

Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

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

Klin
und
Chefa
PD Dr



**M.Dinkel, Curriculum Kardioanästhesie
25.9.2021, Regensburg**

www.campus-nes.de/medizin-pflege/unsere-kliniken/anaesthesie-intensivmedizin.html



**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
 - Optimierung Analgesie
- **Ischämiemonitoring/-prävention**
 - Früherkennung zerebraler/spinaler Ischämie
 - Steuerung Hirnprotektion
- **Komaprognose**
 - Beurteilung zerebrale Prognose

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





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**

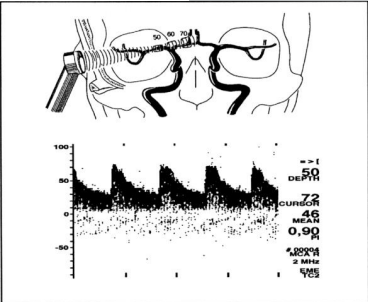
Funktion



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



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.....



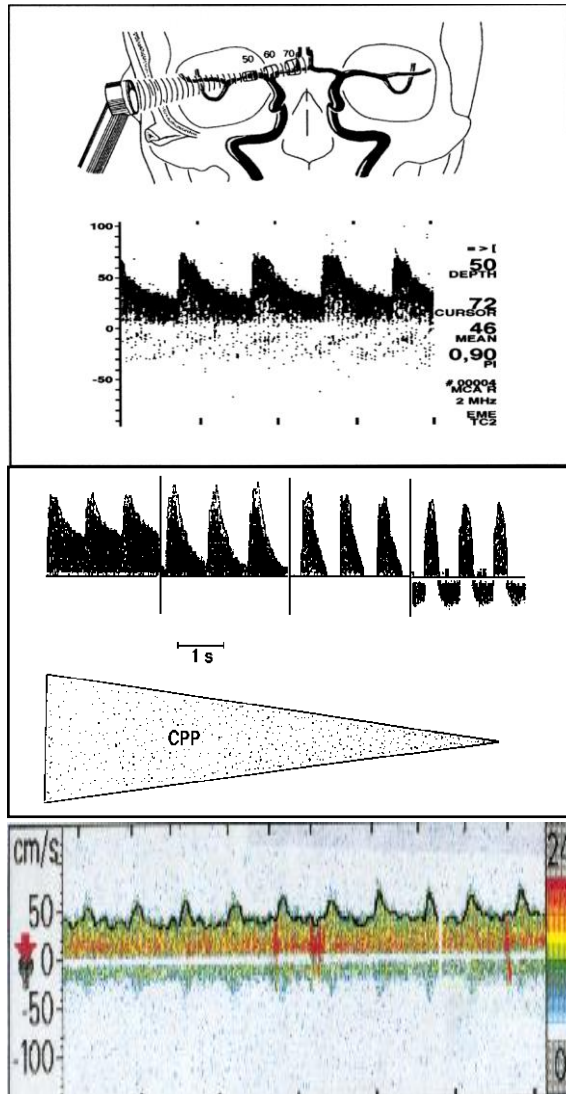
Karotischirurgie: TCD-Versagerrate



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

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





Nicht invasiv, ubiquitär einsetzbar, beliebig wiederholbar

- Blutstromgeschwindigkeit, Flußprofil und -richtung
- Zerebraler Zirkulationsstillstand (Verlauf)
- CO₂-Reaktivität, Autoregulationsreserve (aufwändig)
- Embolieerkennung

Aufwändig, zeitraubend, störanfällig, >10% Versager (Risikopatienten bis 50%)

- keine Ischämieerkennung im Endstromgebiet
- Problematische Embolieerkennung (punktuelle Messung, Differenzierung Embolietyp, Konsequenzen...)
- keine Korrelation mit Outcome

Schnelle (Grob-)Orientierung über Hirnperfusion (Kinder)



DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen
Kardioanästhesie und Neuroanästhesie

Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Eine gemeinsame Stellungnahme der:

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

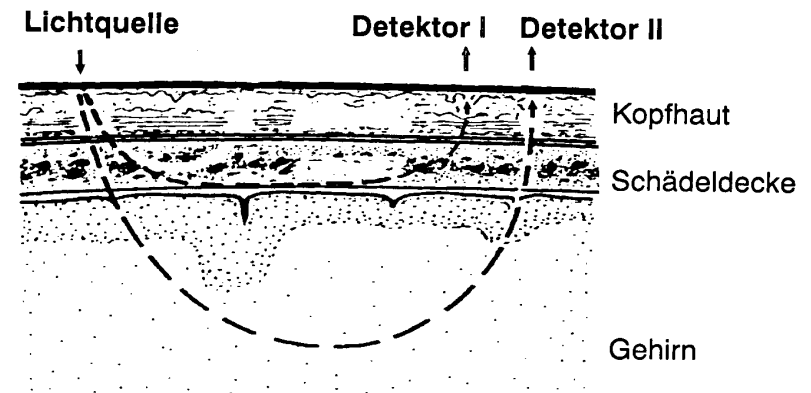
Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

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

© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

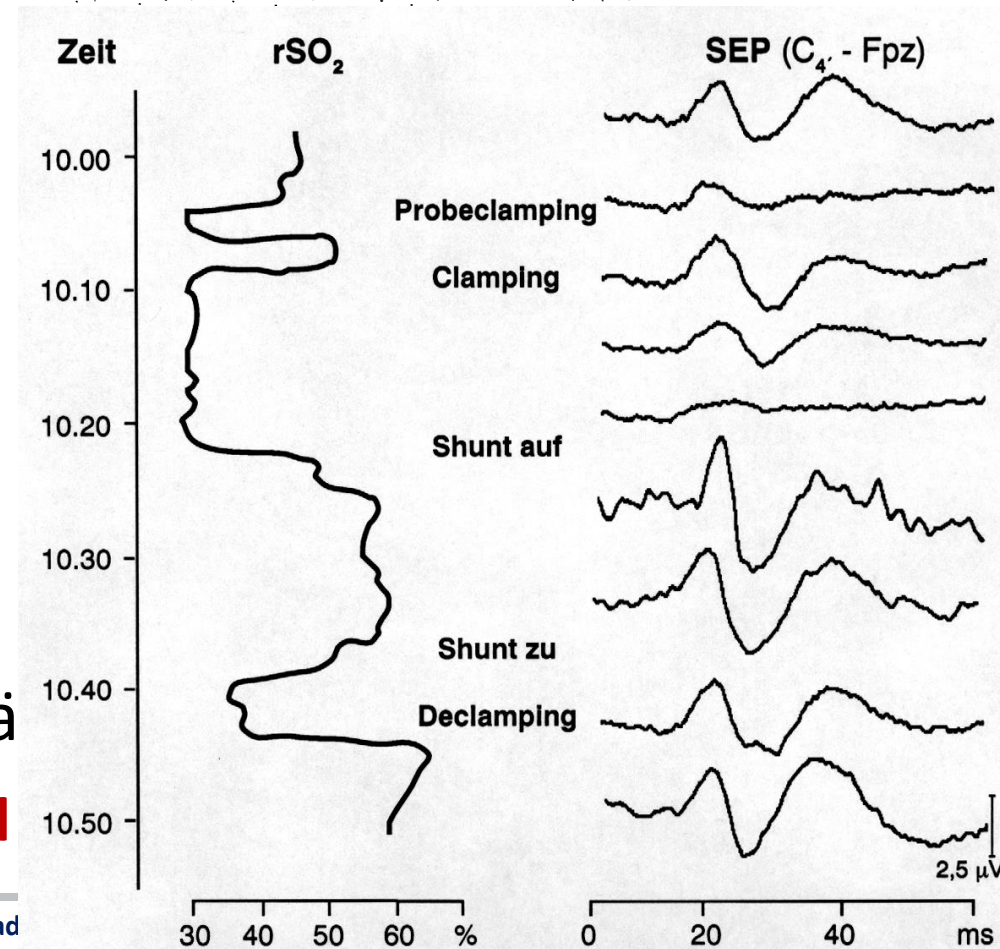
Die Wissenschaftlichen Arbeitskreise Kardioanästhesie und Neuroanästhesie der DGAI, die Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group der SGAR, sowie die DGTHG sprechen **keine Empfehlung** zum generellen Einsatz der transkraniellen Dopplersonografie in der Kardioanästhesie aus. Vielmehr bleibt die TCD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

Transkranielle Oximetrie



- Emission Nahinfrarotlicht
- Absorptionsmessung oxigeniertes./deoxigeniertes Hb
- Berechnung rSO₂ (60-70%)
(75% venös, 20%arteriell, 5% kapillär)

Kein relevanter gerätetechnischer Vorteil



NIRS: Karotischirurgie



SSEP

Verlust
(n=30)

auslösbar
(n=287)

rSO₂ nach XC

Median
min./max

56 %
12 - 74 %

61 %
30 - 87 %

ΔrSO₂

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)

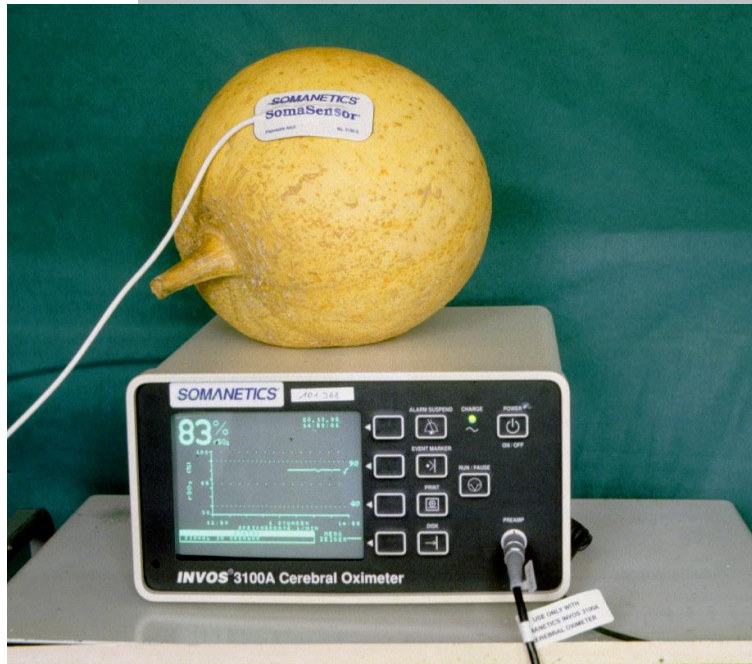
Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

© 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.



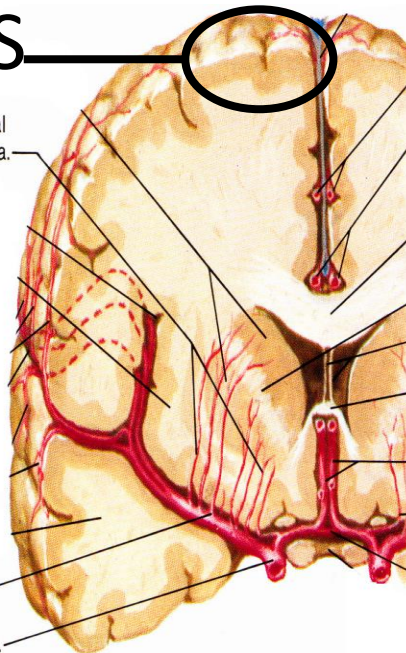
NIRS: Limitationen



- rSO2 Berechnung (keine Messung)
- Kein Hb -Absolutwert
- Unklare Eindringtiefe/Kontamination
- Heterogene Kompartimente
- Unspezifische Absorption/Reflexion
- regionales, punktuelltes Verfahren (Region of Interest? **Ischämie trotz Normalwert**)
- Kaum PRCT (viele Beobachtungsstudien)
- **Kritischer Schwellenwert in Diskussion**
(<50% absolut, Abnahme >25% relativ; tolerable Entsättigungsdauer?)

NIRS

Medial and lateral lenticulostriate aa.



Anterior cerebral arteries

Middle cerebral artery

Int. carotid a.

F. Netter M.D.
© CIBA

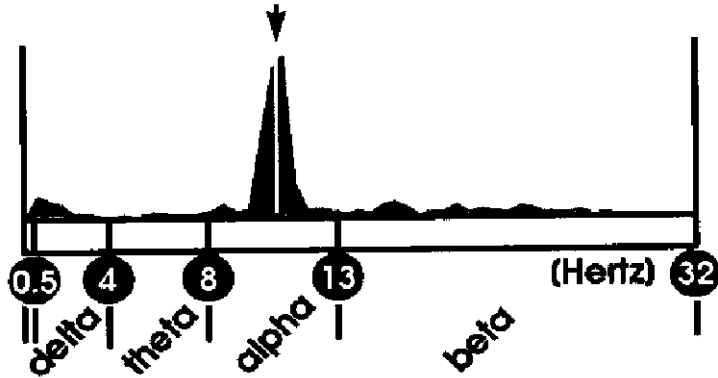
**Trendmonitor der zerebralen Gewebeoxygenierung
Interpretation im Kontext mit klinischem Ereignis**

EEG: Hypnosemonitoring

wach



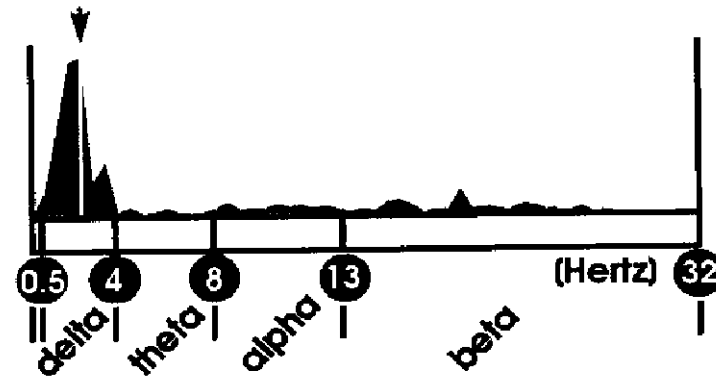
Median Frequenz = 10 Hz



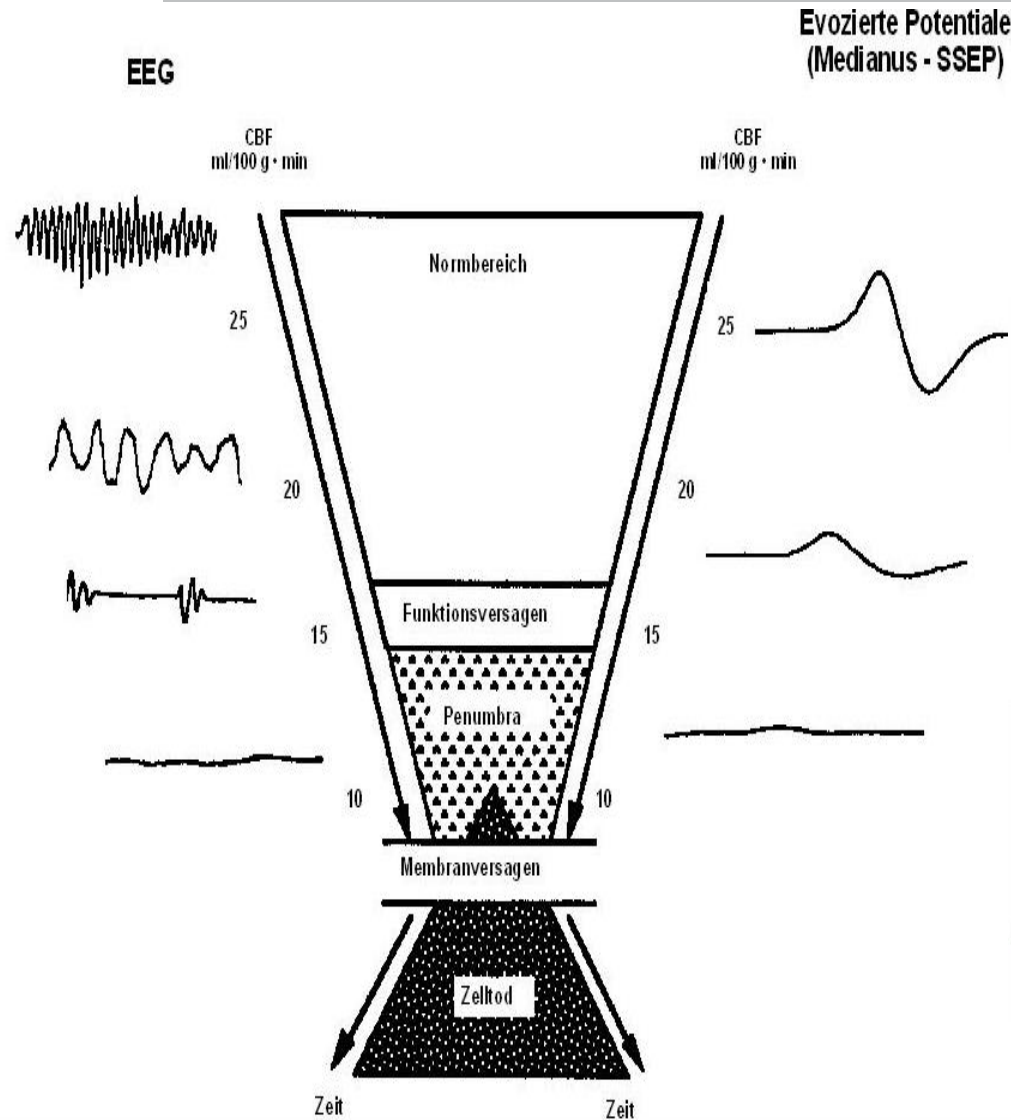
Schlafzustand



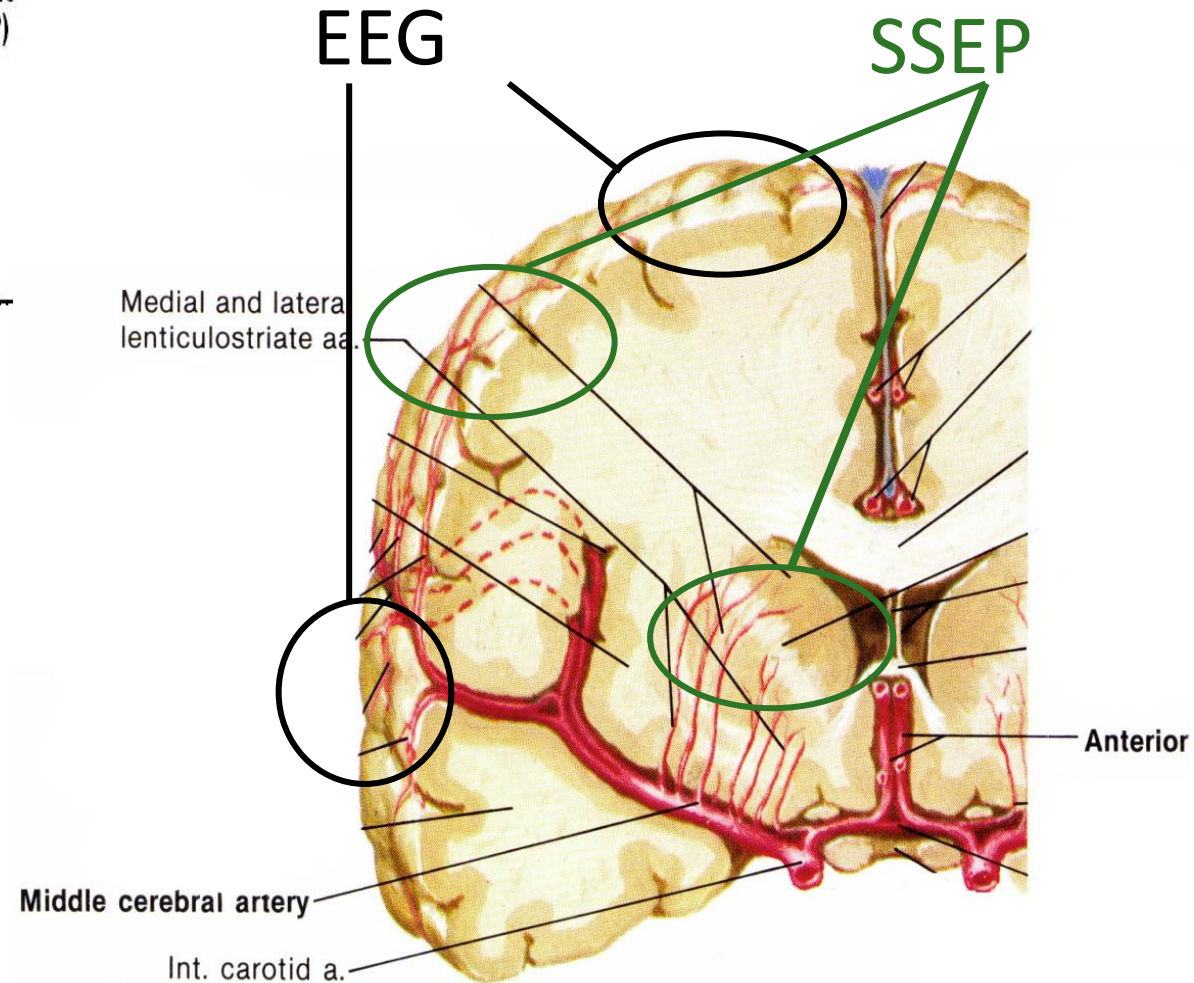
Median Frequenz = 2.5 Hz



EEG und SEP: Ischämie monitoring



Funktionschwelle



EEG: Gesamtkortex

SEP: spezifische (vulnerable) Strukturen



EEG und SEP: Unspezifische Einflüsse

Hypoglykämie

Hämodilution

Hypo-/Hyperkapnie

Hypothermie

Anästhetika

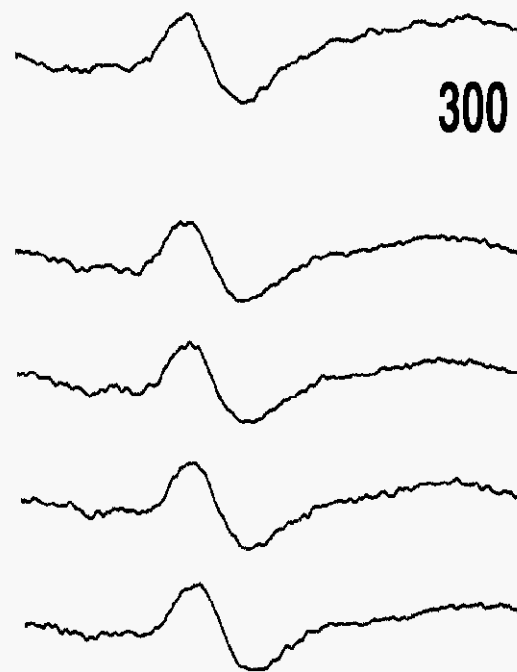
zerebrale Ischämie

Medianus-SSEP

SEP C₃'-F_{pz}

Nativ-EEG

EEG C_z - 0



wach

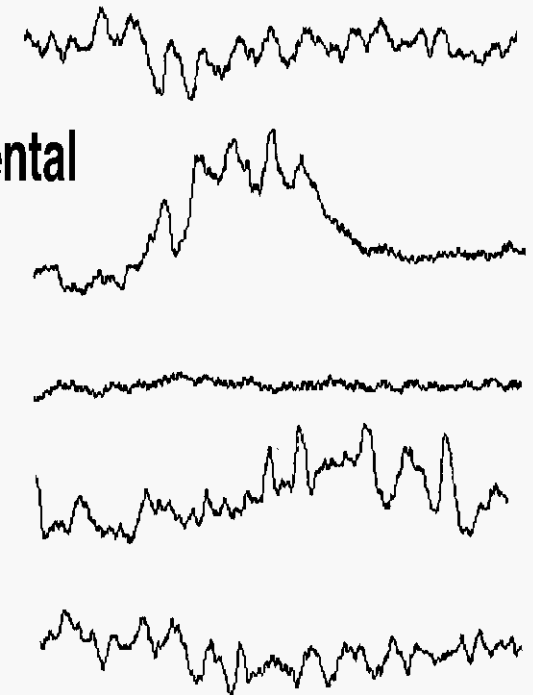
300 mg Thiopental

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)

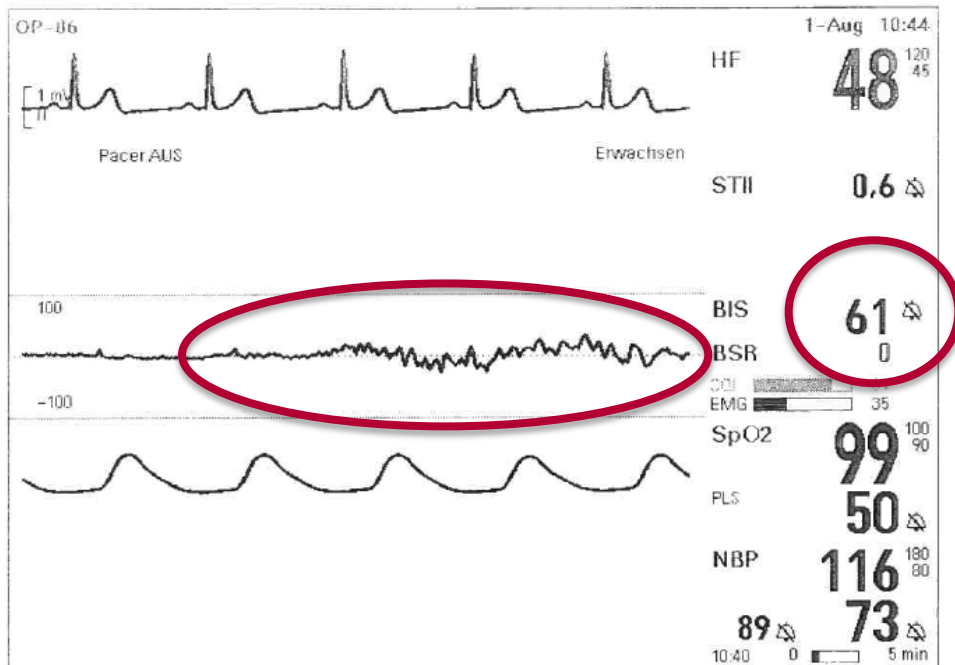
Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

© 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 Awareness⁴¹⁻⁴³ anzuwenden (siehe Tabellen 5

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

EEG Monitoring: Fehlerquellen



Rohsignal muß sichtbar sein

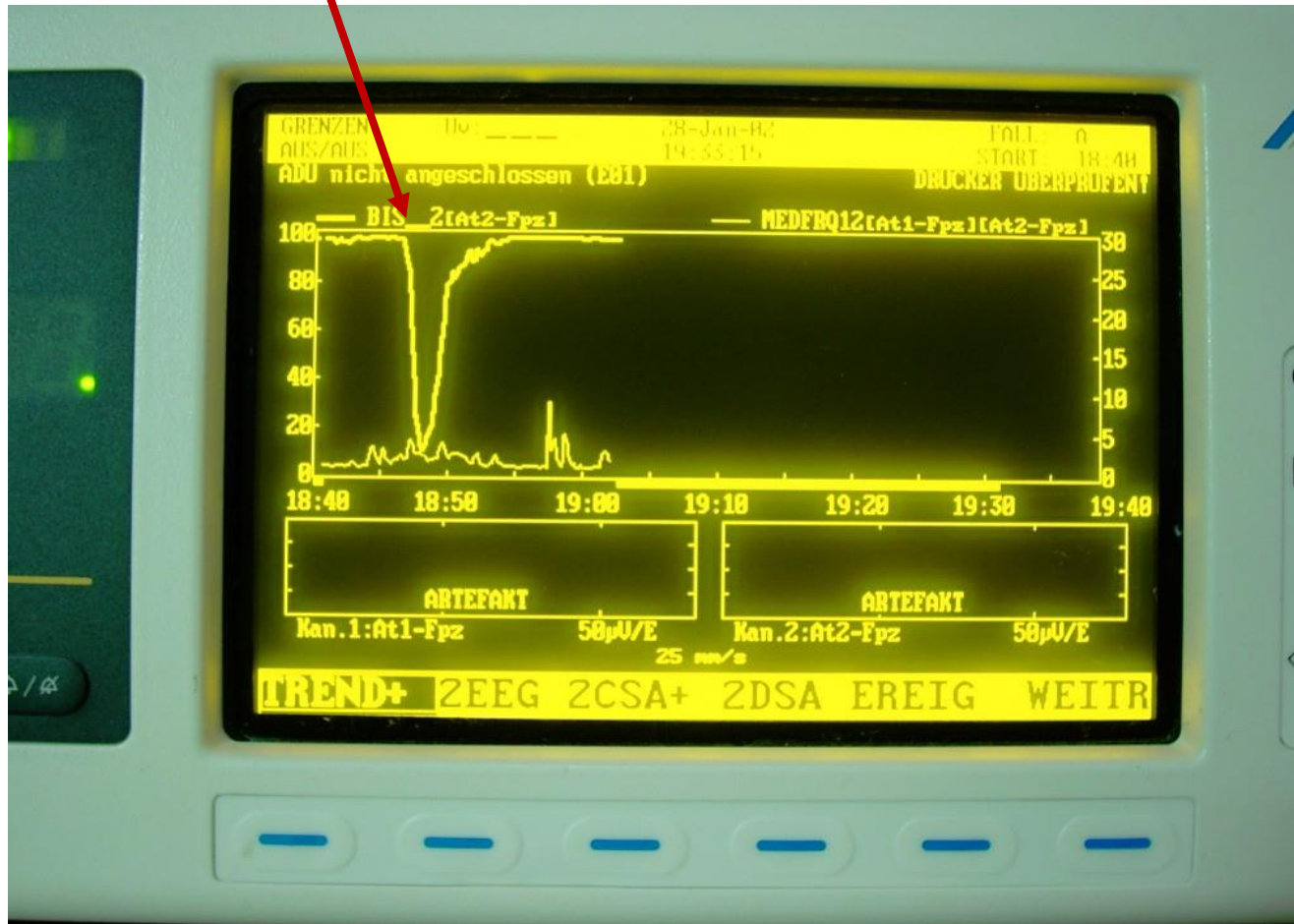
Kenntnisse der Signalverarbeitung/Störeinflüsse/spezieller Muster notwendig!



Aspect A1000: Narkosemonitoring



100mg Succinylcholin

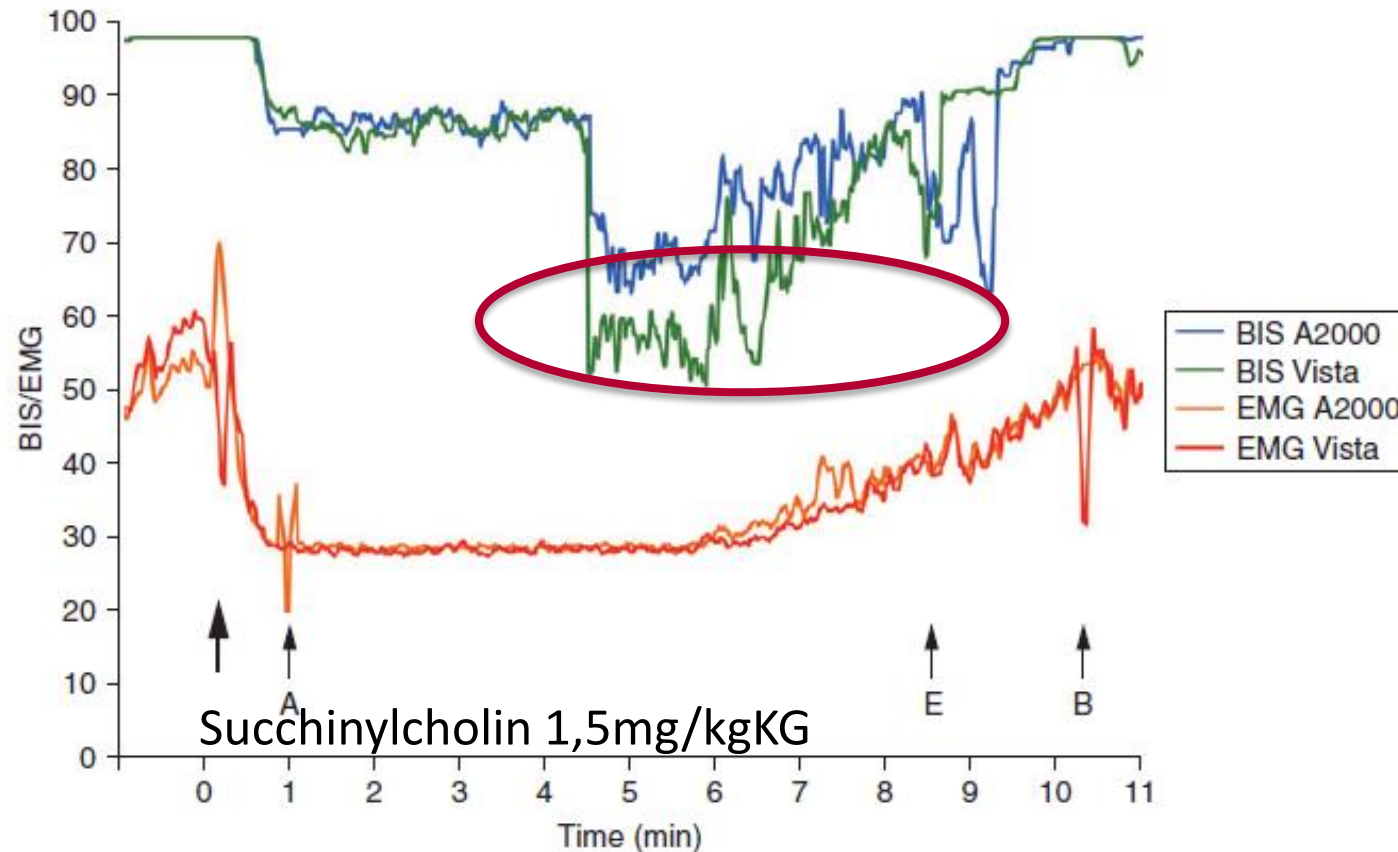


Kenntnisse der Signalverarbeitung/Störeinflüsse notwendig!
Interpretation im klinischen Kontext!

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:

Patientenname/-kleber

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

SEP N. medianus re li
N. tibialis re li
StromstärkemA

Impedanzen

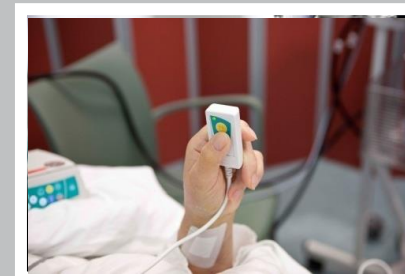
Zeit	Ampl.	Latenz	Bemerkungen
	(µV)	(msec)	(Shunt-Einlage; RR, Temp., Narkosetiefe, usw.)



Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

1. Zielsetzung und Verfahren
2. Stellenwert

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



M.Dinkel, Curriculum Kardioanästhesie
25.9.2021, Regensburg

www.campus-nes.de/medizin-pflege/unsere-kliniken/anaesthesie-intensivmedizin.html



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

Anästhesiemonitoring: Gefahren



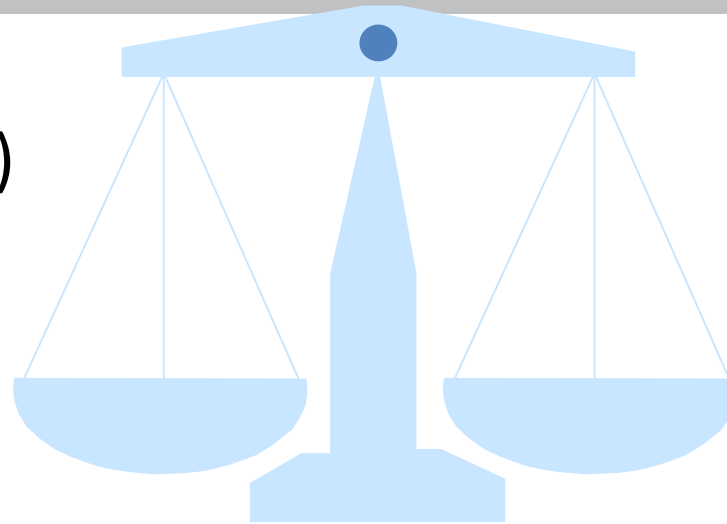
Klinik für Anästhesie
und Intensivmedizin
Bad Neustadt a. d. Saale
Medizinische Exzellenz aus Tradition

Anaesthesie
(Analgesie- Hypnose)



zu tief

Kreislaufinstabilität
Protrah. Erwachen
Narkoseüberhang
Kosten↑ Outcome↓



Chirurgie
(Schmerz-
Weckreaktion)



zu flach

Kardialer Streß
Awareness



Anästhesiesteuerung: Problematik



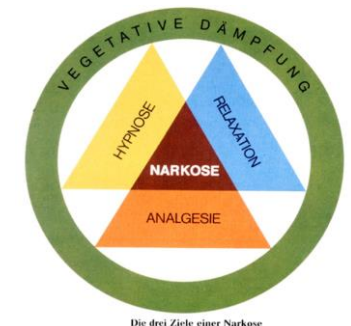
Stadien	Atmung		Augen				Husten	Schlucken	Sekretion	Muskeltonus		
	Thorax	Zwerchfell	Pupillen	Reflexe						Skelett-M.	Abdominal-M.	Glatte M.
				Lid	Bindehaut	Hornhaut						
I Analgesie	▲▲▲▲	▲▲▲▲	●	■	■	■	■	■	■	■	■	■
II Exzitation	▲▲▲▲	▲▲▲▲	●←	■	■	■	■	■	■	■	■	■
III Toleranz	1. Stufe	▲▲▲▲	●	■	■	■	■	■	■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

Stadien der Äthernarkosen. (Nach Guedel)

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

Chirurgenweisheit

- Traditionelle (Güdel-) Zeichen nicht verfügbar /unzuverlässig
- hämodynamische Parameter bei Herz-kreislaufferkrankungen und entsprechender Medikation unzuverlässig
- verschiedene Anästhesiekomponenten

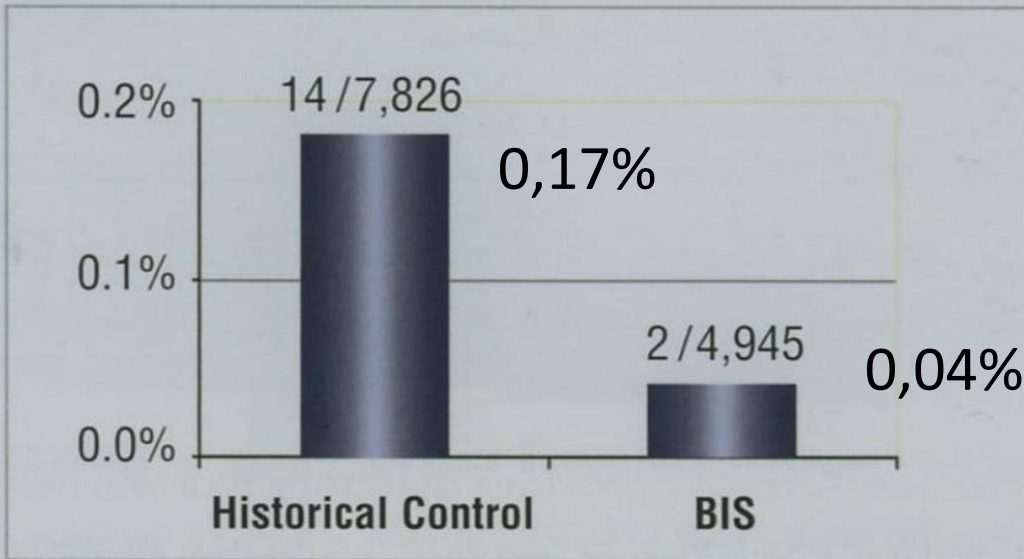


Die drei Ziele einer Narkose

Anästhesiemonitoring: Awareness

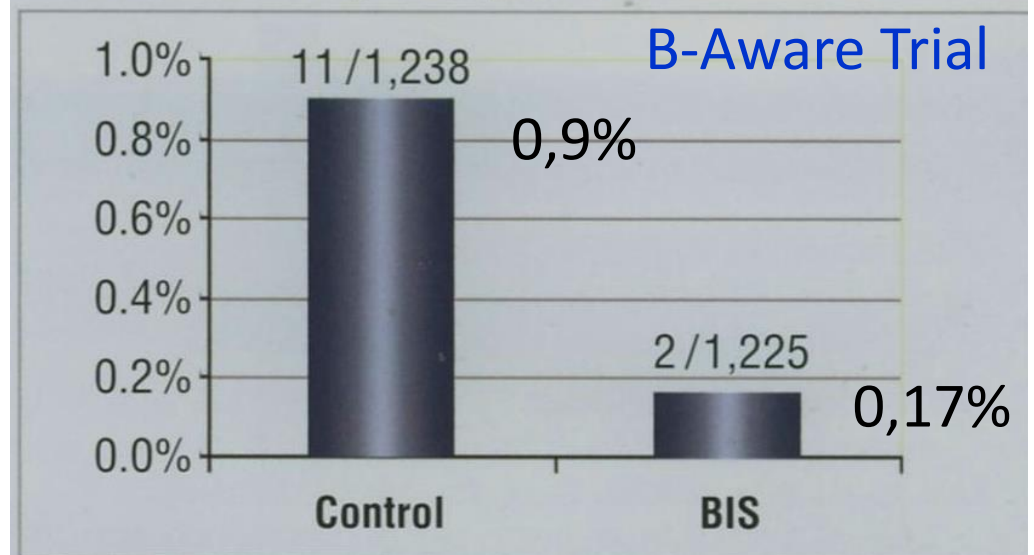


Awareness in a general population

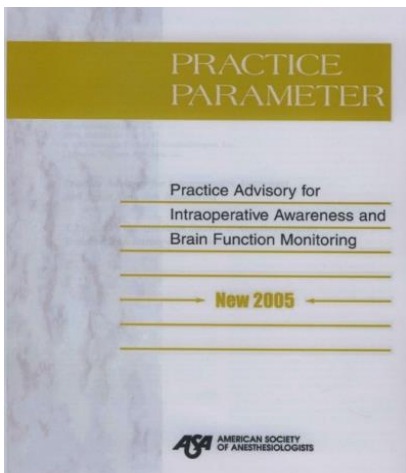


Ekman A, et al. *Acta Anaesth Scand.* 2004;48:20-26.

Awareness in a high-risk population



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



Risikopatienten,-eingriffe,-anästhesieverfahren identifizieren:

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

Management nie allein auf EEG gründen!

Anästhesiemonitoring: **Awareness**



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

Michigan Awareness Control Study

BIS <60

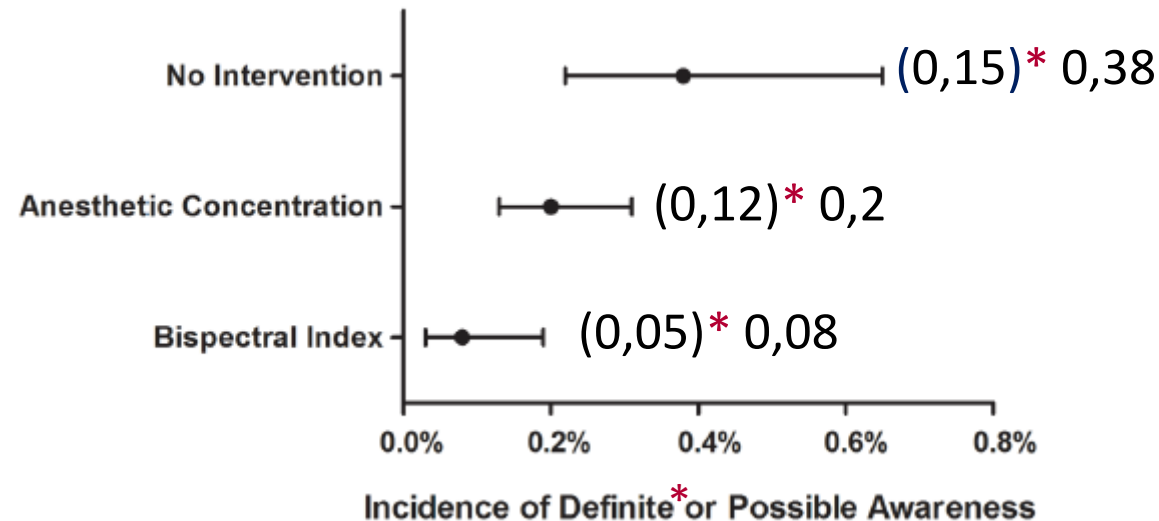
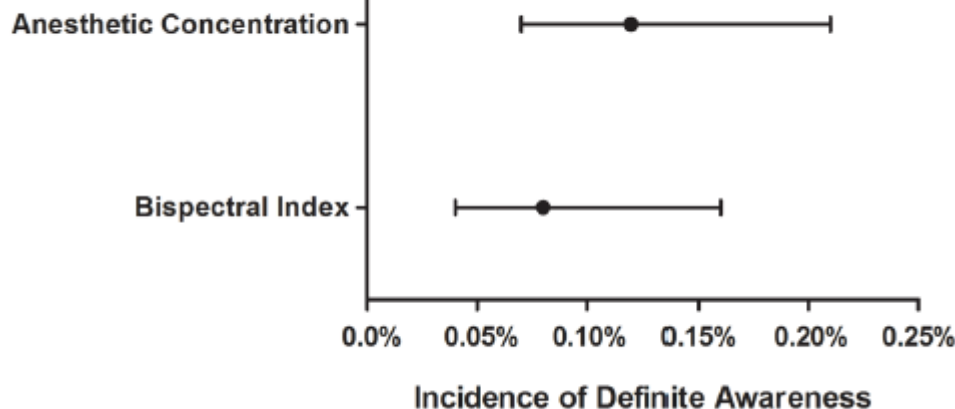
ETAG >0,5 MAC

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)**

Mashour G. et al. Anesth. 117(2012)717



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 Awareness⁴¹⁻⁴³ anzuwenden (siehe **Tabellen 5 und 7**). Zu diesen Risikopatienten gehören solche mit einer Ejektionsfraktion (EF) < 30%, einem Cardiac Index < 2,1 l/min/m², einer hochgradigen Aortenklappenstenose, einer pulmonalen Hypertension, off-pump ACB, Operationen am offenen Herzen oder Zustand nach Awareness.

EEG zur Delirvermeidung





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↓



RESEARCH ARTICLE

Open Access

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

Martin Soehle^{1**}, Alexander Dittmann^{2†}, Richard K Ellerkmann¹, Georg Baumgarten¹, Christian Putensen¹ and Ulf Guenther¹

81 kardiochirurg. 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

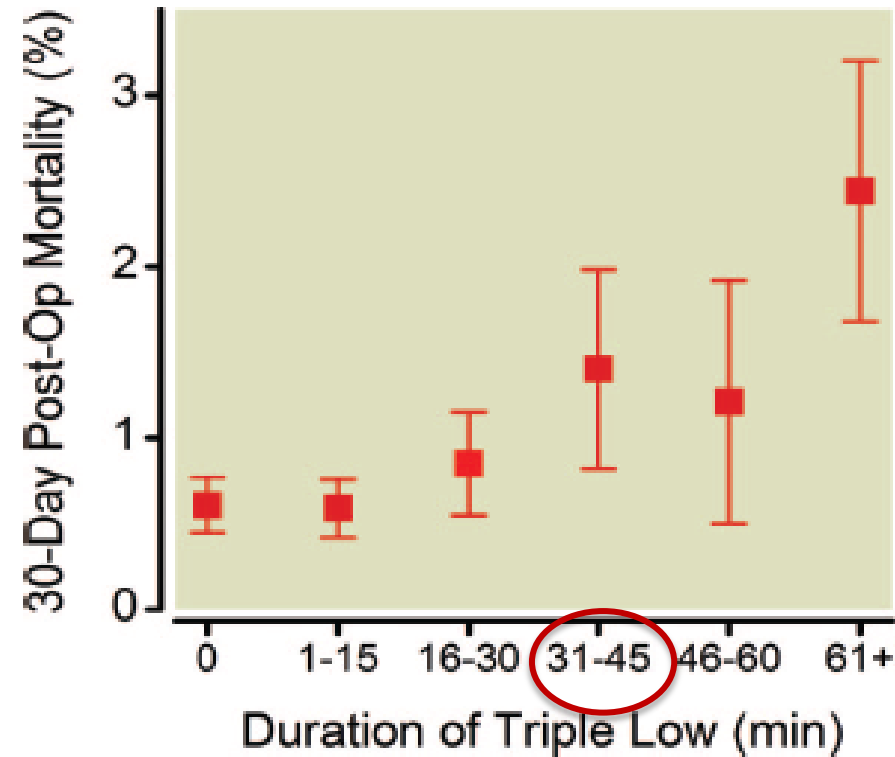
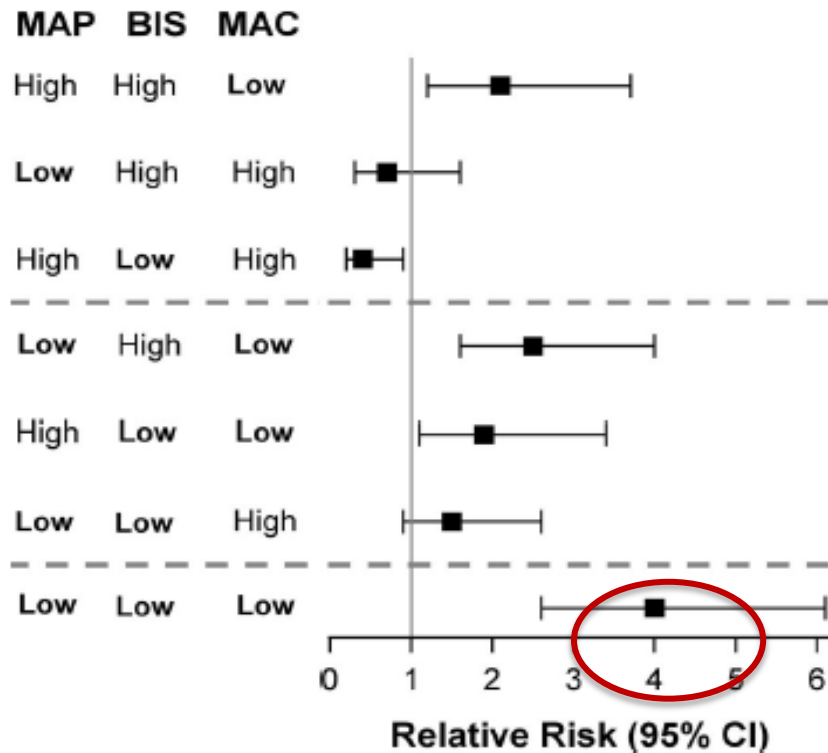
Anästhesiemonitoring: Outcome



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



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



Blutdruck

BIS >Referenz **Referenz** <Referenz

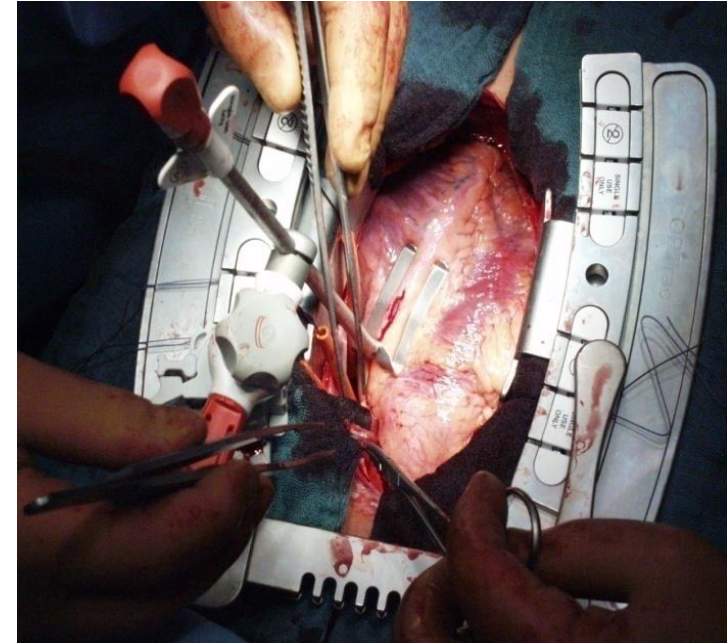
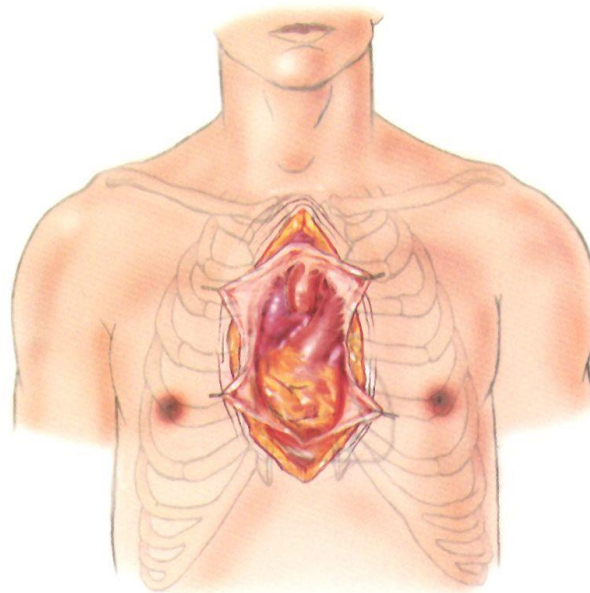
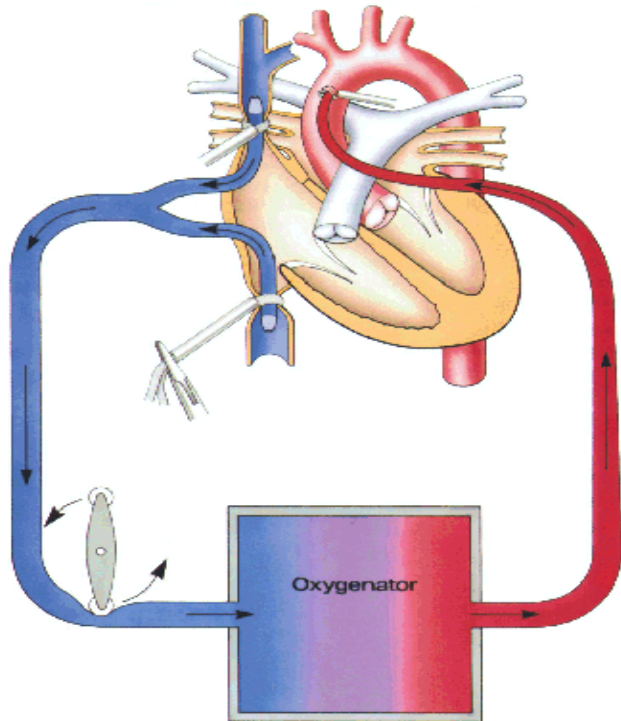
>60 <0,7MAC	Analg↑Hypno↑ Vasodilatator	Hypno↑Analg↑	Vasokonstriktor Hypno↑ Analg↑
40-60 0,7-1,3MAC	Analgesie↑ Vasodilatator	ideal	Vasokonstriktor
<40 >1,3MAC	Vasodilatator Analg↑ Hypno↓	Hypno↓Analg ↓	Hypno↓Analg ↓ Vasokonstriktor

Rationale Narkosesteuerung mit EEG/ETAG/RR-Richtwert

- Objektivierung des Hypnosezustandes und rationale Narkoseführung durch EEG-Monitoring/ETAGM Messung
- Vermeidung von Awareness gegenüber konventioneller Narkoseführung
- EEG Monitoring bei Risikopatienten, -eingriffen und -narkosen
- Hinweis auf besondere Anästhesieempfindlichkeit durch Neuromonitoring
- Risikoreduktion (Delir, Morbidität, Mortalität) durch Vermeidung (extrem) tiefer Narkosezustände
- Neuromonitoring Bestandteil eines Gesamtkonzeptes

Qualifikation nötig: Kenntnis von Artefakten und Fehlerquellen





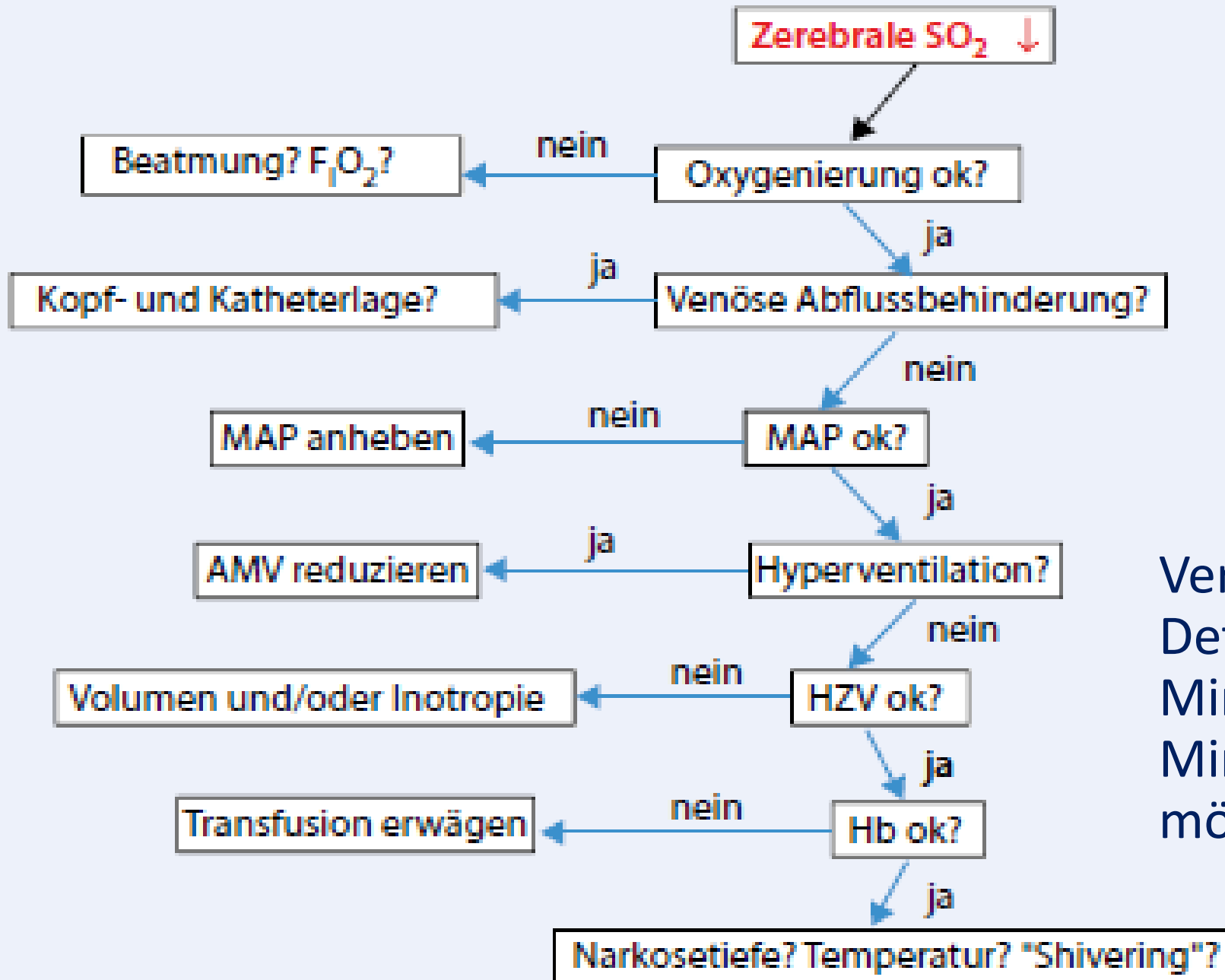
- Hohe Rate (neuro)-kognitiver Defizite
- Viele potentielle Ursachen

EEG ↓: Differentialdiagnostik

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

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

HCH: rSO₂-Algorithmus



Vermeidung von Defiziten aufgrund Minderperfusions o. Minderoxygenierung möglich

Denault et al 2007

Cerebral near-infrared spectroscopy (NIRS) for perioperative monitoring of brain oxygenation in children and adults (Review)

Authors' conclusions

The effects of perioperative active cerebral NIRS monitoring of brain oxygenation in adults for reducing the occurrence of short-term, mild POCD are uncertain due to the low quality of the evidence. There is uncertainty as to whether active cerebral NIRS monitoring has an important effect on postoperative stroke, delirium or death because of the low number of events and wide confidence intervals.

Yu Y, Zhang K, ZongH, Meng L, Han R, The Cochrane Collaboration 2018

Near-infrared spectroscopy in adult cardiac surgery: between conflicting results and unexpected uses

NIRS to monitor cerebral oxygenation during cardiac surgery is an attractive idea, but present data do not support its use to diagnose or prevent neurological complications.

However, in aortic arch surgery, NIRS might promptly indicate technical problems (such as malposition of the aortic cannula) and therefore its use is encouraged.

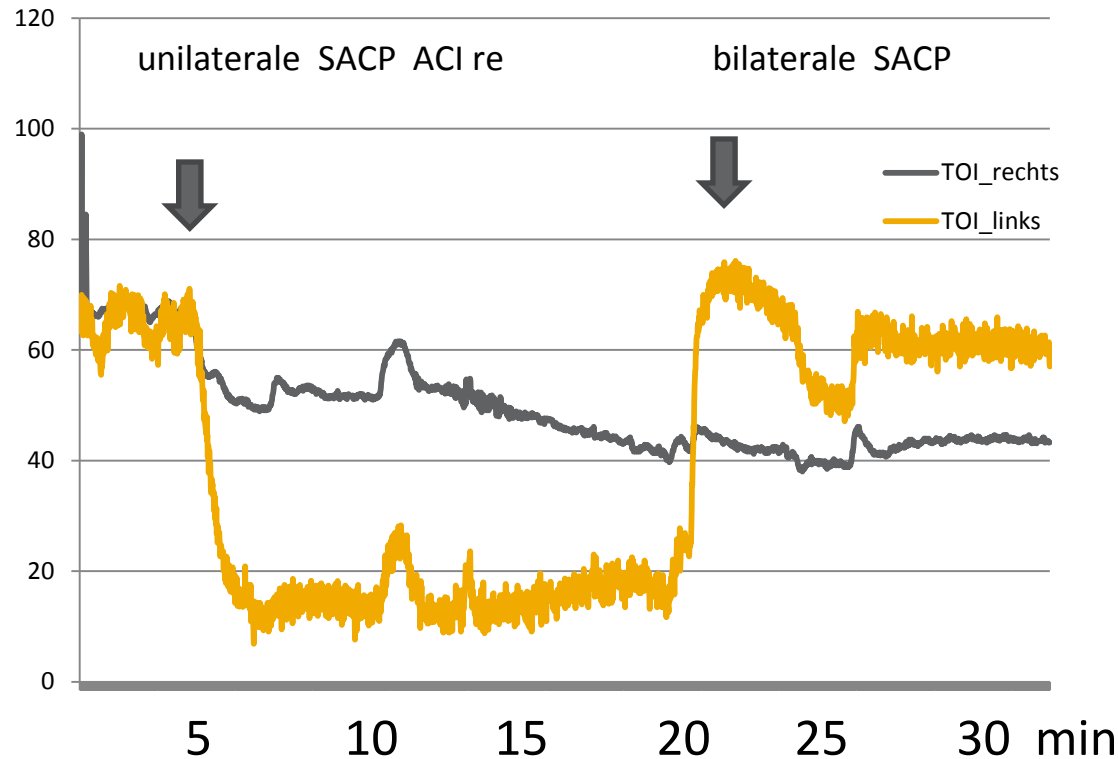
As a perspective, NIRS can be used to stratify patients at risk for systemic complications (especially renal and vascular events) to tailor perioperative care,

Also, an interesting approach would be the use of NIRS in the outpatient setting, to predict an incipient severity of aortic valve stenosis and prevent syncopal episodes. Future studies might investigate those unconventional uses for NIRS.

Nenna A, Barbato R, Greco SM, et al.
J Geriatr Cardiol 14(2017)659



NIRS: Selektive Hirnperfusion



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

Initial SACP re, nach 5 min
SACP li zusätzlich

Postop neurologische o.B

- Erkennung Kanülenfehlage, notwendige bilaterale SACP
 - Steuerung Flußrate SACP
- aber normale rSO_2 schließt Ischämie nicht aus

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

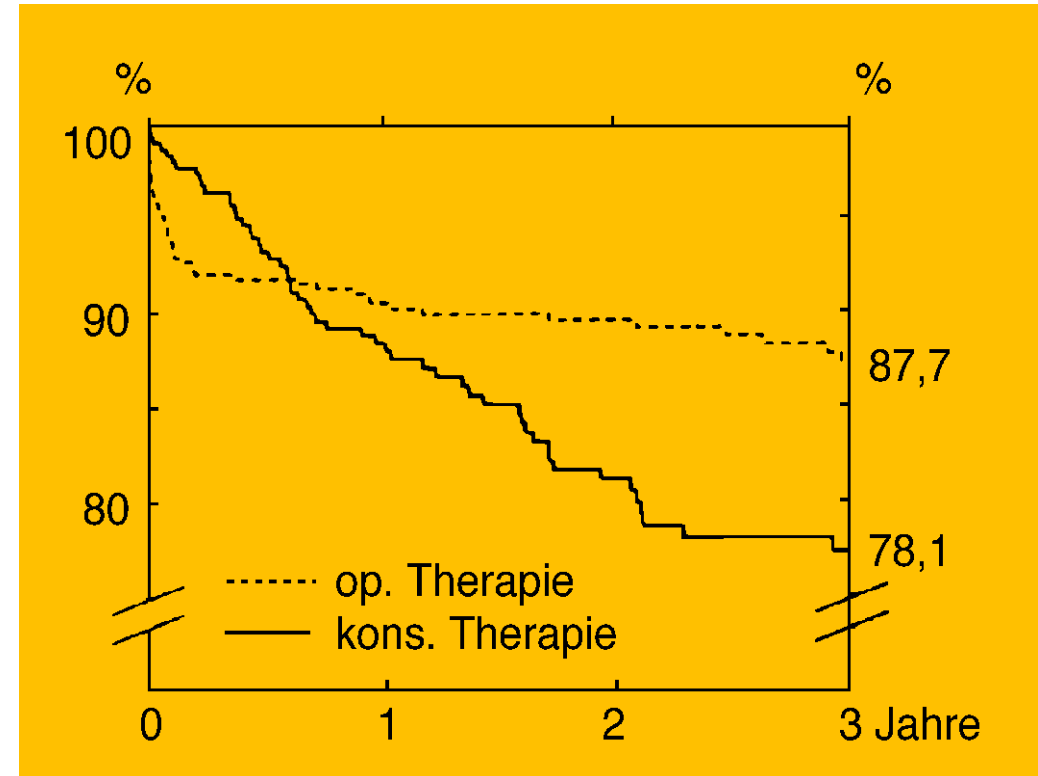
Gesellschaften sprechen sich für den Einsatz von **NIRS** zur Erkennung einer fehlerhaften Kanülenlage bei der Korrektur angeborener Herzfehler im Kindesalter, sowie bei Operationen am Aortenbogen bei Kindern und Erwachsenen aus. Im Sinne einer Expertenmeinung wird die Anwendung von NIRS empfohlen bei 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%

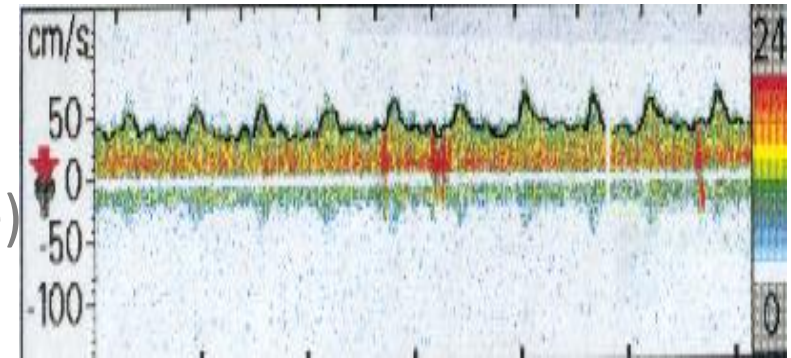
1,7 - 6,6% periop. Apoplexrate

ECST 1991, ACAS 1995, IQTIG 2017

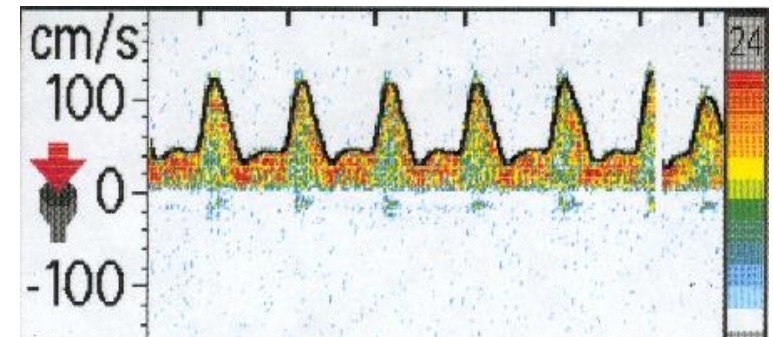


Carotis-TEA: Apoplexursachen

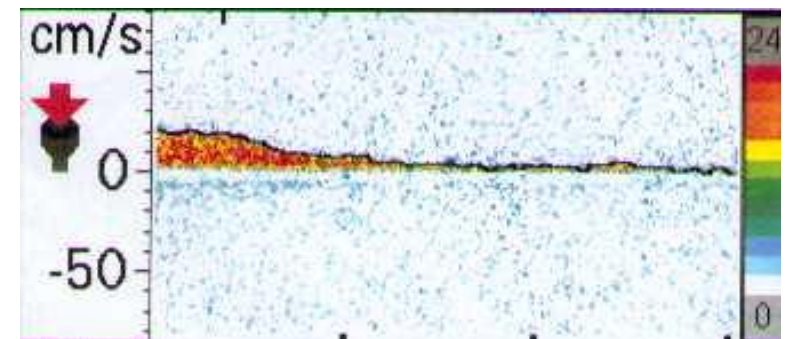
- Thrombose/Embolie (40%) <10% Klinik
No touch der A.carotis
(**Cave:** Lagerung, Shunt, Regionalanästhesie)
optimale OP-Bedingungen,
sorgfältige Desobliteration



- Hirnblutung/Hyperperfusion (18%)
Normotonie nach Declamping



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



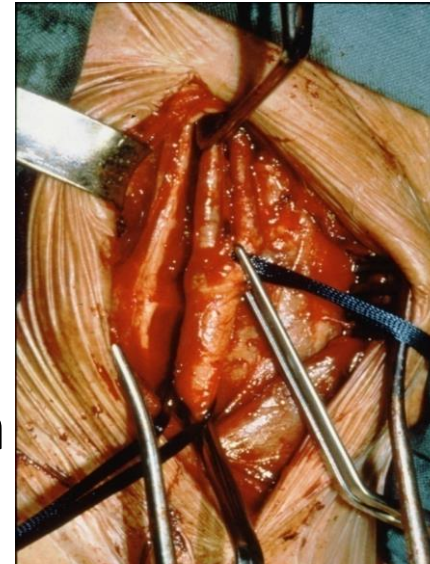
Riles TS. et al JVascSurg 19(1994) 206



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.

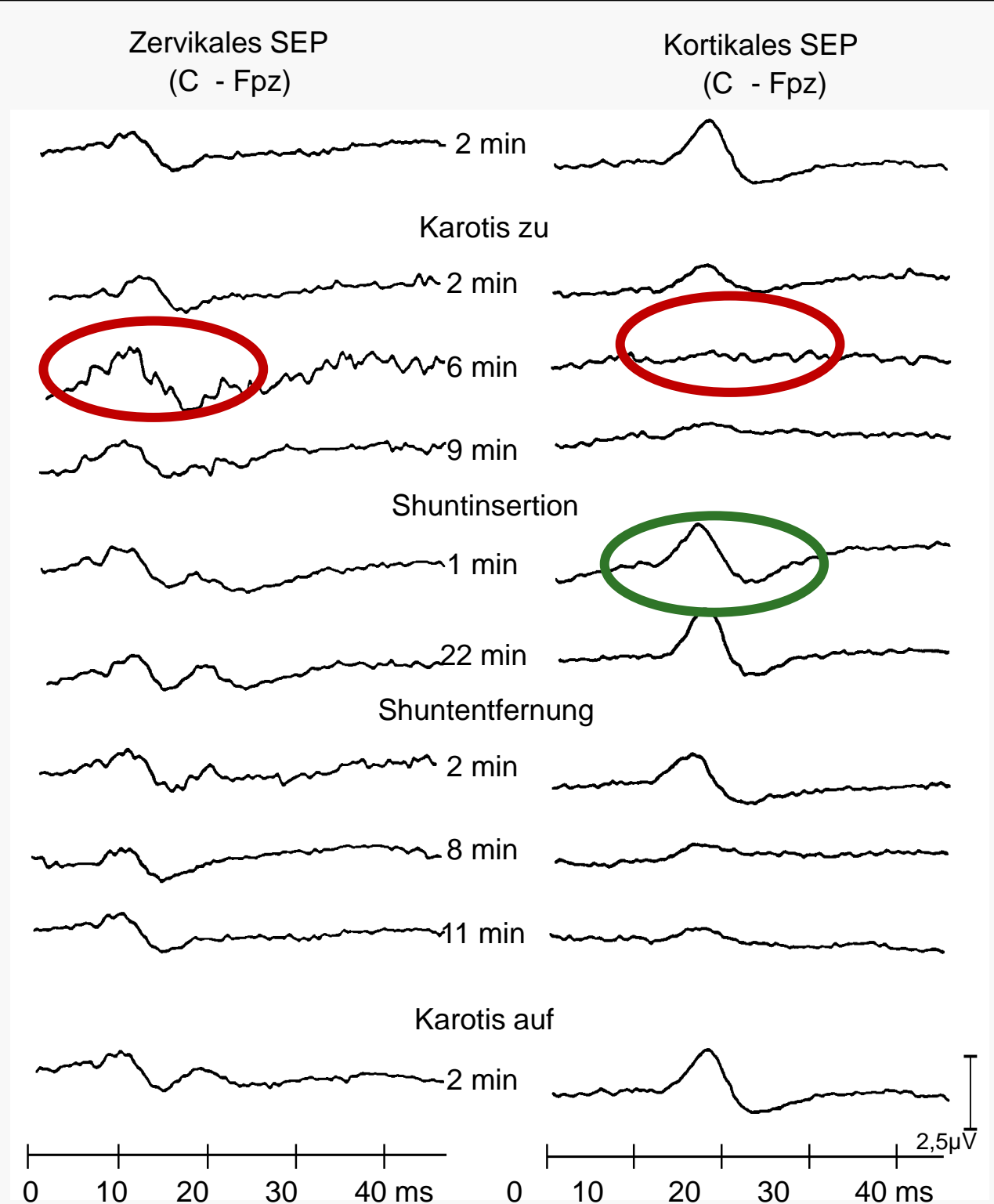
Sensitivität 99%

Spezifität 98%

Shuntrate 8,3%

Apoplexrate 1,3%

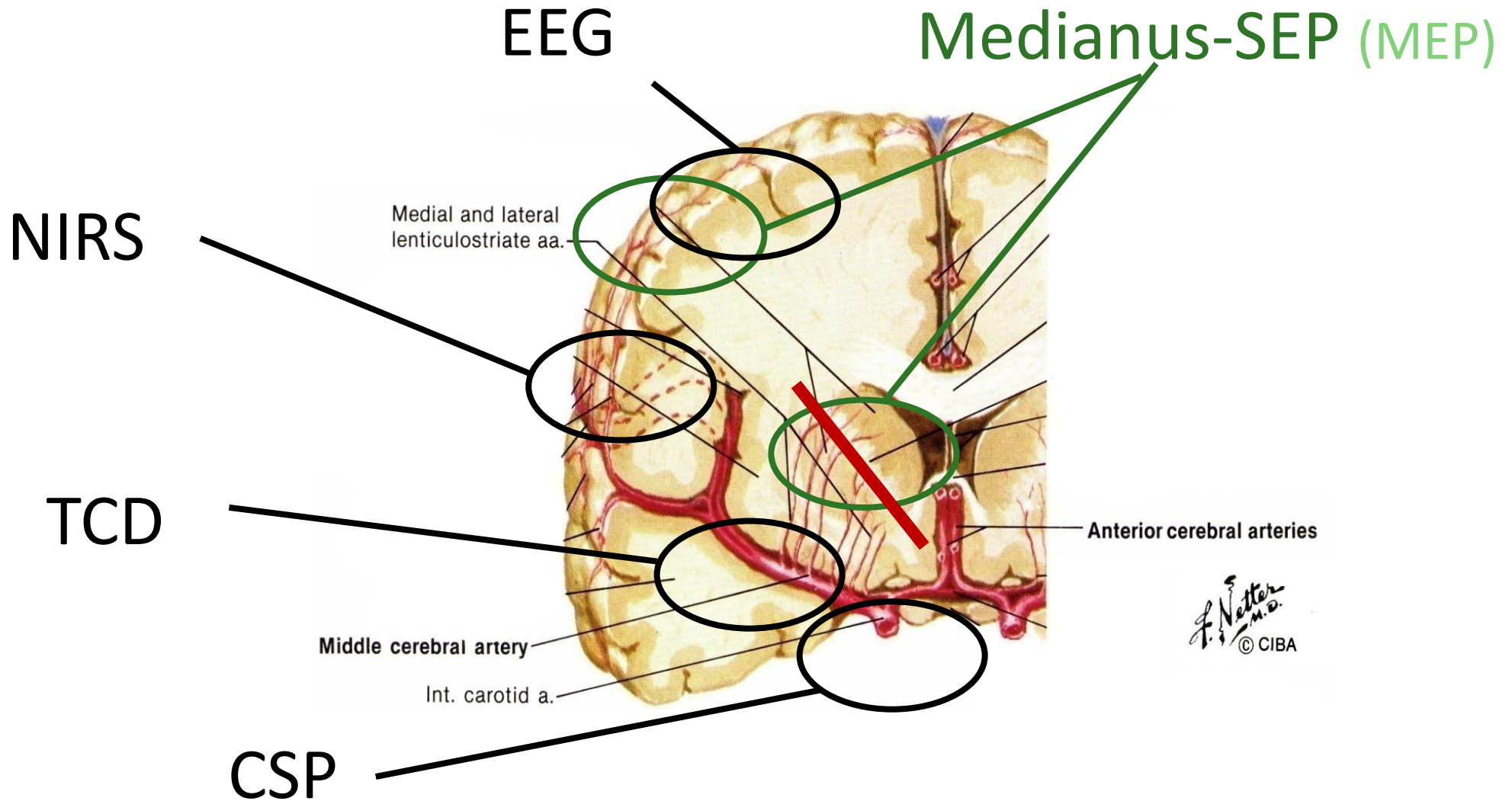
Dinkel et al 2004



Carotis-TEA: Neuromonitoring

Anforderung	SSEP	EEG	CSP	TCD	SjO ₂	rSO ₂
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**



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)

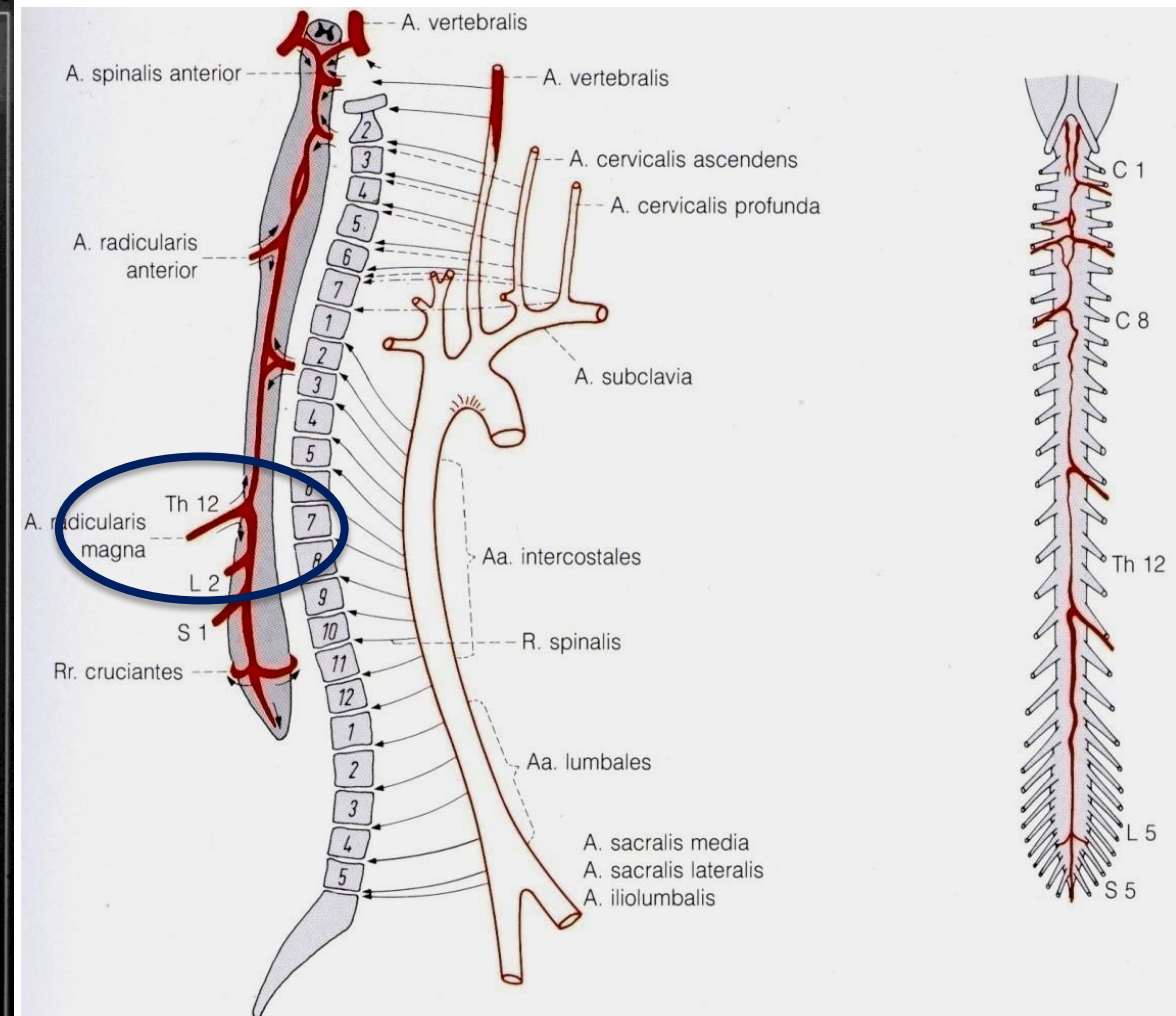
Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

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

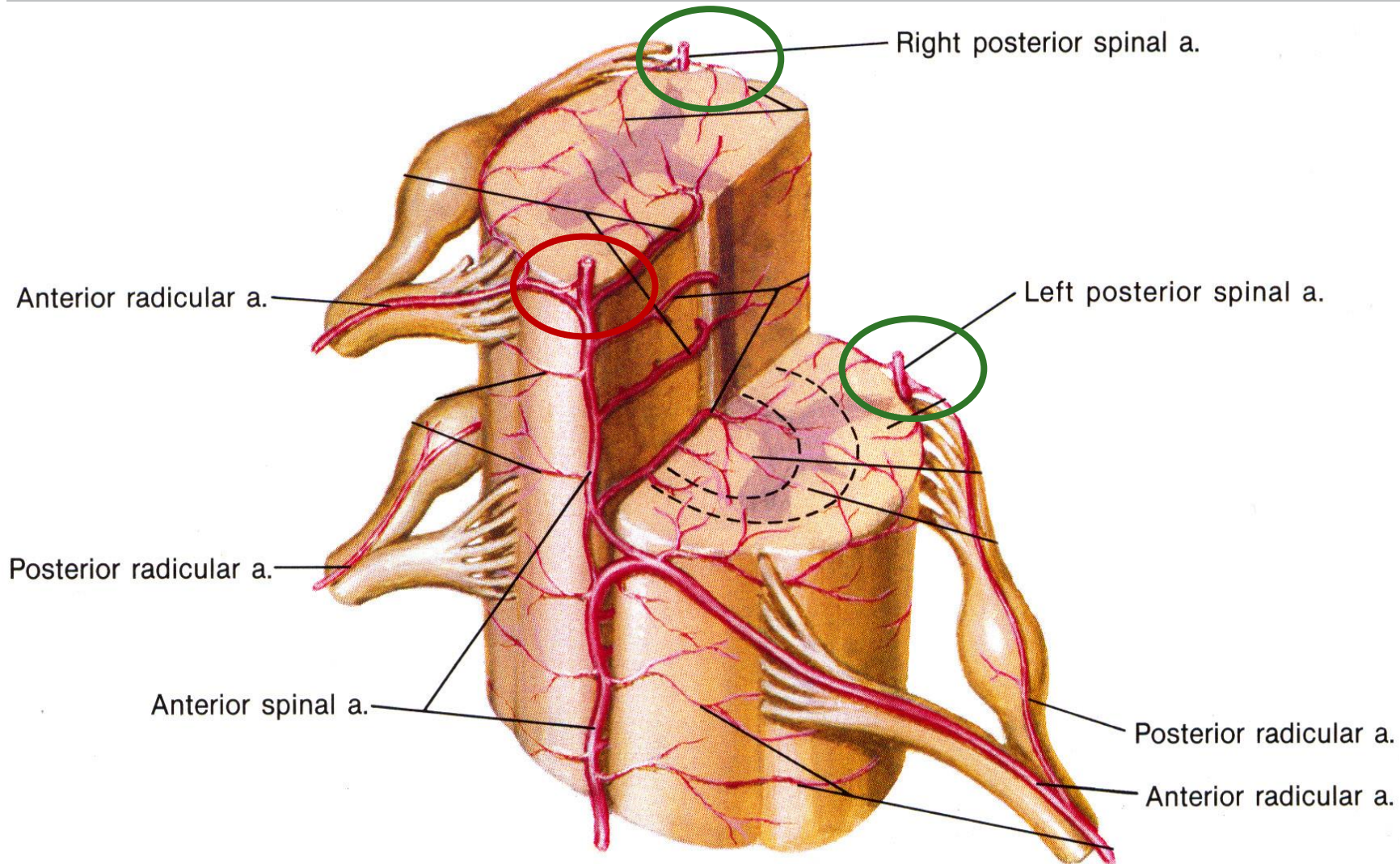
© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

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

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

Cave: Neurologisches Spätdefizit (postop. neurologische Kontrolle, O₂ Angebot ↓)

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

Effektive Verhinderung von Paraplegien durch Maßnahmenpaket

- Multifaktorielle neurolog. Defizite
- SEP alleine unzureichend
- MEP-Ableitung schwierig aber zuverlässig
- multimodales und ggf postoperatives Monitoring
(ISP-Messung und Liquordrainage!)
- Gezielte Interventionen
- Abstimmung mit Operateur

**Effektive Verhinderung von Paraplegien durch
Maßnahmenpaket**



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

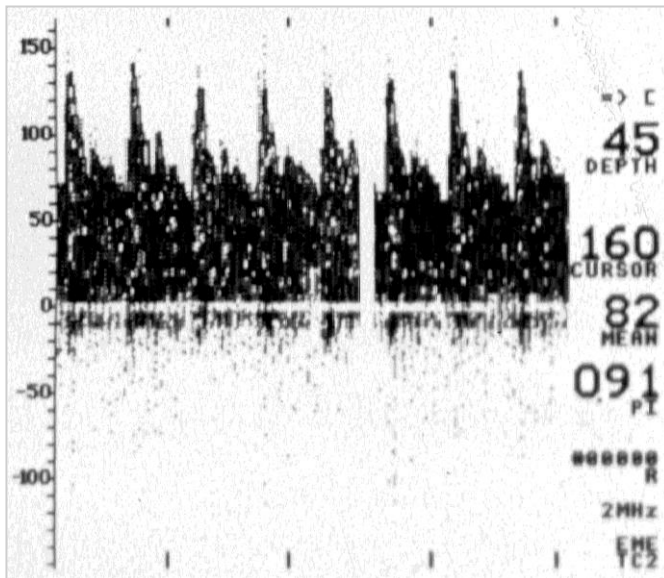
Komaprognose: Fallbeispiel

F.S. 6 Jahre
Prot. Reanimation

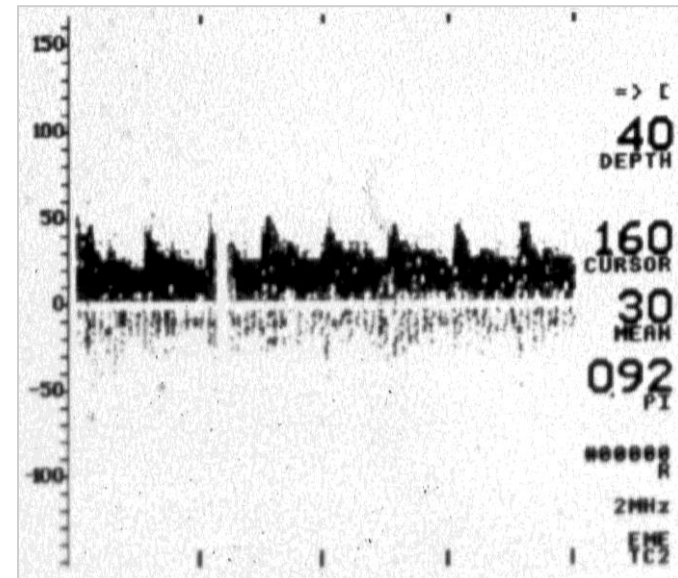
Weiteres Procedere?
Zerebrale Prognose?

Klinik: beginnendes Multiorganversagen
keine zerebrale Prognosebeurteilung
(Katecholamine, Analgosedierung)

TCD: MCA rechts

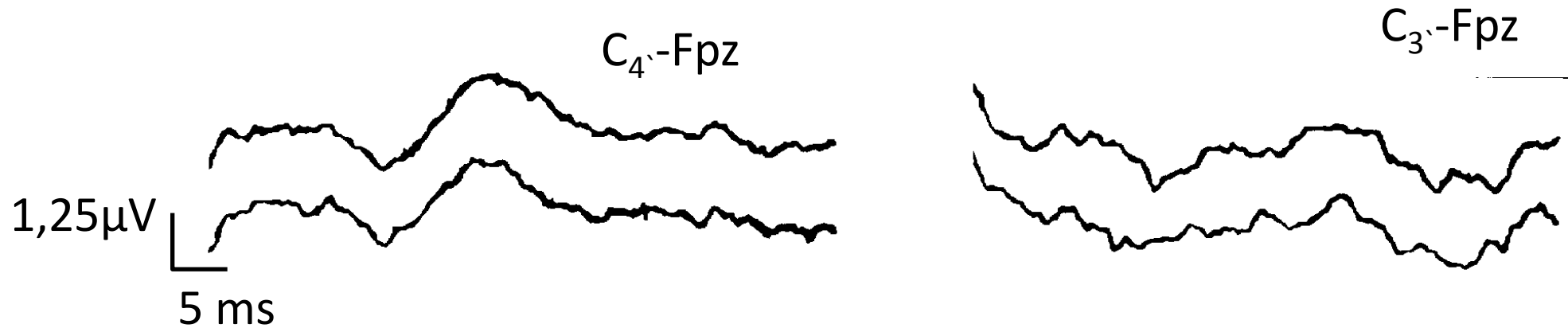


MCA links



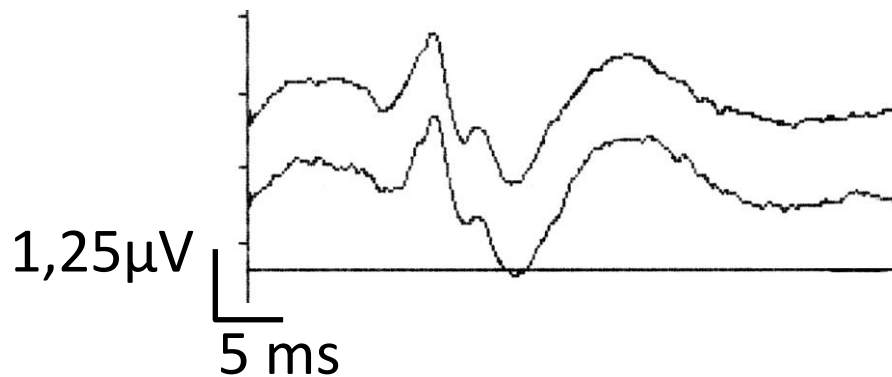
Komaprognose: Fallbeispiel

08. 6. 99: SSEP



BAEP normale Latenzen I - V

15. 6. 99: SSEP C₄-Fpz



C₃-Fpz

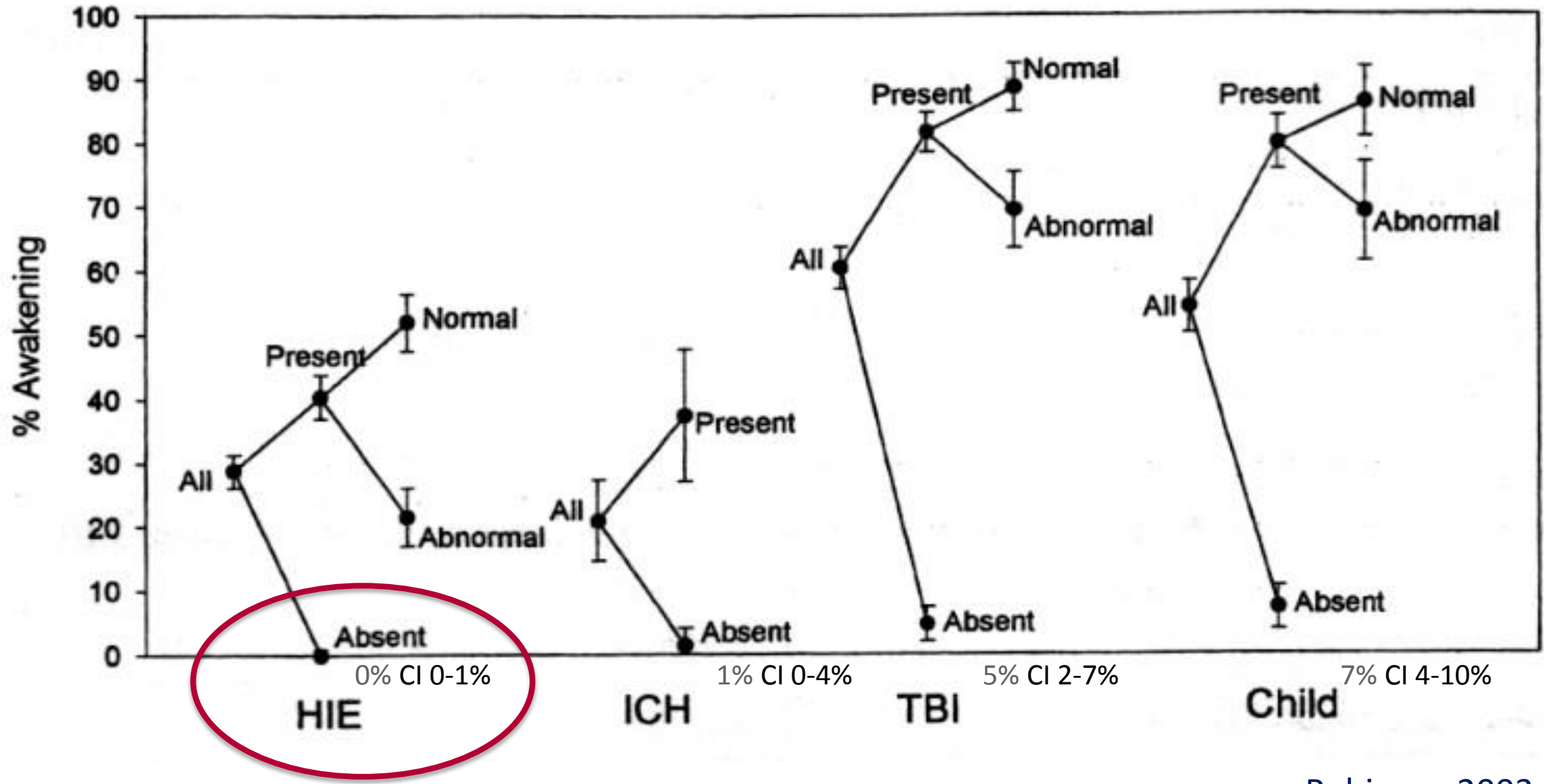


Komaprognose: **Fallbeispiel**



- 18. 8. 99** Entlassung nach Hause
- 24. 9. 99** Rehaklinik Tannheim
- Neurologische Residuen:Spitzfuß
- 6. 12. 00** Besuch der Volksschule

Komaprognose: SEP



Robinson 2003

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

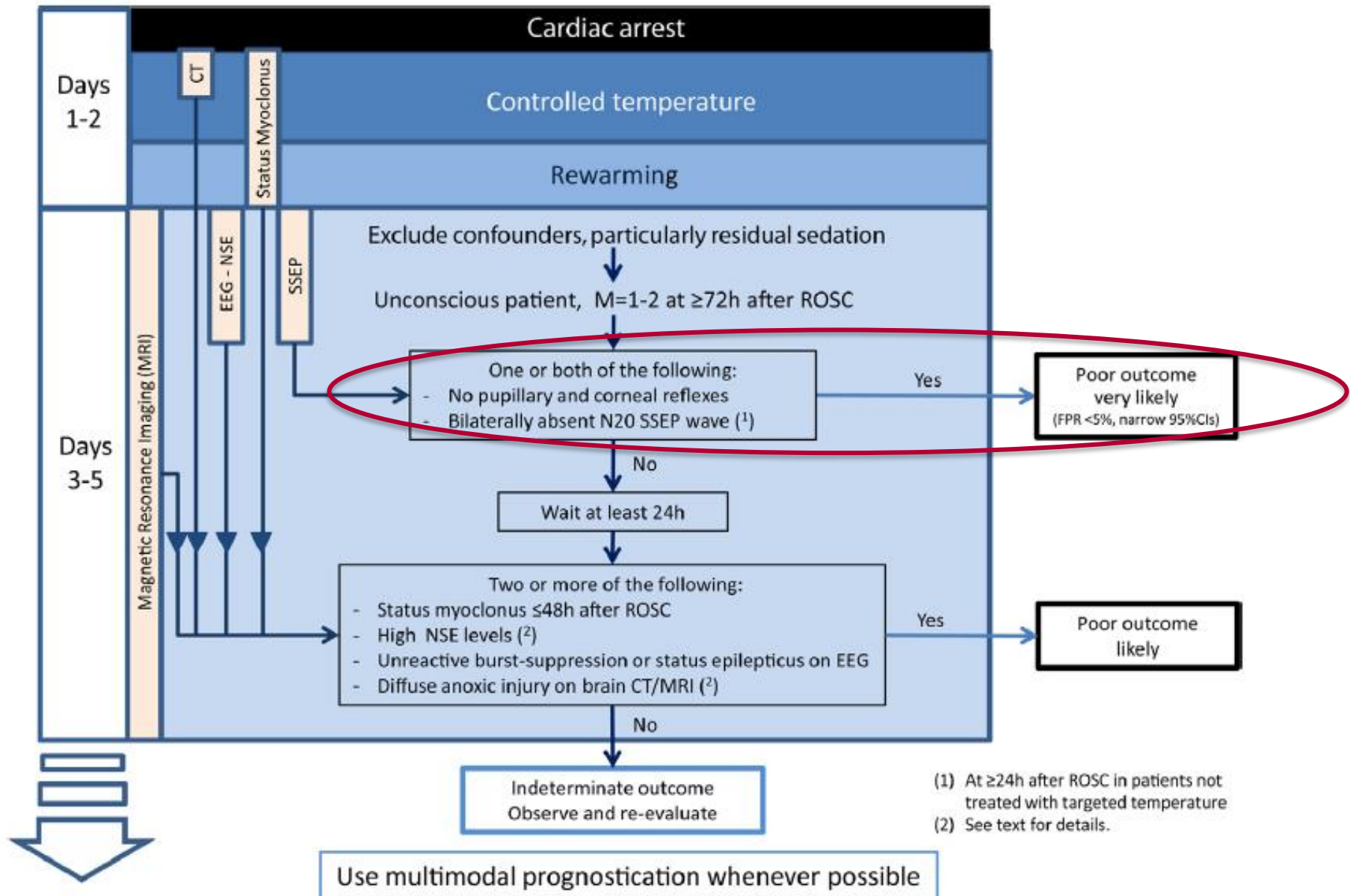
Hohe prognostische Sicherheit

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

Entscheidung über therapeutische Konsequenzen im Einzelfall unter Berücksichtigung der Gesamtsituation



Komaprognose: Methoden



Neuromonitoring: **Kontroverse**



Mangelnde Verbreitung trotz Outcomeverbesserung



- **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



- **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 6625700

michael.dinkel@campus-nes.de



RHÖN-KLINIKUM
Campus Bad Neustadt
Medizinische Exzellenz aus Tradition

Herzlich willkommen!



www.campus-nes.de



BAT

7.10.2021 | 14.10.2021
digital | www.ainsp-live.de

 Westdeutsche
Anästhesietage
28.10.2021 | 4.11.2021

 abbsat
anästhesietage
11.11.2021 | 18.11.2021

Regionaltagungen.de

Herzliche Einladung!

Curriculum Kardioanästhesie – Der herzkranke Patient*

Online 7./9. bzw 14./16.Dezember 2021

Einladung folgt!

Curriculum: **Kardioanästhesie**

