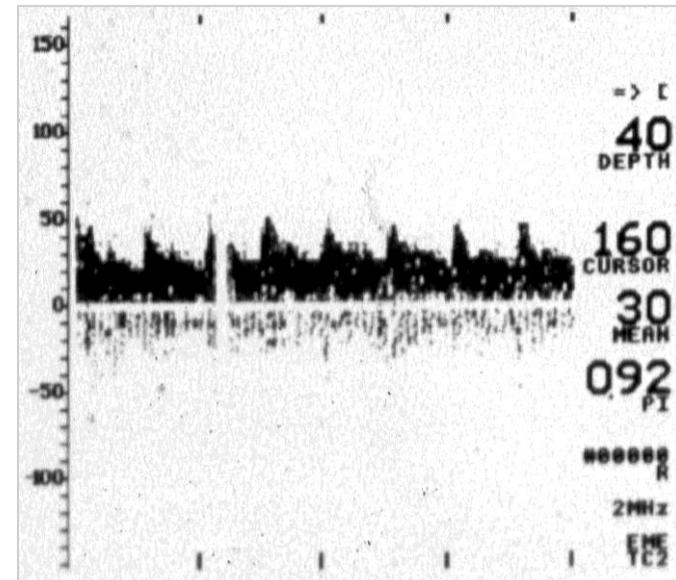
Weiteres Procedere?  
Zerebrale Prognose?

Klinik: Multiorganversagen  
keine zerebrale Prognosebeurteilung  
(Katecholamine, Analgosedierung)

TCD: MCA rechts

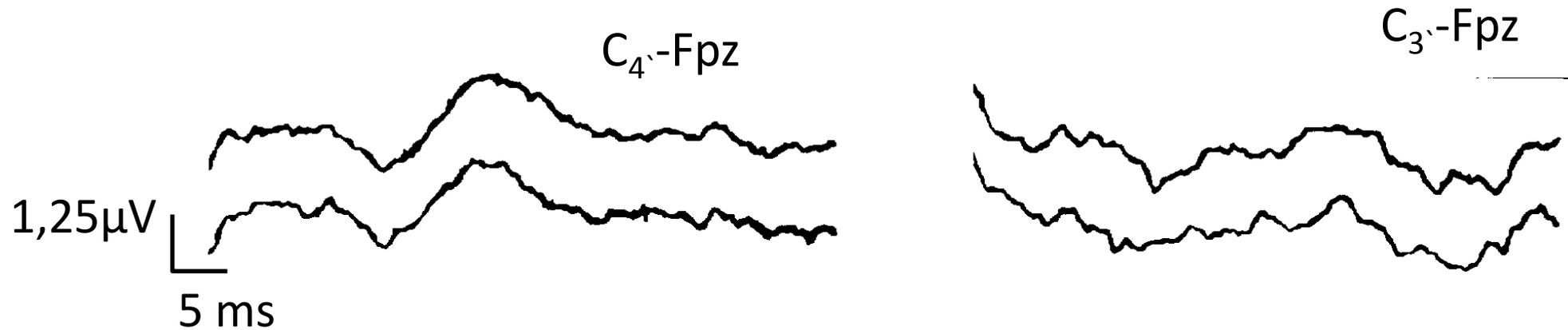


MCA links



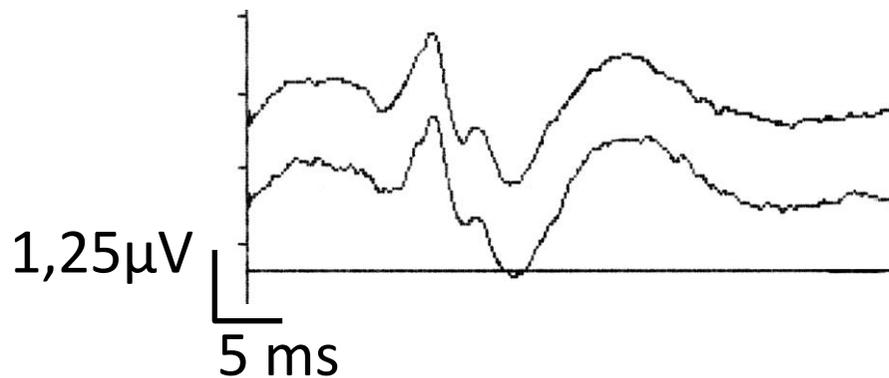
# Komaprognose: Fallbeispiel

08. 6. 99: SSEP



BAEP normale Latenzen I - V

15. 6. 99: SSEP  $C_4$ -Fpz



$C_3$ -Fpz



# Komaprognose: **Fallbeispiel**



**18. 8. 99** Entlassung nach Hause

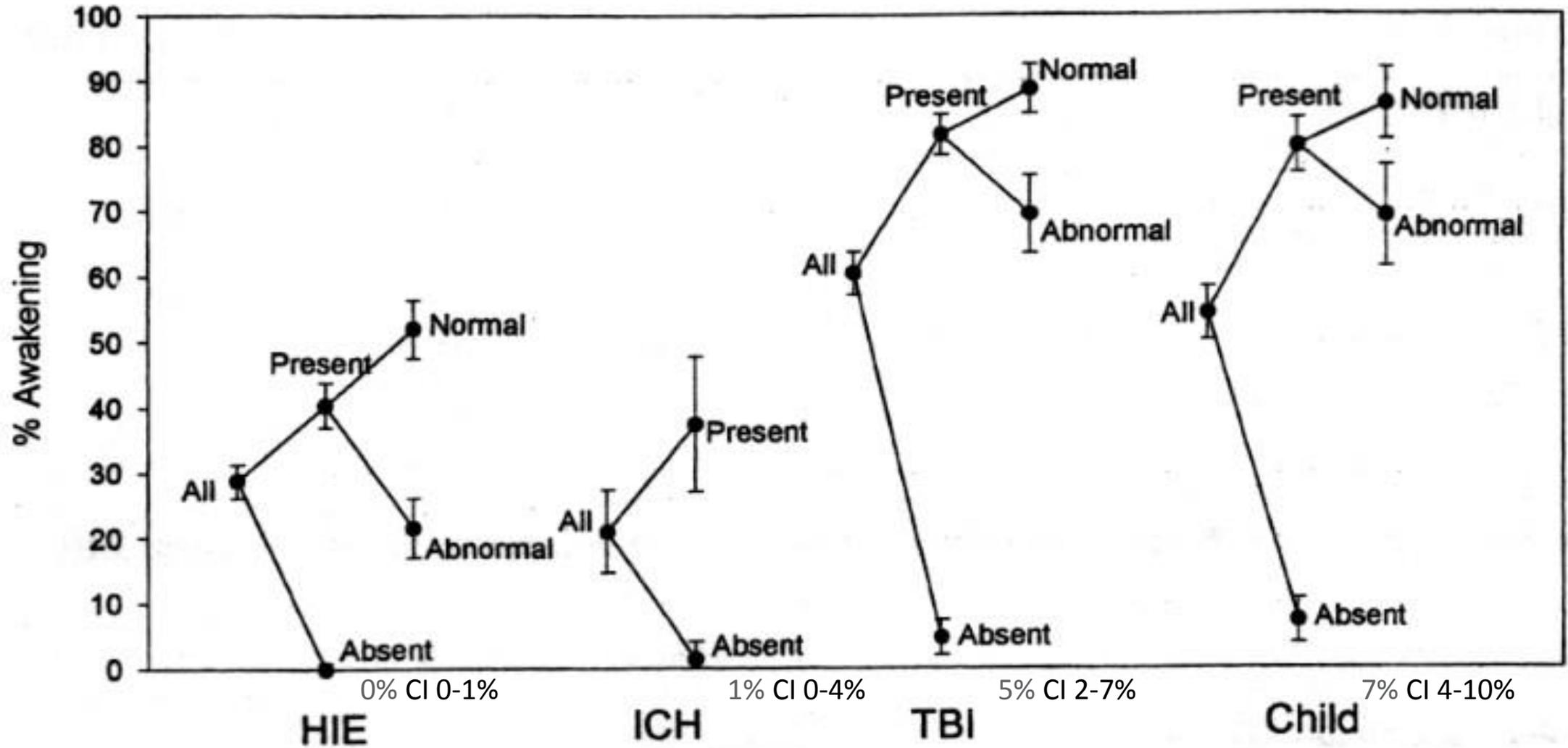
**24. 9. 99** Rehaklinik Tannheim

Neurologische Residuen:Spitzfuß

**6. 12. 00** Besuch der Volksschule



# Komaprognose: SEP



Robinson 2003



## Hohe prognostische Sicherheit

- multimodales Monitoring
- Verlaufsdokumentation(24h)
- Erwachsene
- primär supratentorielle Läsion

**Entscheidung über therapeutische Konsequenzen im Einzelfall unter Berücksichtigung der Gesamtsituation**



# Komaprognose: SEP

441 komatöse Patienten

86 (20 %) beidseitiger kortikaler SSEP-Verlust

697 Pflage tage (x = 8,1 Tage)

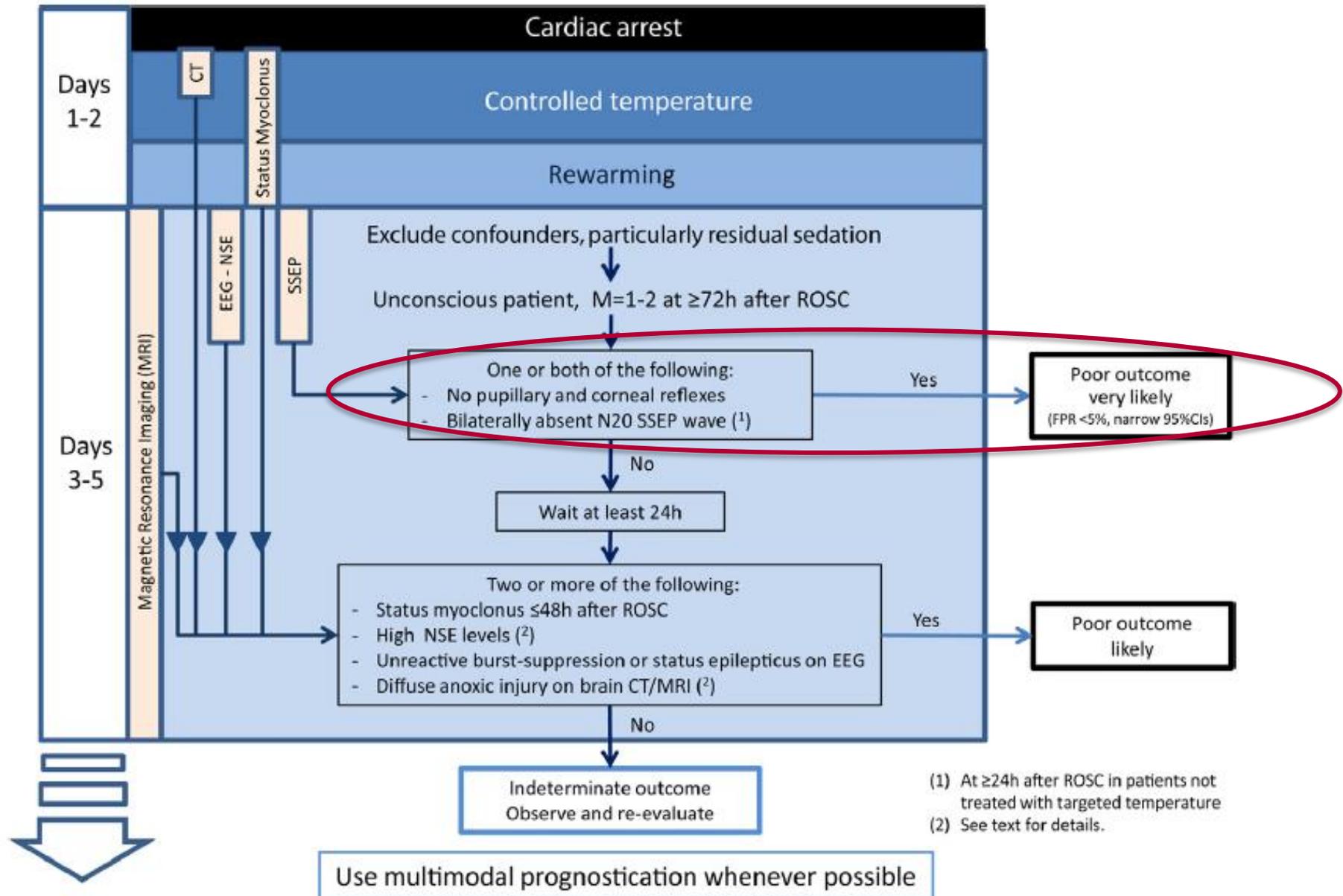
1 324 300 \$ Kosten

**100 % Mortalität**

Madl 1996



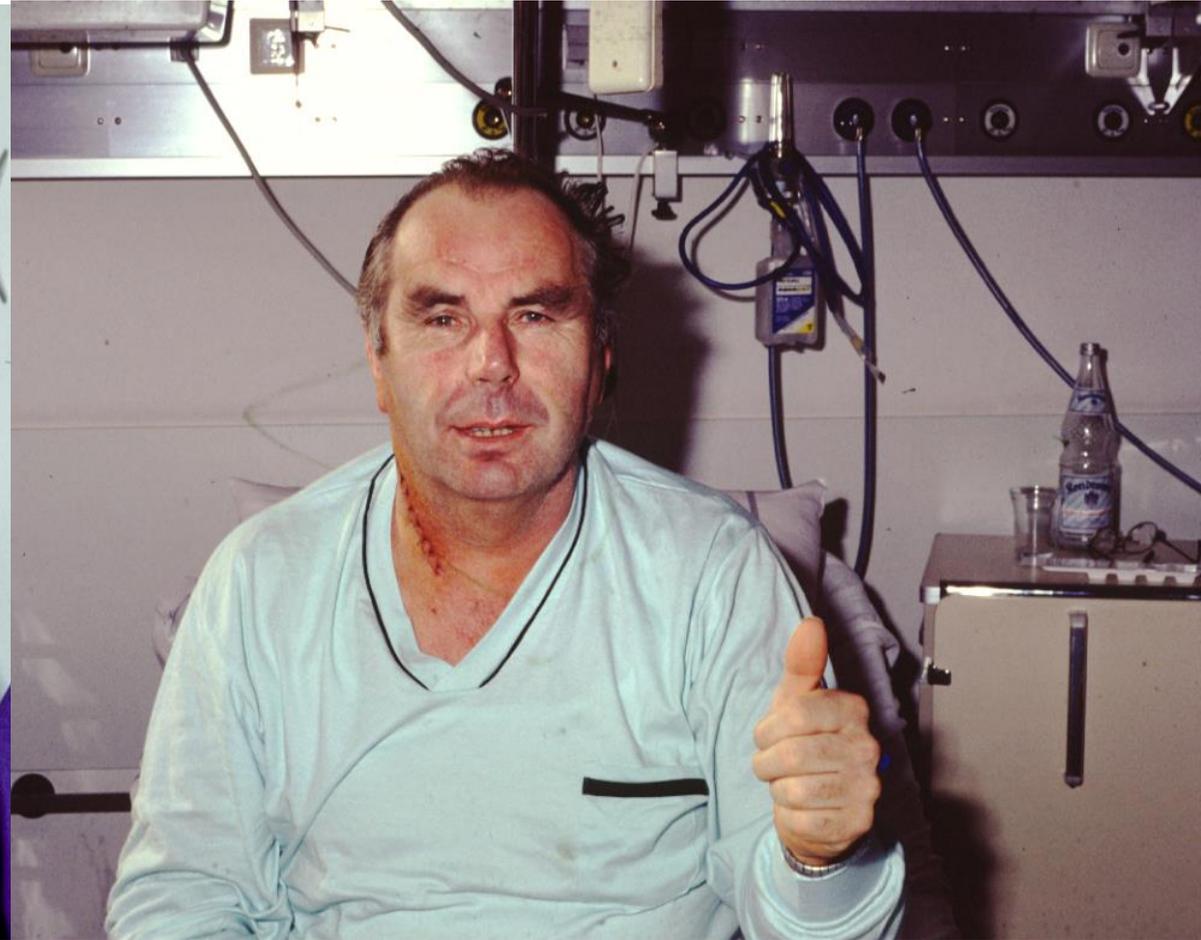
# Komaprognose: Methoden



Sandroni C. et al. Resuscitation 85(2014)1779



# Neuromonitoring: **Kontroverse**



**Mangelnde Verbreitung trotz Outcomeverbesserung**





- Fehlende PRCT
- Fehlende Investitionsmittel
- Fehlende Grundlagen (Kenntnisse)

Anatomie/Pathophysiologie Störung

Methodik (Möglichkeiten/ Grenzen/Fehler)

Einflußfaktoren/Rahmenbedingungen

Dokumentation/Meßprotokoll

Zielsetzung/therapeut.Konsequenzen

→ **ausreichende Qualifikation**

wertvolle Hinweise auf den Zustand und die Funktion des Gehirns. **Insgesamt kann ein**

**apparatives Neuromonitoring nur so gut sein wie sein Anwender, da eine sinnvolle**

**Interpretation der Neuromonitoring-Ergebnisse grundlegende Kenntnisse über das**

**Meßverfahren und seine Limitationen erfordert.**





- **Ärzte (Zertifizierung)**  
Dipl. Pflegekräfte, Med. Assistenten
- **6 Module Theorie (je 4 UE)** Anatomie, Klin. Untersuchung, EEG/EP Grundlagen, Ableitung, Signalinterpretation, Artefakte intraoperatives Monitoring  
Monitoring auf der Intensivstation  
Praxisvorbereitung, 15 Fallbeispiele
- **Prakt. Nachweise (dokument.)**  
20 comp. EEG-Ableitungen  
5 12-Kanal EEG (Mitwirkung)  
20 EP-Ableitungen
- **Zertifizierung** mündl. Prüfung (kollegialer Dialog), kostenlos, DAC, WAKNA Herbsttagung, je 5 EP und EEG Fälle des Kandidaten

© Anästh Intensivmed 2007;48:48-54



*Wissenschaftlicher Arbeitskreis  
Neuroanästhesie der DGAI  
Kommission Neuromonitoring*



---

**Ausbildungsnachweis**  
**Neuromonitoring in**  
**Anästhesie und Intensivmedizin**

von

Frau / Herrn: \_\_\_\_\_

Geb: \_\_\_\_\_

aus: \_\_\_\_\_

- Antrag auf persönliche Zertifizierung
- Anerkennung als Supervisor/  
Ausbildungsstätte
- Curriculumkonforme Kursbescheinigung

Alle organisatorischen Anfragen:

Geschäftsführer  
Dipl.-Sozw. Holger Sorgatz  
Roritzerstraße 27  
90419 Nürnberg  
0911 - 93 37 80  
[dgai@dgai-ev.de](mailto:dgai@dgai-ev.de)



- **Hospitation Neuromonitoring**  
Praktische Nachweise für DGAI-Zertifikat
- **Perioperative Echokardiografie**  
TTE/TEE Grundkurs, TEE Aufbaukurs nach DGAI Vorgaben
- **Fellowship Kardioanästhesie**  
Qualifikation als „kardioanästhesiologisch erfahren“ (GBA),  
1-2 Jahre praktischen Vertiefung incl. TEE Zertifikat



## Weitere Informationen:

Michael Dinkel

Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin

Von Guttenbergstraße 11

97616 Bad Neustadt/Saale

09771 662402

[michael.dinkel@campus-nes.de](mailto:michael.dinkel@campus-nes.de)





**RHÖN-KLINIKUM**  
**Campus Bad Neustadt**  
Medizinische Exzellenz aus Tradition

# Herzlich willkommen!



[www.anaesthesie-bad-neustadt.de](http://www.anaesthesie-bad-neustadt.de)



## 49. BAT

18. – 19.  
Oktober  
2019

Garmisch-Partenkirchen · Kongresshaus

**ANÄSTHESIE – INTENSIVMEDIZIN**  
**NOTFALLMEDIZIN – SCHMERZTHERAPIE**

SPITZENMEDIZIN · MITREDEN · MITMACHEN  
SCHLAGLICHTER AINS · INTERPROFESSIONELLES UPDATE ·  
FALLVORSTELLUNGEN · CURRICULUM KARDIOANÄSTHESIE ·  
AMBULANTES OPERIEREN · BERUFSPOLITIK · WORKSHOPS



# Herzliche Einladung!

