

Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Bad
Neustadt
aus Tradition

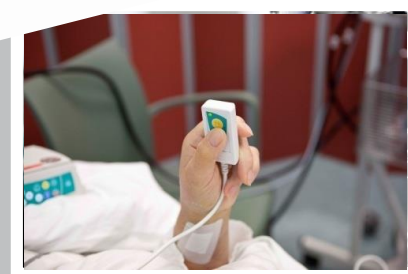
DGAInfo

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)

Klini
und I
Chefa
PD Dr



M.Dinkel, Curriculum Kardioanästhesie
23.10.2022, Jena-online

www.anaesthesie-bad-neustadt.de

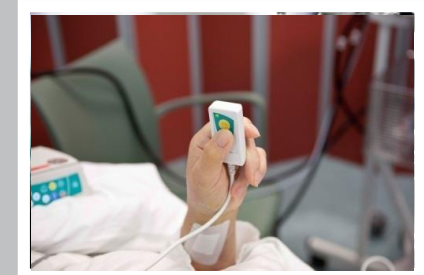
 **ASKLEPIOS**

 **RHÖN-KLINIKUM**
AKTIENGESELLSCHAFT

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
23.10.2022, Jena-online

- Hohe Vulnerabilität von Gehirn und Rückenmark

Ischämiezeit

3-5 min

5-8 min

8-12 min

>12 min

zerebr. Funktionsausfall

komplett reversibel

moderates Defizit

deutliches Defizit

schwerstes Defizit

abhängig von:

Vorschädigung, Ischämieausmaß/-dauer

Reanimation/Perfusionssteigerung, Protektion (Hypothermie)

Aktuelle Gefährdung oft nicht exakt bestimmbar, zeitkritische Veränderungen

Schnelle Reaktion! Time=Brain

Neuromonitoring: Warum?

- Hohe Vulnerabilität von Gehirn und Rückenmark
Ischämie und Traumatisierung
- Unsichere spinale und zerebrale Protektion
- Verspätete Diagnose zentral- und peripherenervöser
Komplikationen unter Sedierung/Narkose
- Unsichere klinische Beurteilung des Narkosezustandes
und der zerebralen Prognose

■ 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

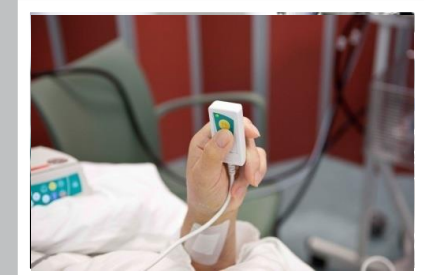
- Beurteilung zerebrale Prognose

**... 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
23.10.2022, Jena-online



Einfache Anwendung

(bedside, ungestörte Patientenversorgung,
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

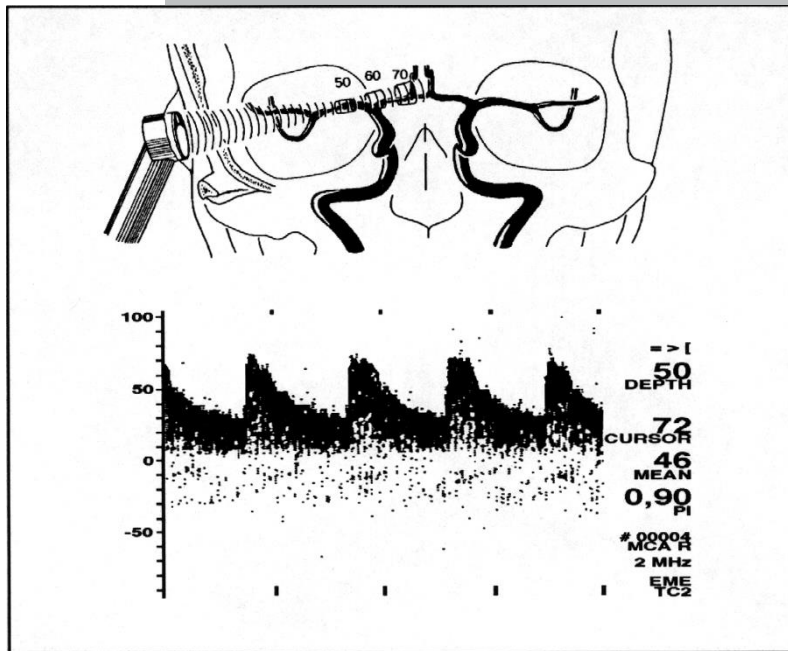


- PET/SPECT
- Mikrodialyse
- Gewebe - pO_2
- Jugularvenöse Oximetrie
- **Transkranielle Oximetrie**

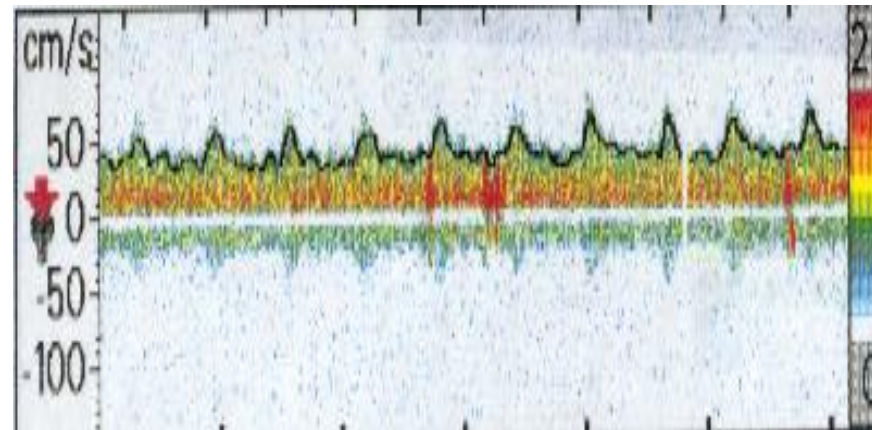
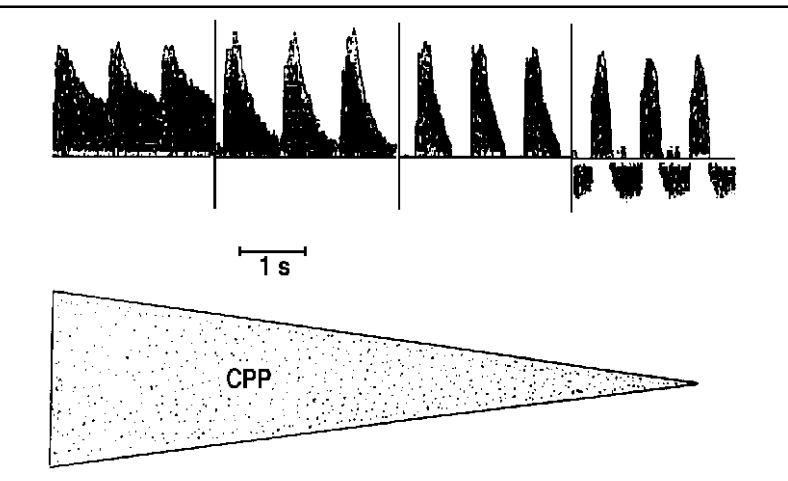
Funktion



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



- Flußprofil und -richtung
- Zerebraler Zirkulationsstillstand
- Blutstromgeschwindigkeit
- CO₂-Reaktivität
- Autoregulationsreserve
- Embolieerkennung

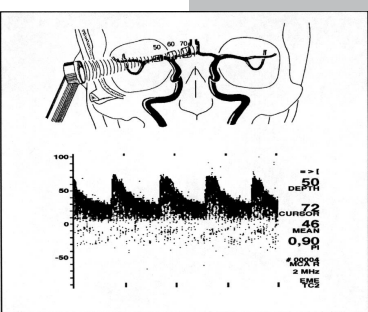


Nicht invasiv, ubiquitär einsetzbar, beliebig wiederholbar

Neuromonitoring: TCD vs. SEP



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



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



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

	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

Dinkel 1994



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)

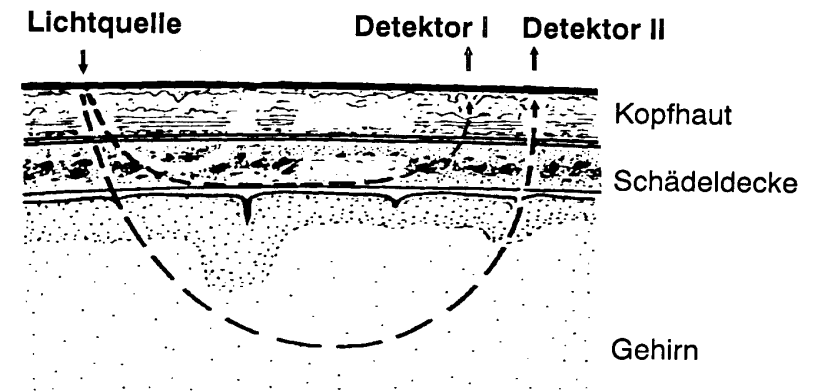
Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

© 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 Dopplersonographie in der Kardioanästhesie aus. Vielmehr bleibt die TCD speziellen Fragestellungen, wie zum Beispiel dem Nachweis von HITS im Rahmen von Forschungsprojekten, vorbehalten.

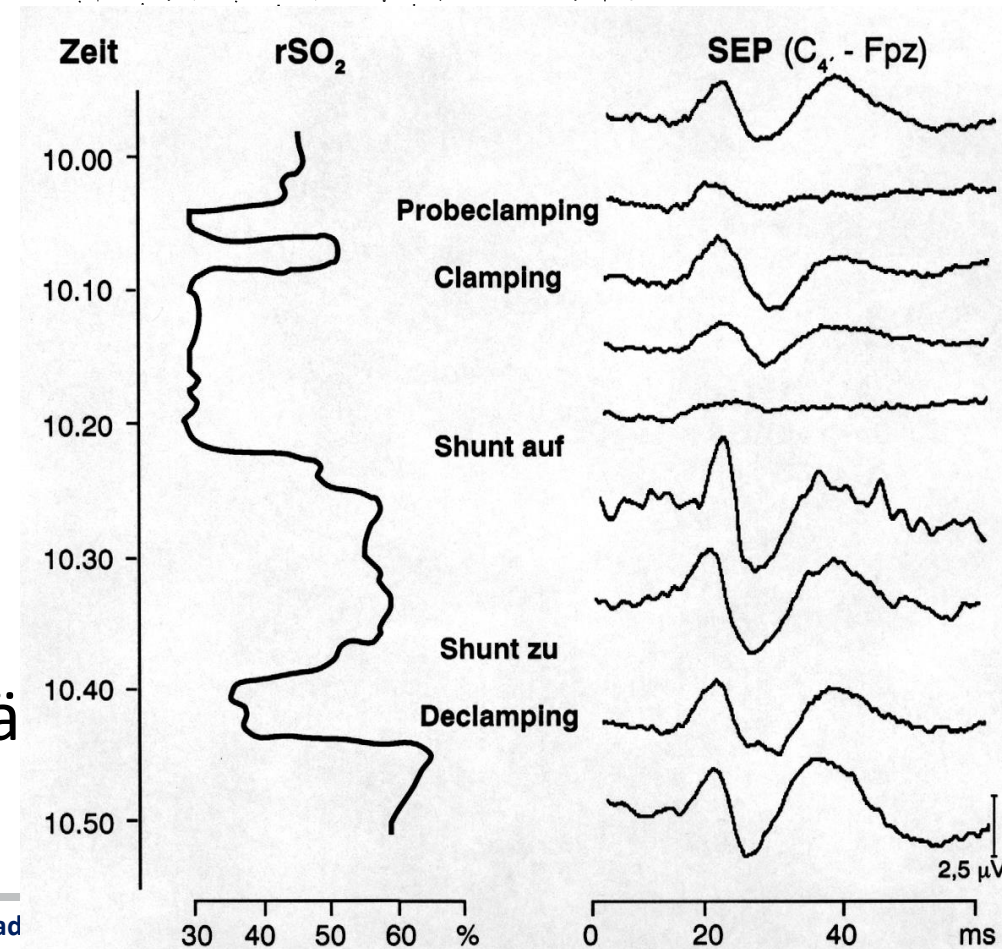
Schnelle Orientierung über zerebrale Perfusion wenn Schallfenster verfügbar (Kinder!)

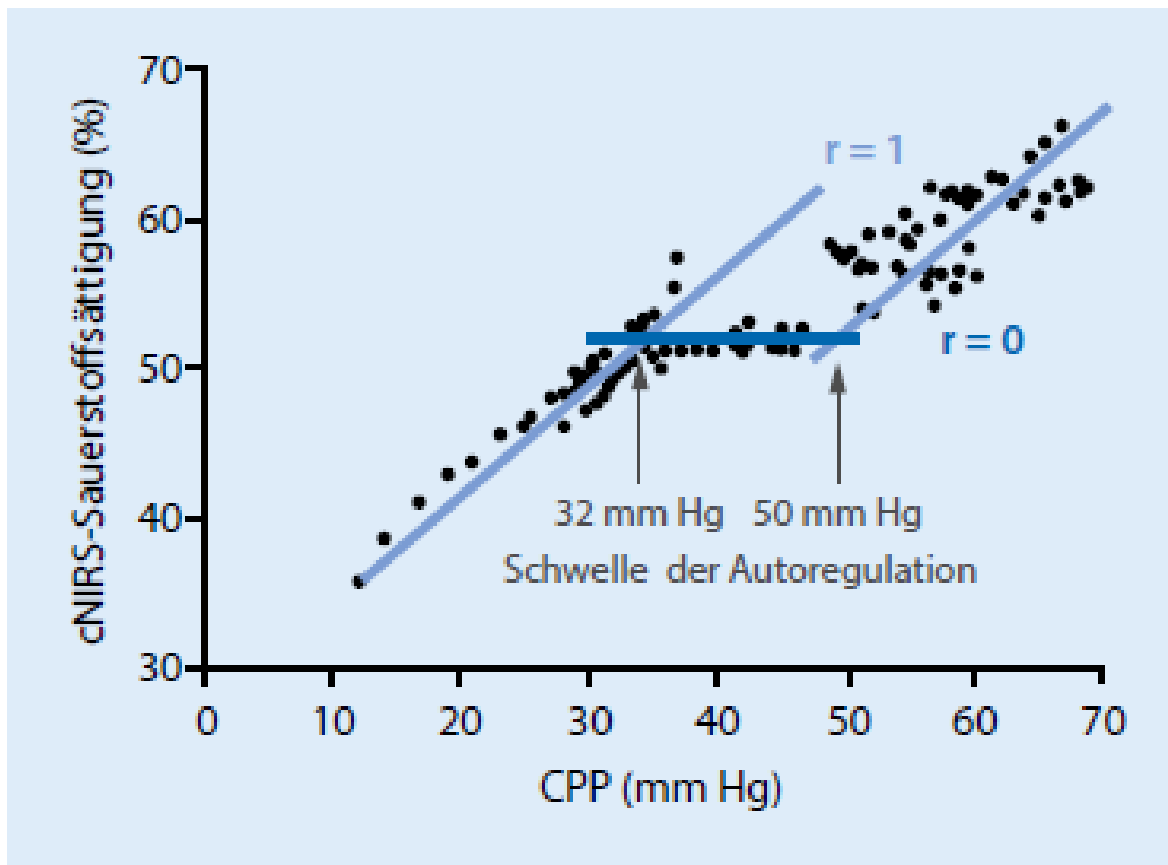
Transkranielle Oximetrie



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

**Meßwerte verschiedener Systeme
nicht vergleichbar**





Bolkenius D. et.al. Anaesthesist 70 (2021) 190–203

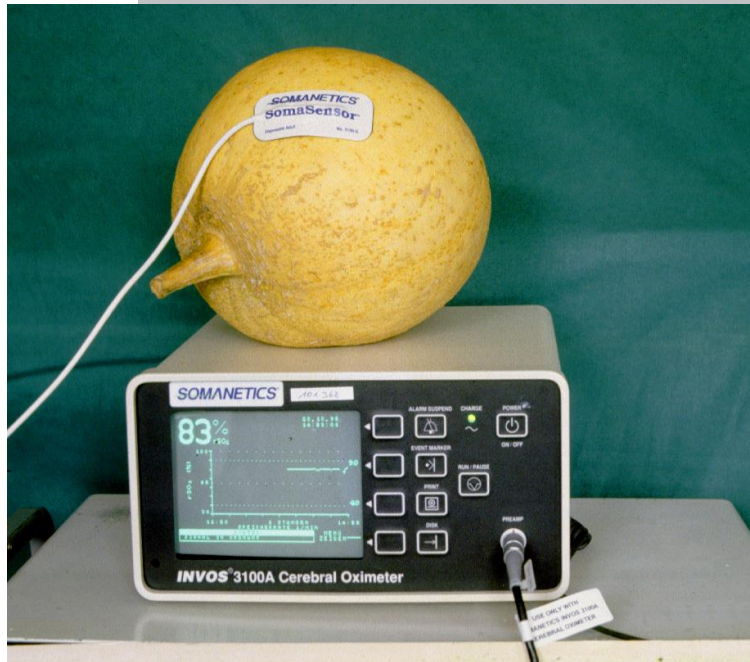
- Korrelation spontaner RR Schwankungen mit rSO_2 (ab $r \gg 0,3$ Autoregulation beeinträchtigt)

- Individuelle Erkennung kritischer RR Grenzwerte! (Verbesserung Ischämie-erkennung/Narkoseführung)

Aber:

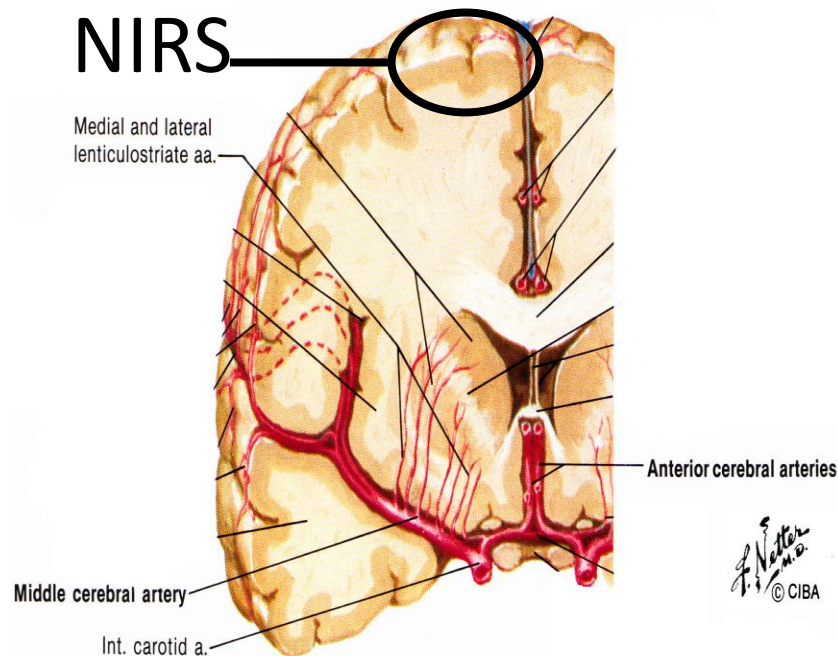
- derzeit aufwändige, händische Berechnung
- Bedeutung unklar
- grundsätzliche methodische Limitationen

NIRS: Limitationen



- rSO₂ 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 (Beobachtungsstudien, oft Bias)
- **Kritischer Schwellenwert in Diskussion**
(<50% absolut, Abnahme >25% relativ;
tolerable Entsättigungsdauer?)

NIRS



NIRS: Karotischirurgie



SSEP

Verlust
(n=30)

auslösbar
(n=287)

rSO₂ nach XC

Median
min./max

56 %
12 - 74 %

61 %
30 - 87 %

ArSO₂

Median
min./max.

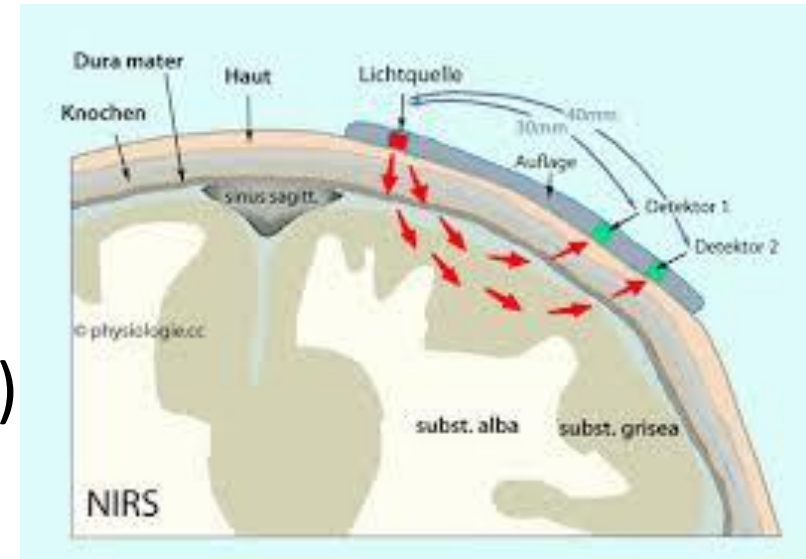
9,8 %
0 - 32 %

4,1 %
-9 - 34 %

Kein kritischer Ischämie-Schwellenwert definierbar

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

- Korrekte Ableitung und Messtechnik
Cave: Störgrößen z.B Streulicht
- Messung von Ausgangswerten
im Wachzustand (Referenzwerte!!)
- Mögliche Einflußgrößen beachten!
(Oxygenierung, Ventilation, Hämodynamik, Meßort...)
- Absolutwerte, relative Änderungen, Seitendifferenzen beurteilen
Trendmonitoring!
- Interpretation im Kontext klinischer Ereignisse



Keine unqualifizierte Anwendung

Kenntnis von Methodik und klinischer Pathophysiologie!

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.

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

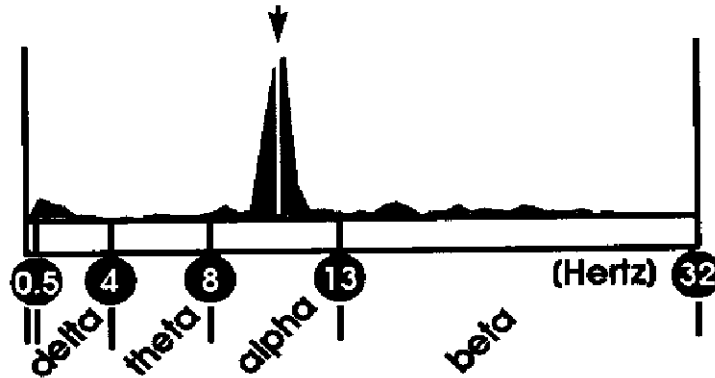


Klinik für Anästhesie
und Intensivmedizin
Bad Neustadt a. d. Saale
Medizinische Exzellenz aus Tradition

wach



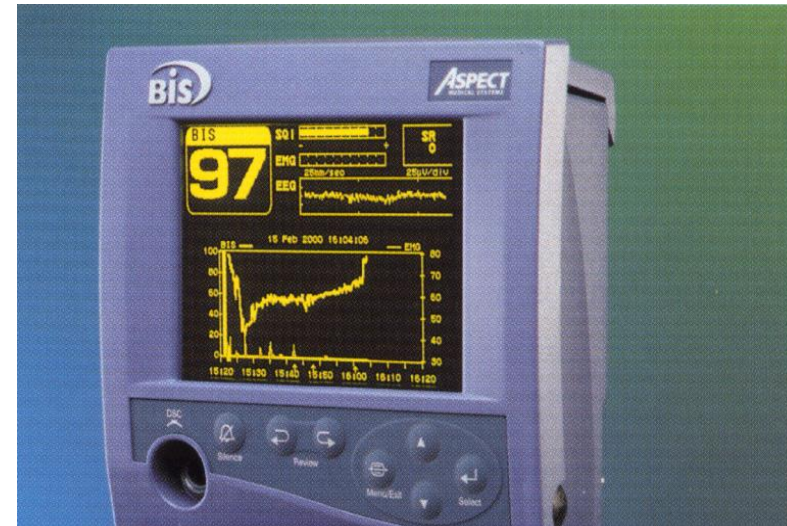
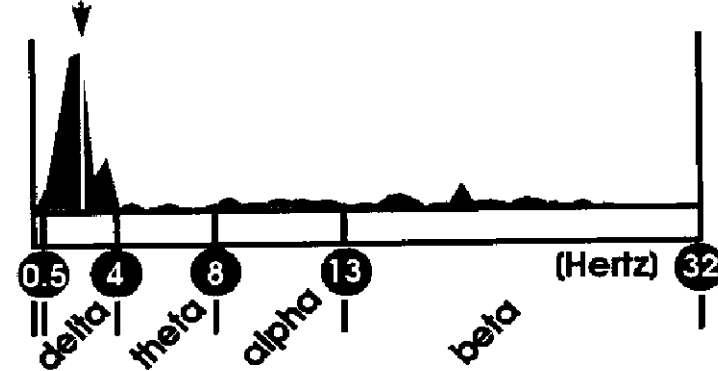
Median Frequenz = 10 Hz



Schlafzustand

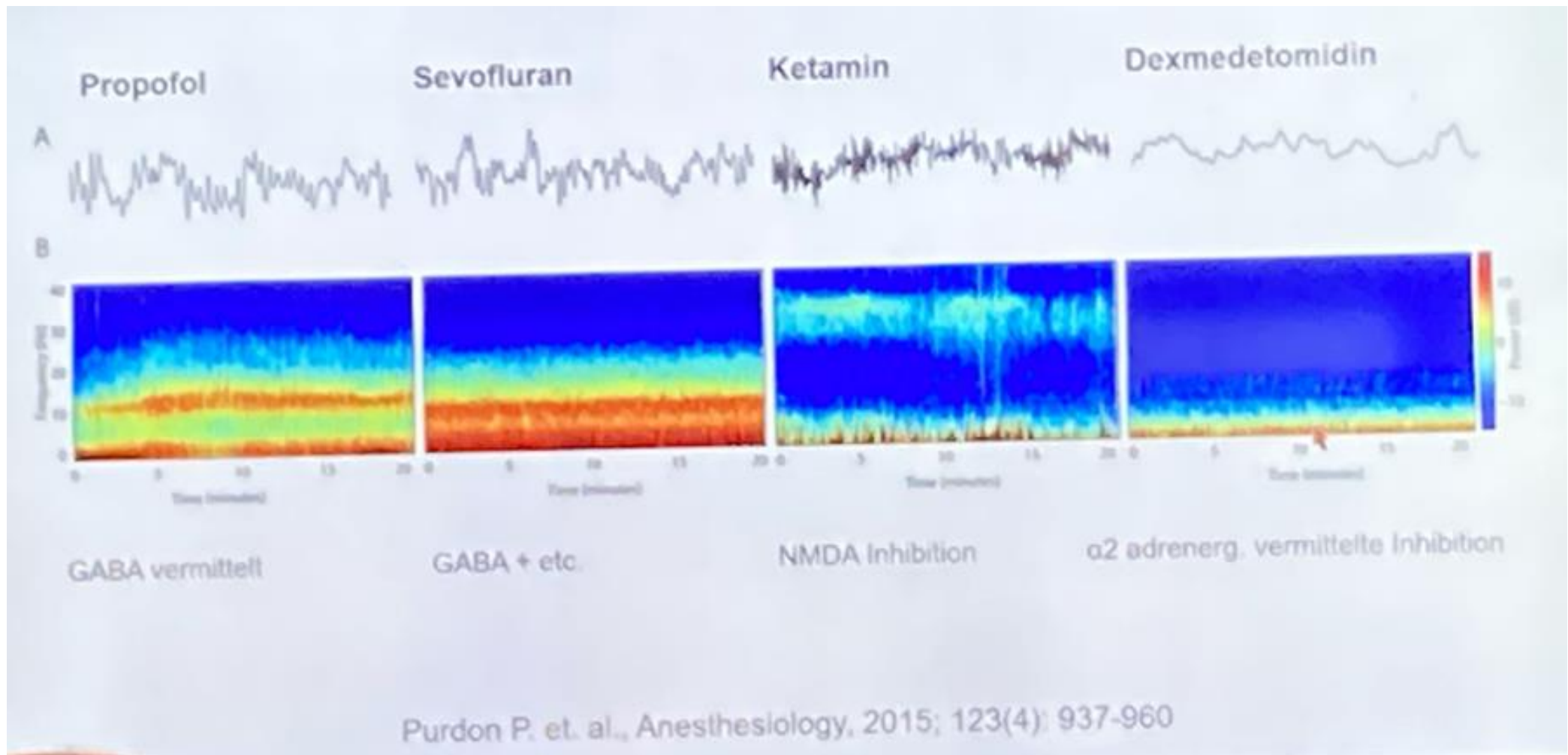


Median Frequenz = 2.5 Hz



Zeitliche Latenz der Signalverarbeitung (1-3min)

EEG: Hypnotikaeffekt

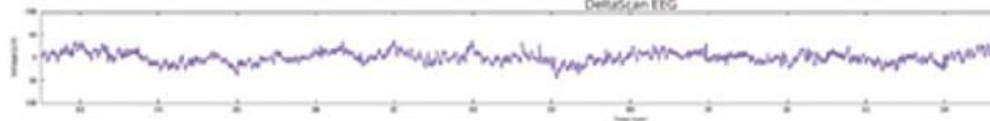


- Spektralbänder und Rohsignal zur Beurteilung mit heranziehen
Monoparameter/Indices unzureichend

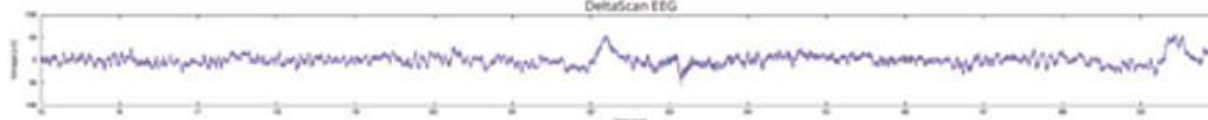
Zunahme polymorpher Deltawellen als Hinweis auf mögliches Delir



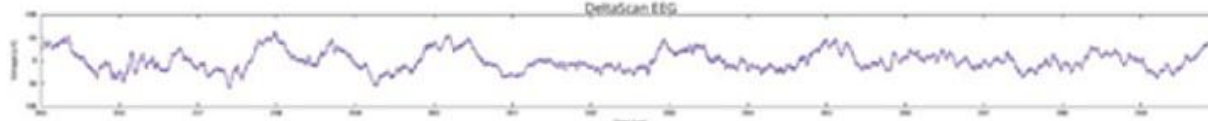
Very unlikely
acute encephalopathy/delirium



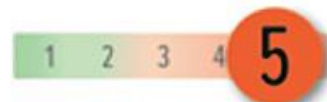
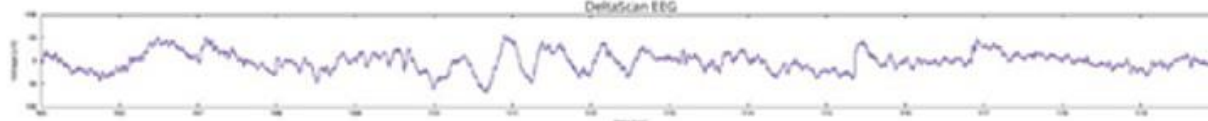
Unlikely
acute encephalopathy/delirium



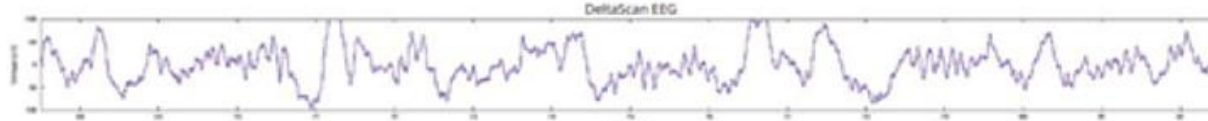
Possibly
acute encephalopathy/delirium



Likely
acute encephalopathy/delirium

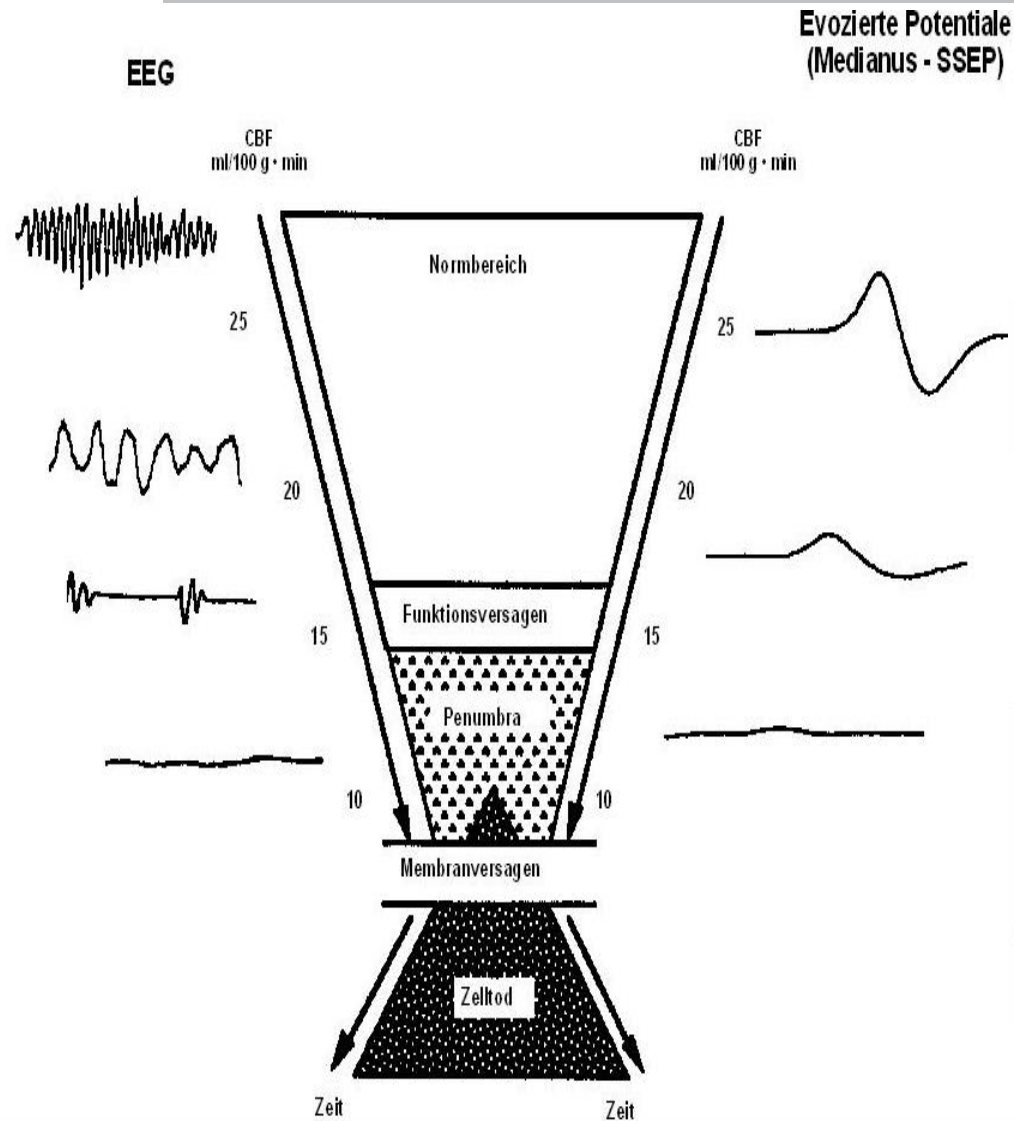


Very likely
acute encephalopathy/delirium

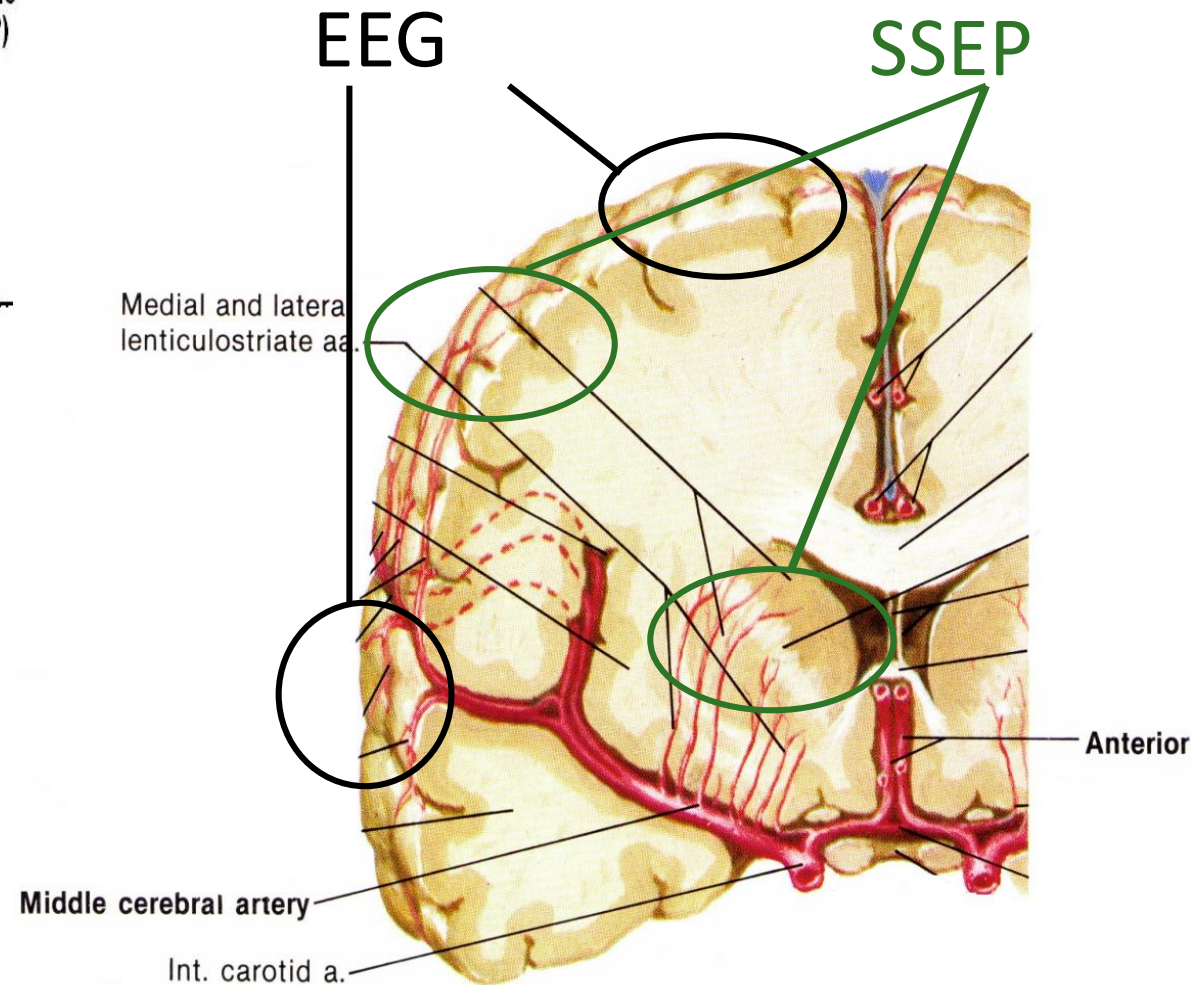


Aben et al.
Cureus 14 (2022)

- Entscheidungsrelevante Delirfrüherkennung möglich !?



Funktionschwelle



EEG: Gesamtkortex

SEP: spezifische (vulnerable) Strukturen

Ischämieschwellen: **Penumbra**

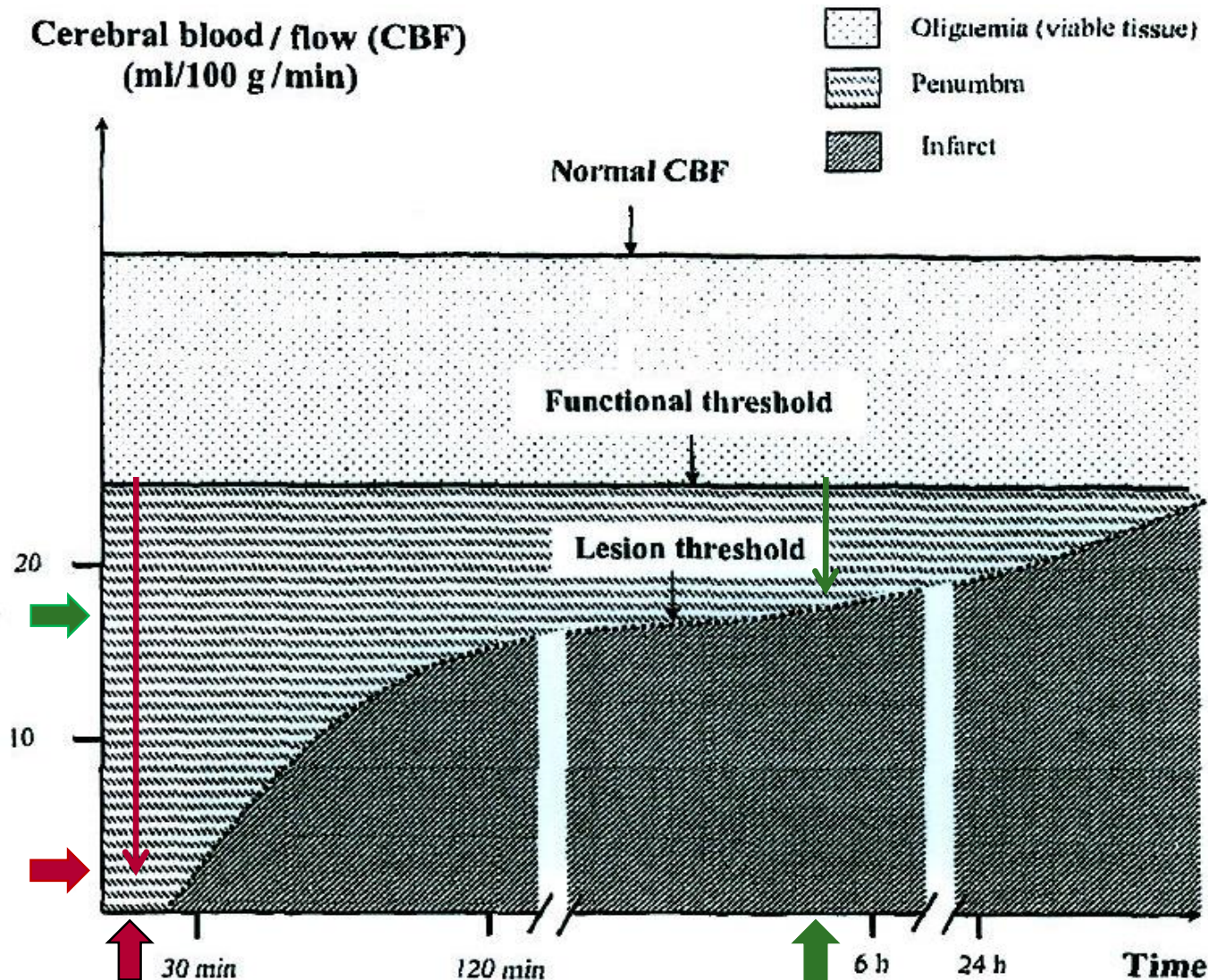


Figure 1 Brain perfusion thresholds as a function of time (modified from [49]).

Residualfluss unbekannt → sofortige Protektion (z.B. Shunt, Reperfusion)

EEG und SEP: Einflüsse

Hypoglykämie

Hämodilution

Hypo-/Hyperkapnie

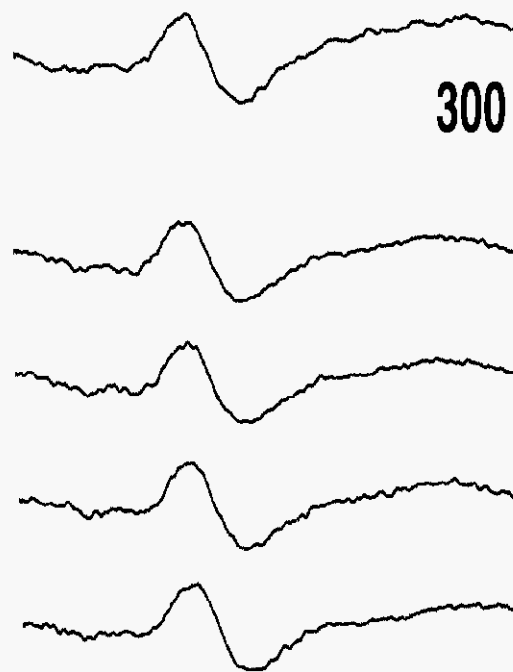
Hypothermie

Anästhetika

zerebrale Ischämie

Medianus-SSEP

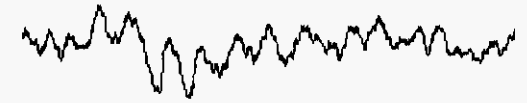
SEP C_3' -F_{pz}



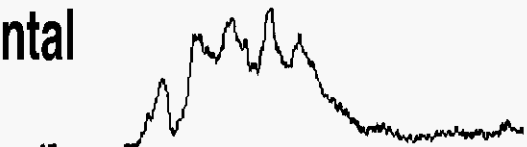
Nativ-EEG

EEG $C_z - \emptyset$

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

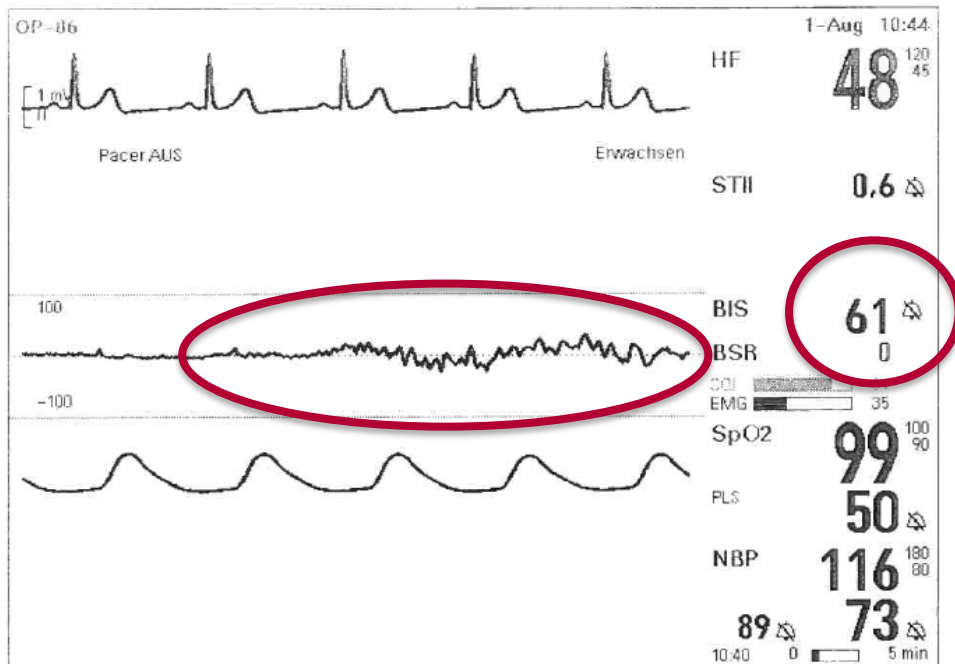
Die Wissenschaftlichen Arbeitskreise Kardioanästhesie und Neuroanästhesie der DGAI, die Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group der SGAR, sowie die DGTHG empfehlen das **prozessierte EEG** bei totalintravenöser Anästhesie (TIVA), bei tiefem hypothermem Kreislaufstillstand und bei Risikopatienten für Awareness⁴¹⁻⁴³ anzuwenden (siehe **Tabellen 5**)

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

EEG Monitoring: Fehlerquellen



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



- Prozessiertes EEG erkennt spezielle Wellen und Muster nicht

Rohsignal muß sichtbar sein und interpretiert werden!

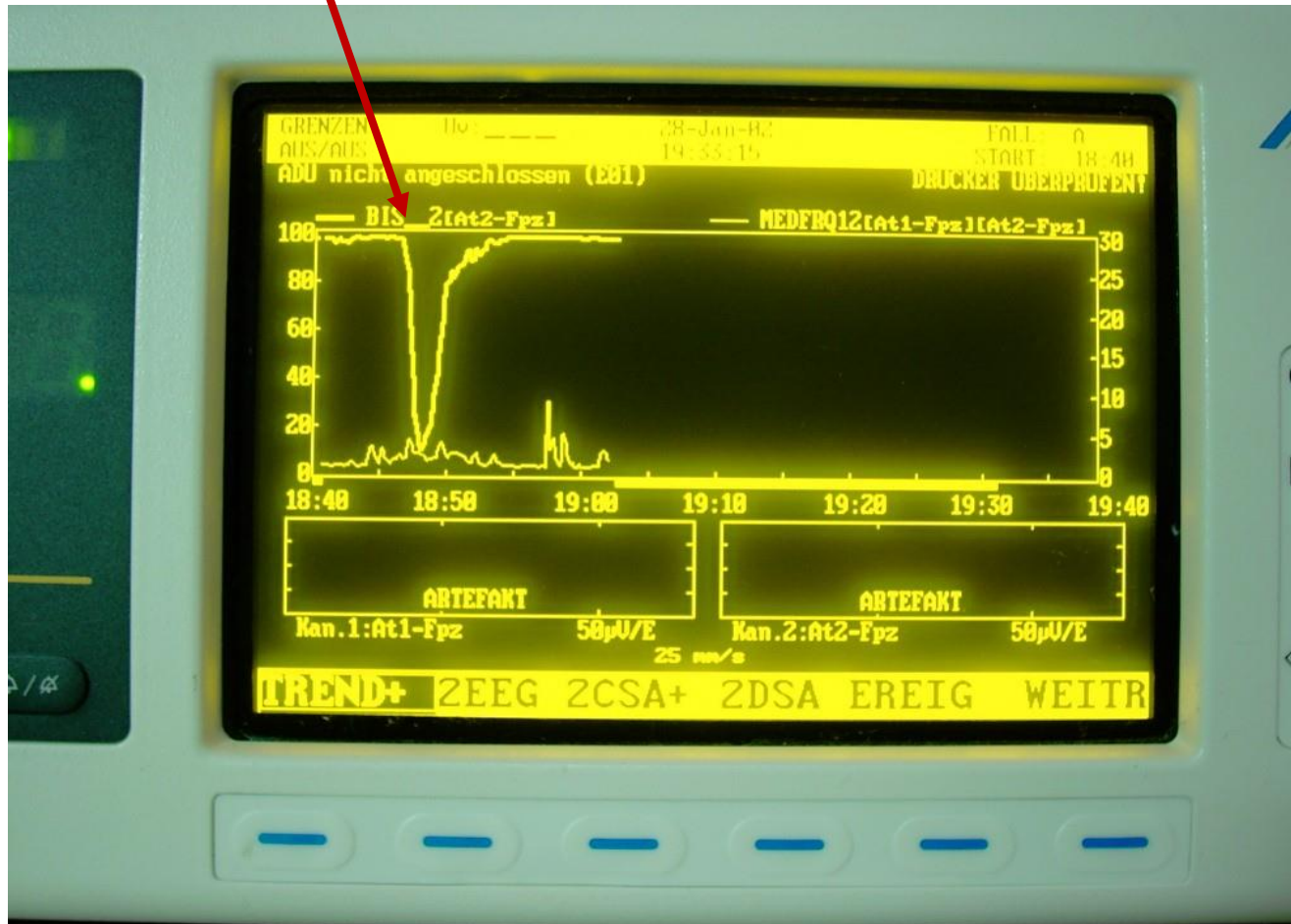
Kenntnisse über Signalverarbeitung/Störeinflüsse/spezielle Muster notwendig!

Aspect A1000: Narkosemonitoring



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

100mg Succinylcholin

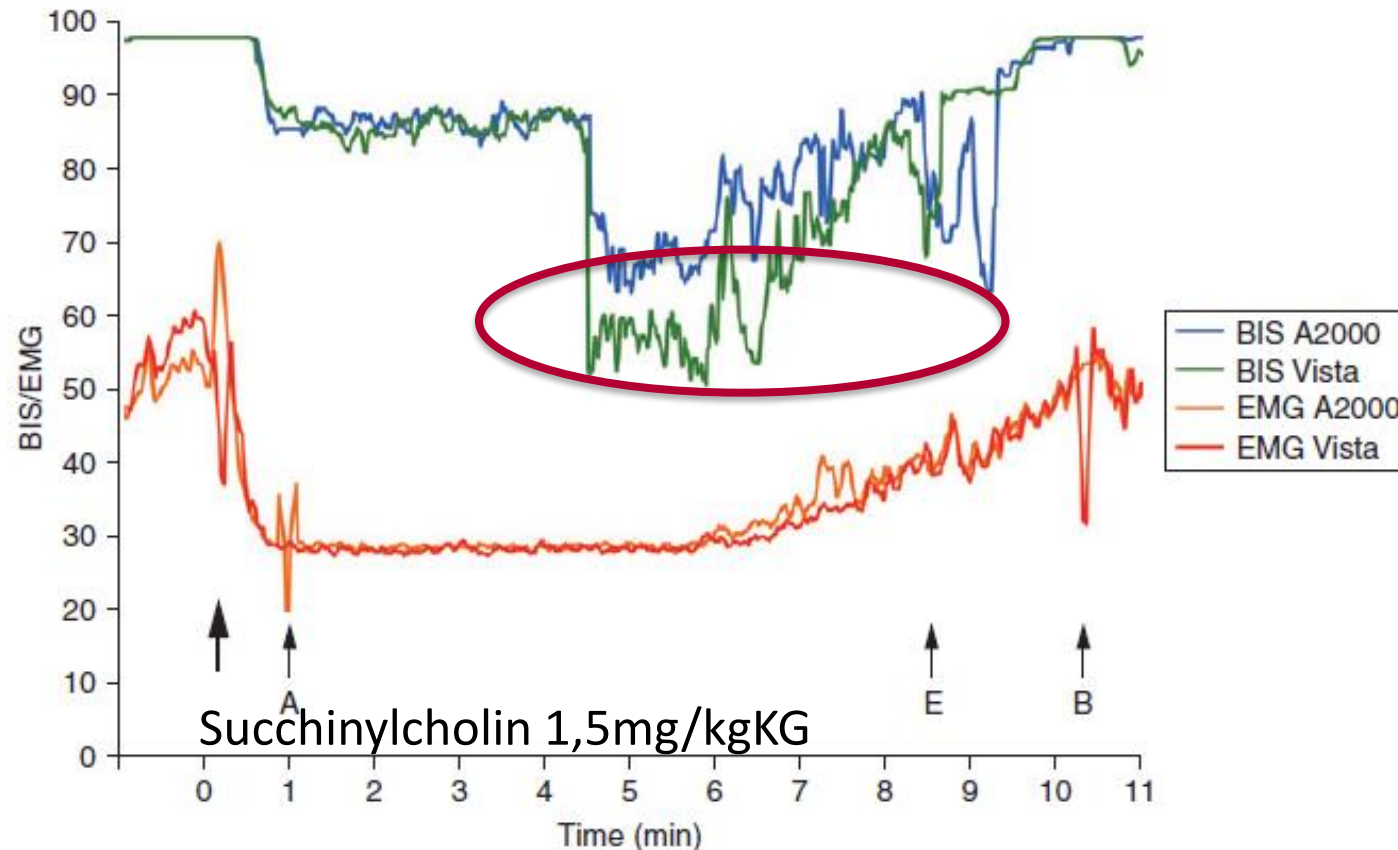


- Prozessiertes EEG erkennt (fehlenden) EMG Einfluß nicht
Interpretation im klinischen Kontext und weiterer Vitalparameter!

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



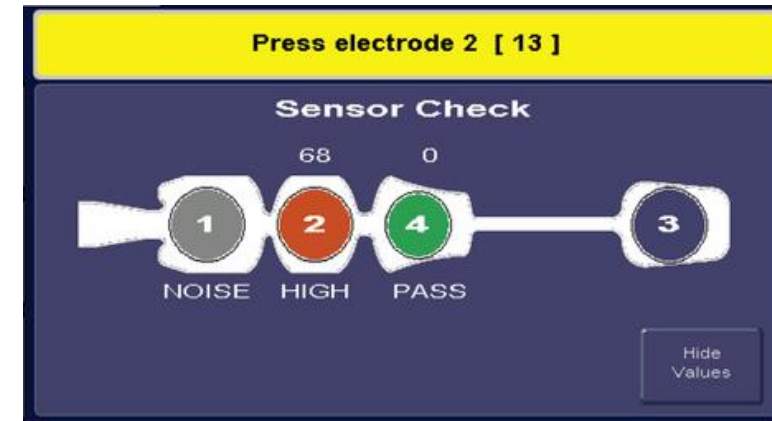
Außerdem:

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

- Korrekte Ableitung und Messtechnik
Cave: Artefakte, elektr. Interferenzen
- Messung von Ausgangswerten
im Wachzustand (Narkosemonitoring!)
- Grenzen der Signalverarbeitung/Indizes
(EMG, Burst Suppression, Krampfpotentiale...)
Rohsignal (plus Spektrogramm) muß sichtbar sein
Methodische und technische Kenntnisse erforderlich!
- Unspezifische Veränderungen (EEG!)
Interpretation im klinischen Kontext und weiterer Monitorparameter!



Keine unqualifizierte Anwendung

Kenntnis von Methodik und klinischer Pathophysiologie!

Neuromonitoring: Praxis NES



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

■ Basisqualifikation aller Anästhesieärzte/-pflegekräfte

wiederholte Fortbildung
Anästhesiecurriculum (Standard)
Praxisanleitung

Vor Ort Information

Anästhesiecockpit (Infosystem)
Schautafeln (Booklet)



■ NM Qualität/Sicherheit

Verantwortlicher 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

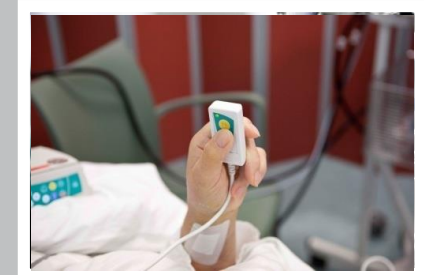
FPZ
C3 C4
HWK/E1

	Zeit	Ampl.	Latenz	Bemerkungen
		(µV)	(msec)	(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
23.10.2022, Jena-online

Stellenwert Neuromonitoring

Luxus



oder



Notwendigkeit ?

- Kosten und Mühen prospektiv randomisierter, kontrollierter Studien (niedrige Komplikationsraten)

SEP vs. RA bzw genereller Shunt

Apoplexrate 4% Reduktion 1% Power 90%

PRCT n= 7295 Eingriffe

350 Eingriffe/Jahr

21 Jahre Studiendauer

ethisch vertretbar ?



Parachutes reduce the risk of injury after gravitational challenge, but their effectiveness has not been proved with randomised controlled trials

- Besseres Outcome durch Pulsoximetrie, TEE/TTE.. nicht belegt

Neuromonitoring: **Luxus?**



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



SEITE 16

»ICH WARTE NUR NOCH AUF DEN TOD«

Selt 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



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

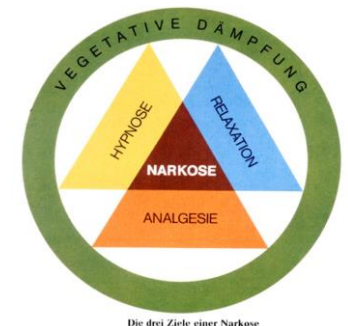
Stadien		Atmung		Augen							Muskel-tonus			
		Thorax	Zwerchfell	Pupillen	Reflexe						Skelett-M.	Abdominal-M.	Glatte M.	
					Lid	Bindehaut	Hornhaut							Licht
I Analgesie														
II Exzitation														
III Toleranz	1. Stufe													
	2. Stufe													
	3. Stufe													
	4. 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



Anästhesiemonitoring: Gefahren



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

Anaesthesie

(Analgesie- Hypnose)



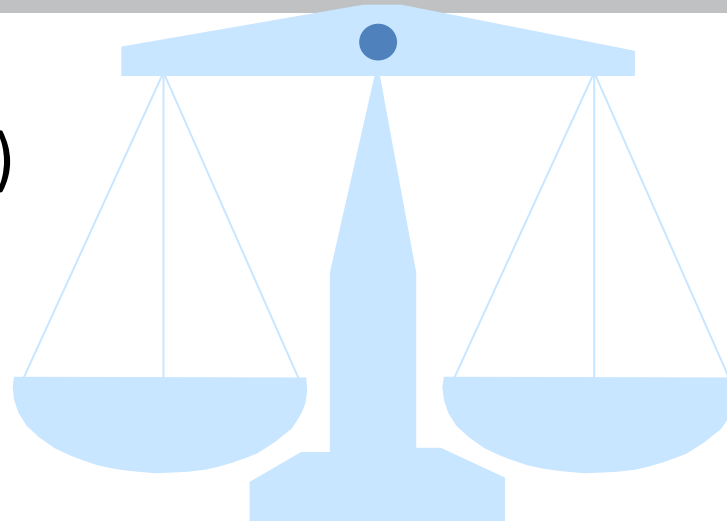
zu tief

Kreislaufinstabilität

Protrah. Erwachen

Narkoseüberhang

Kosten↑ Outcome↓



Chirurgie

(Schmerz-
Weckreaktion)



zu flach

Kardialer Streß

Awareness

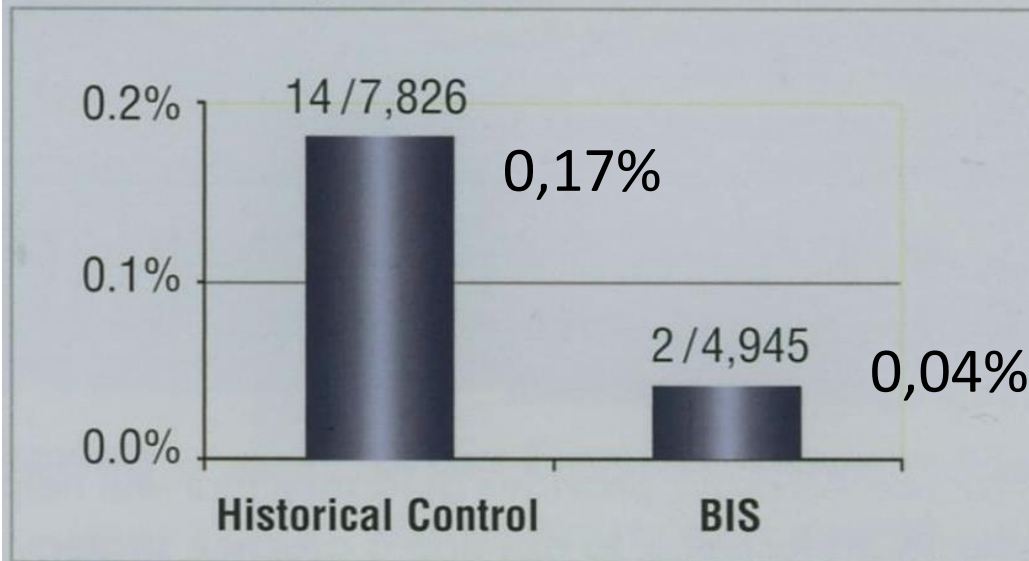


Anästhesiemonitoring: Awareness



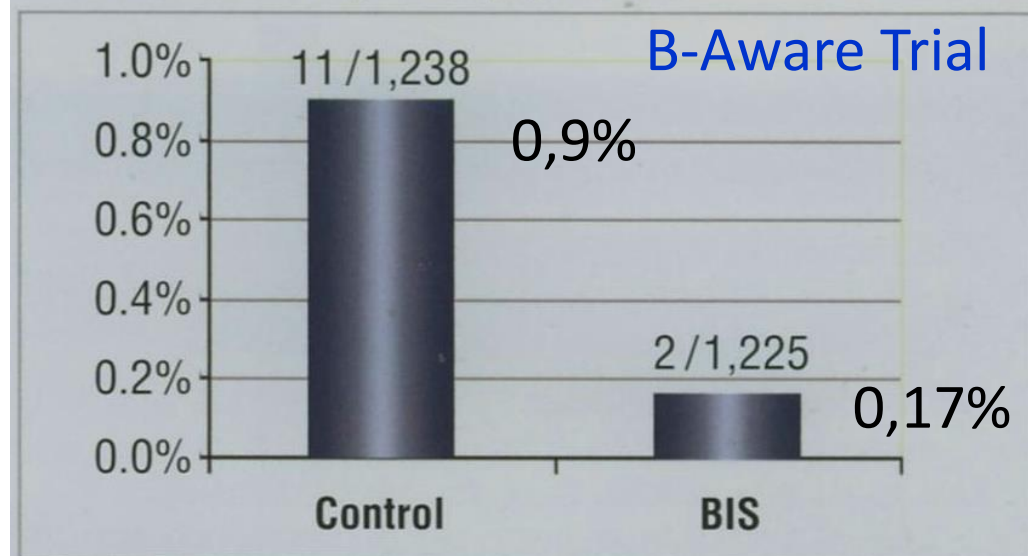
Klinik für Anästhesie
und Intensivmedizin
Bad Neustadt a. d. Saale
Medizinische Exzellenz aus Tradition

Awareness in a general population

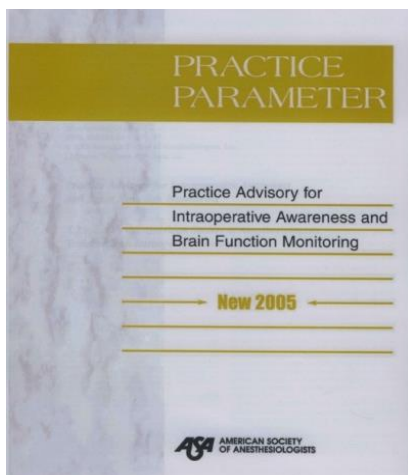


Ekman A, et al. *Acta Anaesth Scand.* 2004;48:20-26.

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!



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

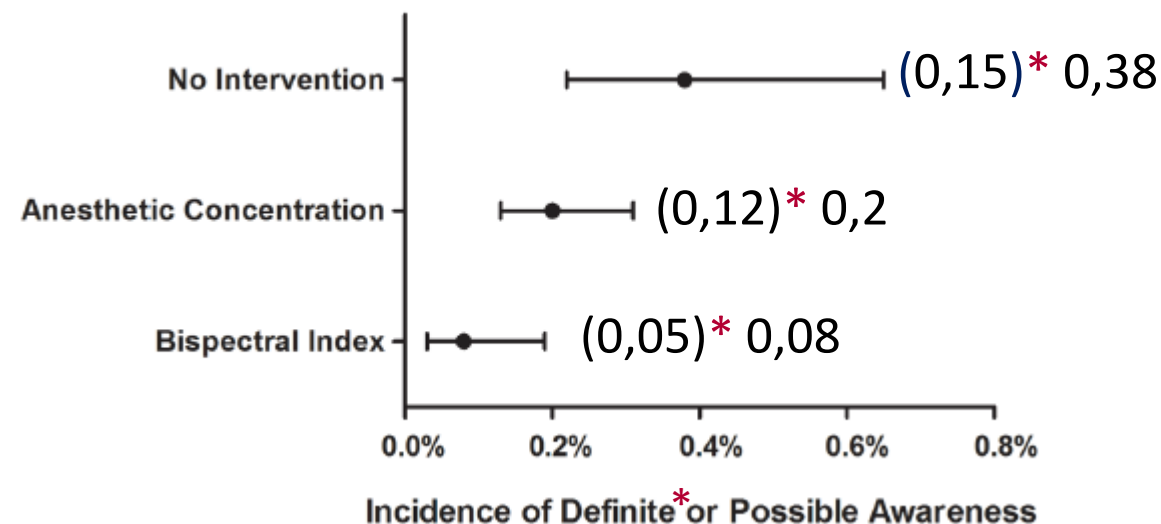
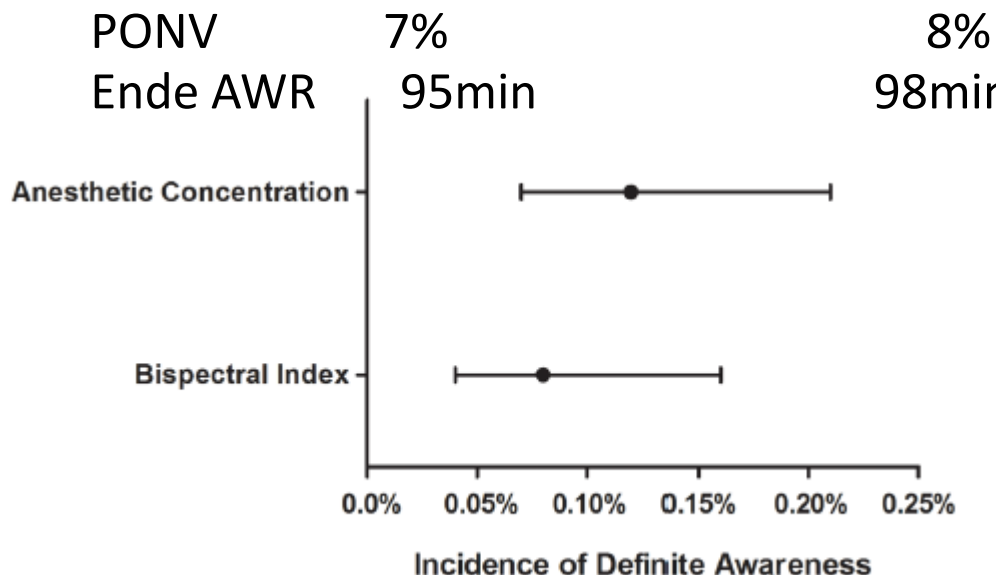
BIS <60

ETAG >0,5 MAC

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

klinische Narkoseführung

36% kein EEG (3384/9460 BIS Gruppe)



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

Anästhesiemonitoring: Gefahren



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

Anaesthesie

(Analgesie- Hypnose)



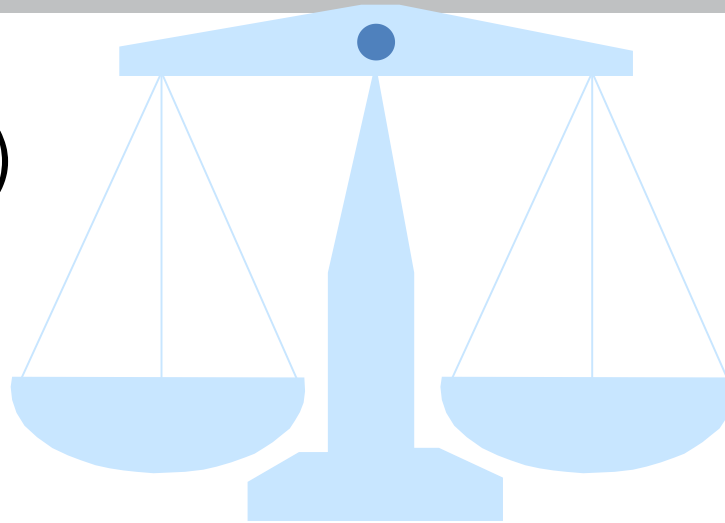
zu tief

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↓

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

Burst Suppression und postoperative Komplikationen

- Höhere Suppressionsratio und höhere Delirinzidenz in der Gruppe mit EEG Monitoring.¹
- Längere Zeit an BS ist assoziiert mit einem Delir.²
- POCD ist assoziiert mit wenigen Minuten an BS.³
- Einige Minuten an BS ist ein Risikofaktor für ein Delir.⁴
- Einige Minuten an BS sind kein Risikofaktor für ein Delir.⁵
- EEG Monitoring zur Verminderung an BS vermindert nicht die Delirrate.⁶

¹Radtke et al., BJA, 2013

³Diener et al., Clin Ther, 2015

⁵Muhlhofer et al., BJA, 2017

²Soehle et al., BMC Anesthesiol, 2015

⁴Fritz et al., A&A, 2015

⁶Wildes et al., JAMA, 2019

Datenlage heterogen

- Vermeidung tiefer Narkosezustände zur Delirprophylaxe
- Delirfrüherkennung mittels EEG (Intensivstation)

Interpretation natives EEG (BS, Delta Aktivität!)

Anästhesiemonitoring: Outcome

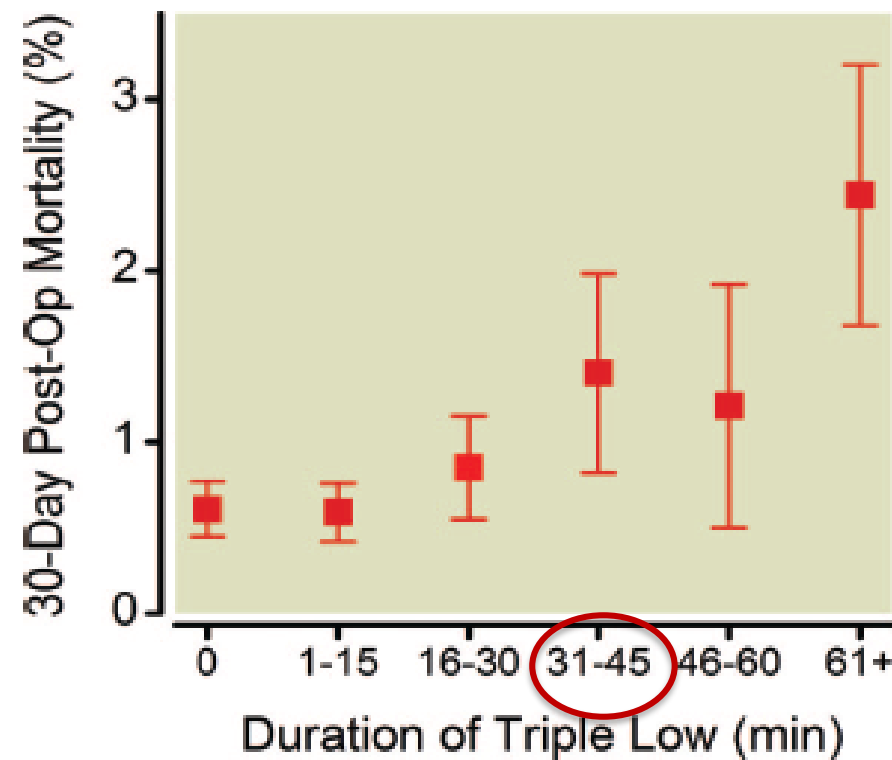
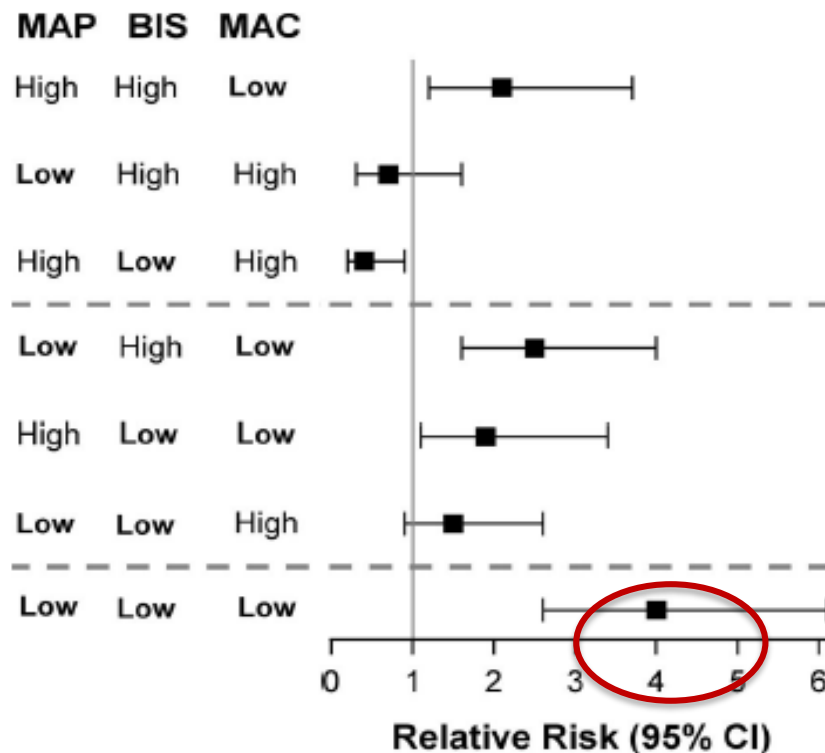


Klinik für Anästhesie
und Intensivmedizin
Bad Neustadt a. d. Saale
Medizinische Exzellenz aus Tradition

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

Vor Ort Verfügbarkeit und Kontrolle

- Objektivierung des Hypnosezustandes und rationale Narkoseführung durch EEG-Monitoring/ETAGMessung
- Vermeidung von Awareness gegenüber konventioneller Narkoseführung nach klinischen Zeichen
- EEG Monitoring bei Risikopatienten, -eingriffen und -narkosen (Relaxierung, TIVA, ECLS..)
- Hinweis auf besondere Anästhesieempfindlichkeit durch Neuromonitoring
- Risikoreduktion (Delir, Morbidität, Mortalität) durch Vermeidung (extrem) tiefer Narkosezustände
- Neuromonitoring Bestandteil eines Gesamtkonzeptes

Qualifikation nötig: Kenntnis von Roh-EEG, Artefakten und Fehlerquellen



DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen
Kardioanästhesie und Neuroanästhesie

Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Eine gemeinsame Stellungnahme der:

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

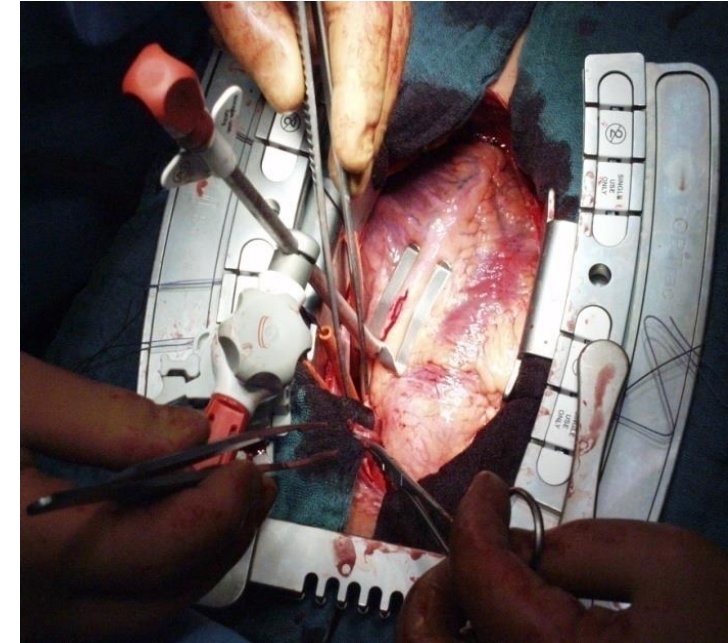
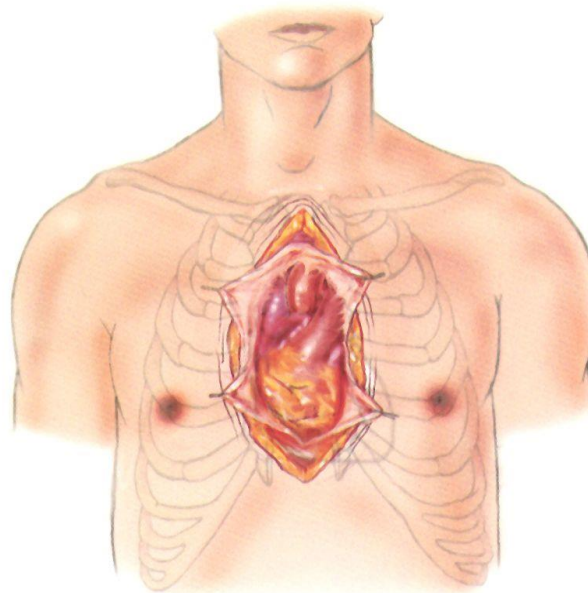
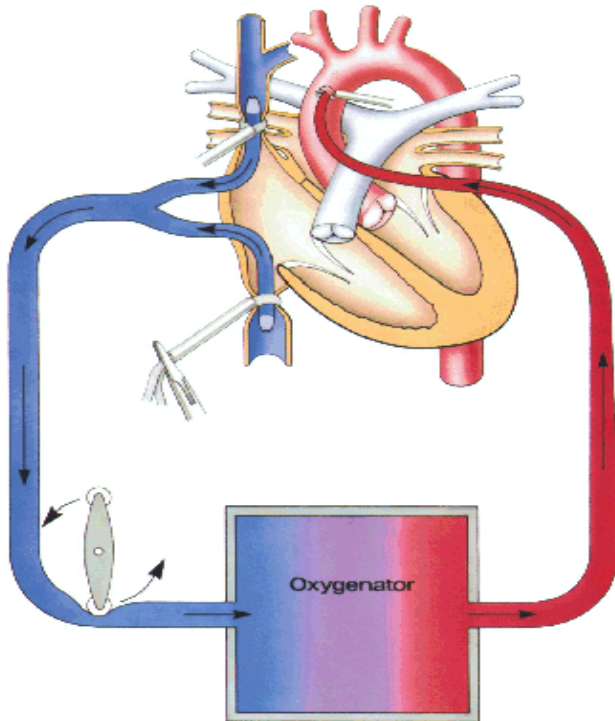
Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft
für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

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

© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

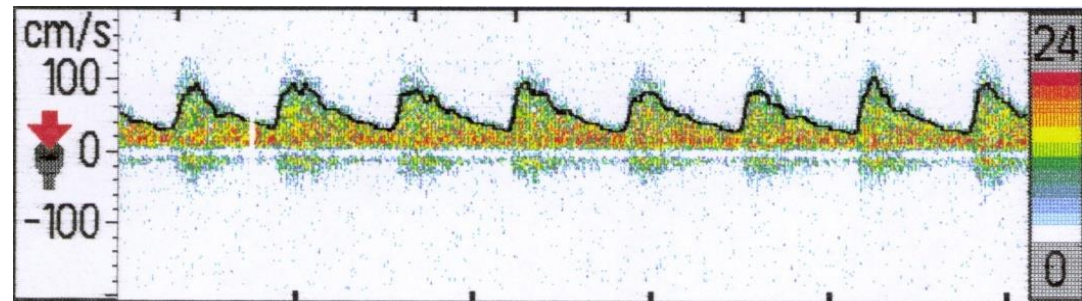
Die Wissenschaftlichen Arbeitskreise Kardioanästhesie und Neuroanästhesie der DGAI, die Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group der SGAR, sowie die DGTHG empfehlen das **prozessierte EEG** bei totalintravenöser Anästhesie (TIVA), bei tiefem hypothermem Kreislaufstillstand und bei Risikopatienten 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

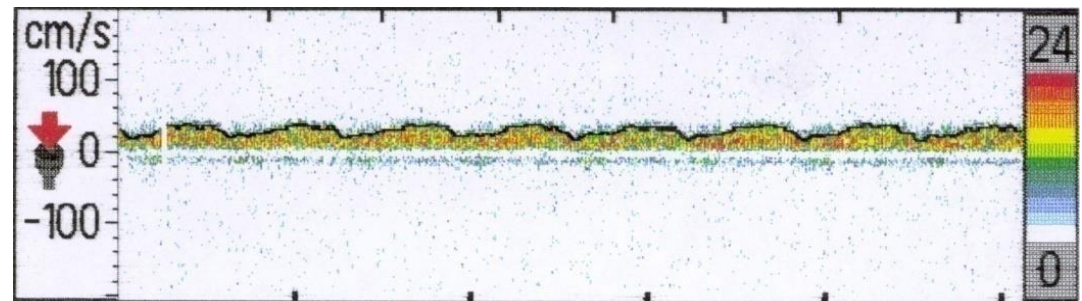


- Hohe Rate (neuro)-kognitiver Defizite
- Viele potentielle Ursachen

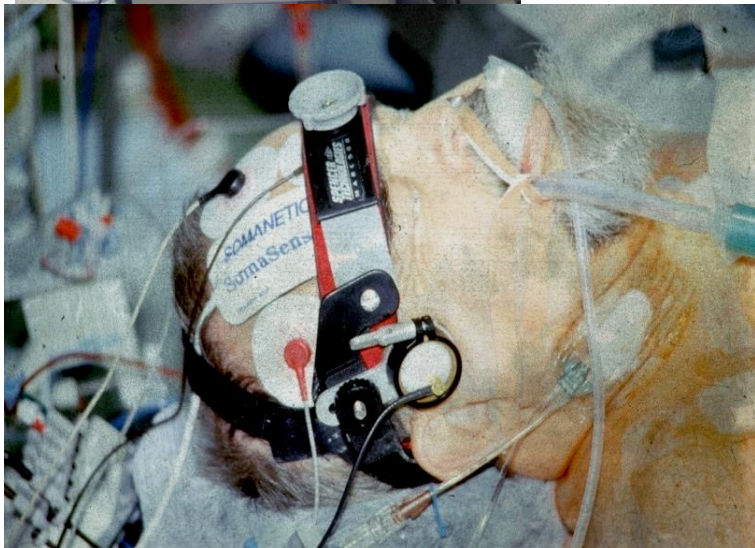
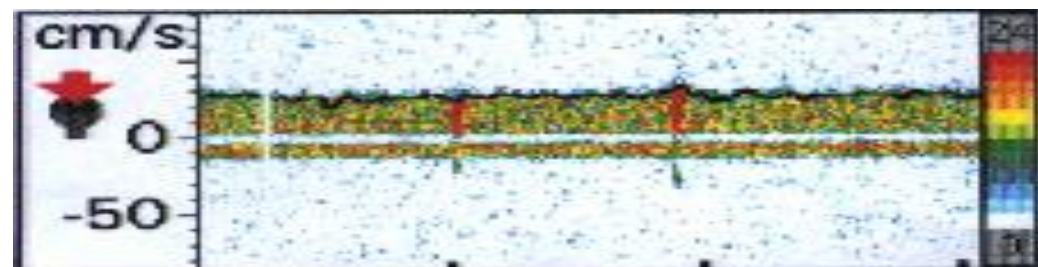
75 Jahre,
LIMA-LAD, Karotisverschluß bds.



Myokardluxation



EKZ-Beginn



EEG ↓: Differentialdiagnostik

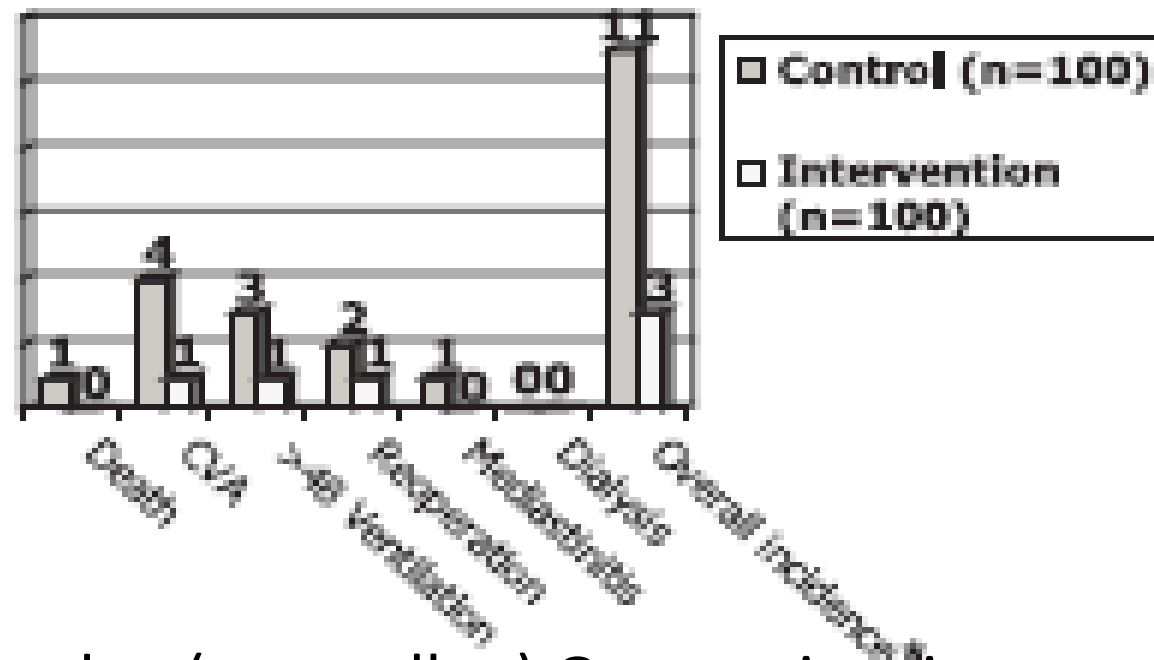
	Temp	RR	TCD	rSO ₂	Ursache	Maßnahme
ganze Op	–	– (↓)	– (↓)	↑	CMRO ₂ ↓	Narkose abflachen
Kanülierung	–	–	↓	↓	Malposition	Korrektur
EKZ-Beginn	– (↓)	–	–	↓	Hämodilution	Ery-Gabe?
EKZ	–	–	Emboli	↓	Embolisation	Emb.quelle?
EKZ	↓	–	–	↑	CMRO ₂ ↓	T-Kontrolle
EKZ-Ende	↑	–	–	↓	CMRO ₂ ↑	Relaxierung

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

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

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

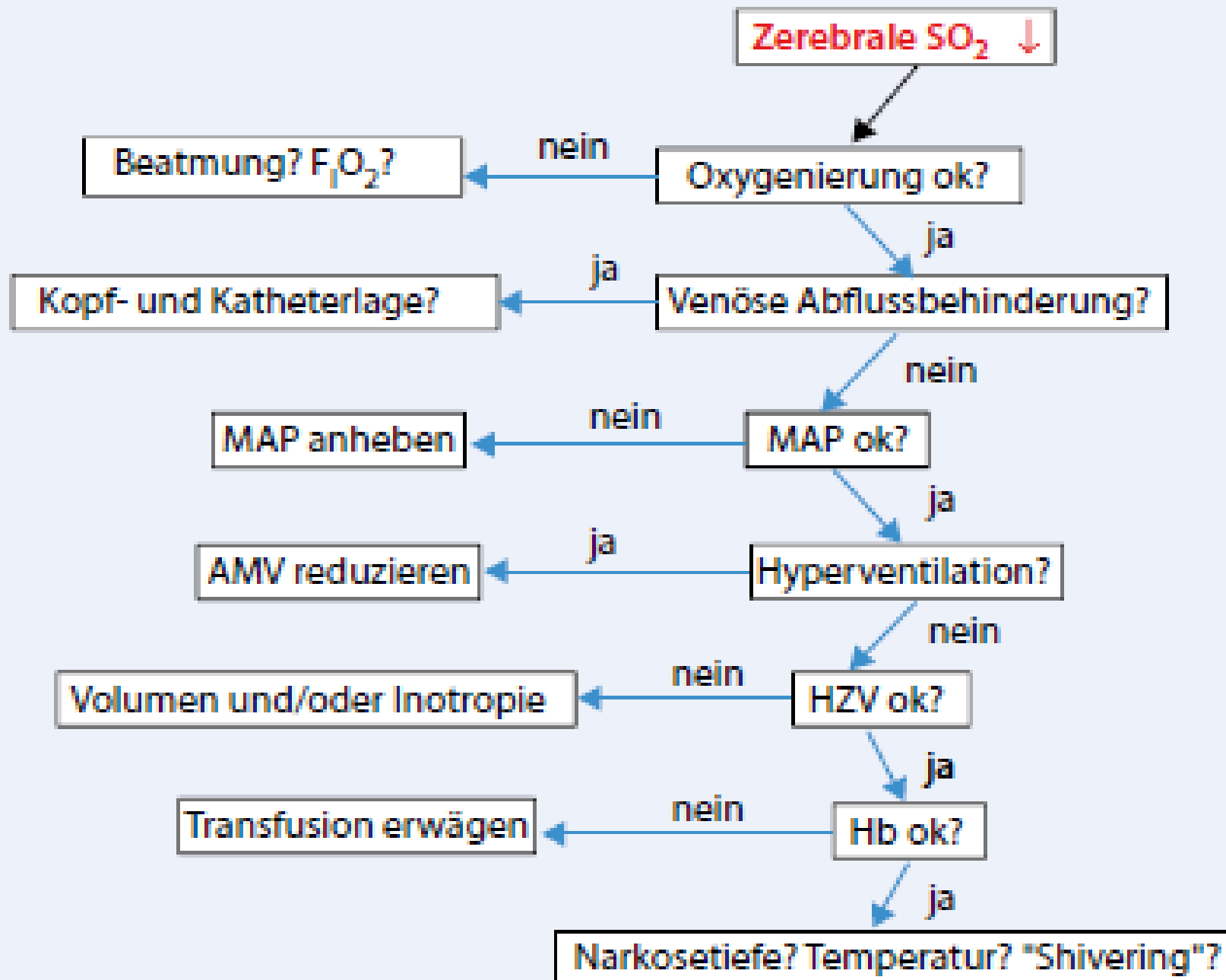
Intervention	No. of patients	% Efficacy
Raise pump flow	39	67
Raise MAP	42	62
Normalize $Paco_2$	34	50
Deepen anesthesia	27	48
Increase Fio_2	28	43
Pulsatile perfusion	6	17



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

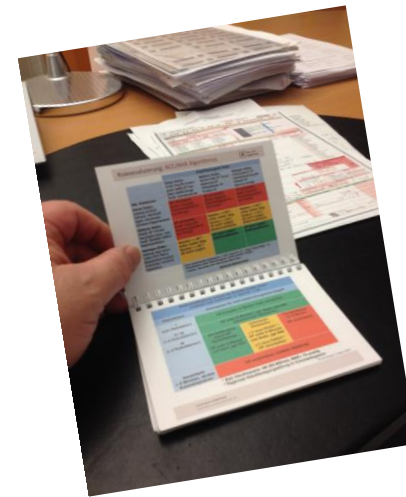
Murkin et al 2006

KCH: rSO₂-Algorithmus

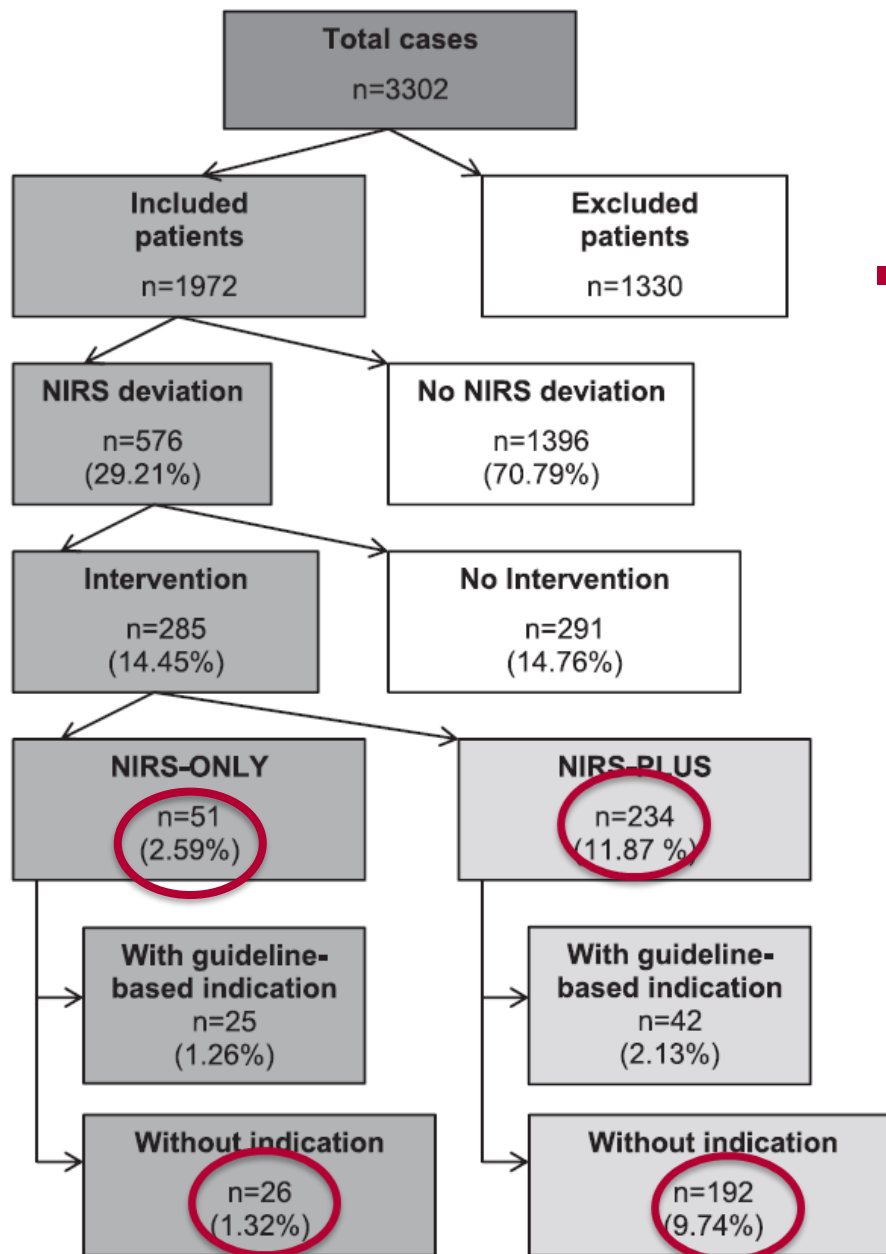


Vermeidung
minderperfusions-
bedingter Defizite
möglich

Vor Ort
Verfügbarkeit und
Kontrolle,



Bochmann K. et al. Journal of Cardiothoracic
and Vascular Anesthesia 36 (2021)



- 20% Maßnahmen (Optimierung zerebrale Perfusion) nur durch NIRS getriggert
- 80% NIRS induzierte Reaktionen auch durch übliche Interventionen/Monitoring getriggert
- 50-75% Maßnahmen ohne DGAI Empfehlung

Nationale Empfehlung schwache Evidenz
(Expertenmeinung!)

**NIRS kein Routine-Monitoring bei
allen Herzoperationen**

Limitationen: hohe Ausschlußquote (keine Basalwerte),
Initialatrigger NIRS Abfall, unsichere Compliance
Datenverlust (händische Dokumentation...)

Table 3

Postoperative Outcome Parameters and/or Complications for Patients Included in the Study: Deviation Versus No Deviation and Intervention Versus No Intervention

	ICU LOS, d	Hospital Length of Stay, d	Postoperative Delirium, n (%)	Postoperative CVA, n (%)	Mortality During Follow-Up, n (%)	In-Hospital, n (%) Mortality
Deviation n = 576	1 (0-5 [5])	15 (10-21 [11])	114 (20)	19 (3.3)	15 (2.6)	32 (5.5)
No deviation n = 1,396	0 (0-2 [2])	13 (9-119 [110])	199 (14.4)	32 (2.3)	25 (1.7)	27 (1.9)
p value	<0.001	<0.001	0.002	0.207	0.253	<0.001
Intervention n = 285	1 (0-6 [6])	13 (9-19 [10])	64 (23)	12 (4.2)	12 (4.2)	26 (9.1)
No intervention n = 291	1 (0-3 [3])	11 (8-17 [9])	50 (17.3)	7 (2.4)	3 (1)	6 (2)
p value	0.011	0.065	0.103	0.230	0.017	<0.001

Values are median (IQR [range]) or number (proportion).

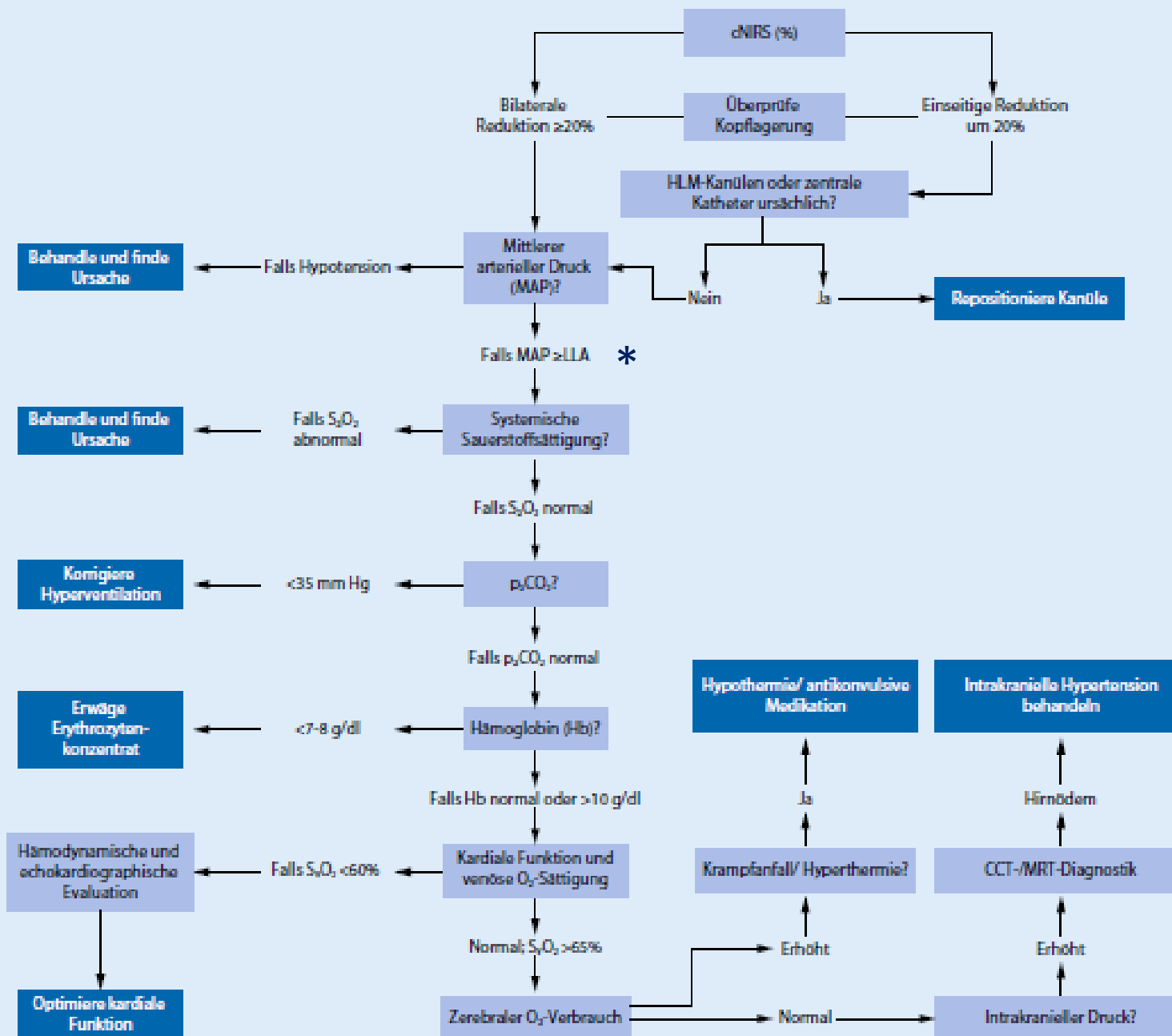
Abbreviations: CVA, cerebrovascular accident; ICU, intensive care unit; LOS: length of stay.

- Höhere Komplikationsrate/LOS bei Patienten mit NIRS/Monitorabweichungen

**NIRS in Kombination mit Gesamtmonitoring
wertvolles Überwachungsverfahren!**

Bochmann K.et al. JCVA 36 (2021)

KCH: rSO2-Algorithmus



Höhere Aussagekraft durch differenzierten Algorithmus
(Bilaterales Monitoring, Autoregulation)

*Lower Limit Autoregulation

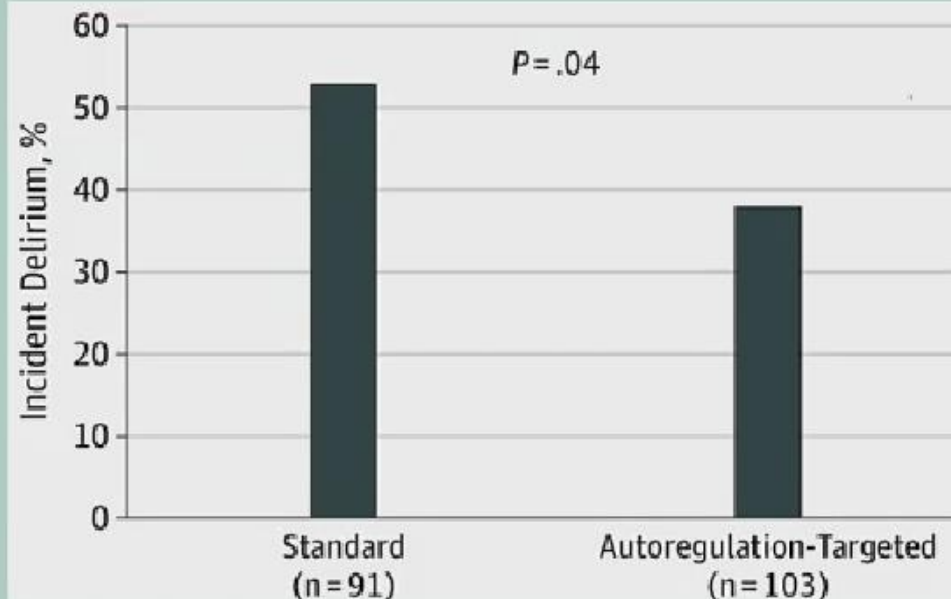
Bolkenius D. et.al.
Anaesthesist 70 (2021)190–203

JAMA Surgery | Original Investigation

Effect of Targeting Mean Arterial Pressure During Cardiopulmonary Bypass by Monitoring Cerebral Autoregulation on Postsurgical Delirium Among Older Patients A Nested Randomized Clinical Trial

Charles H. Brown IV, MD, MHS; Karin J. Neufeld, MD, MPH; Jing Tian, MS; Julia Probert, BA; Andrew LaFlam, BA; Laura Max, MHS, PA-C; Daijiro Hori, MD; Yohei Nomura, MD; Kaushik Mandal, MD; Ken Brady, MD; Charles W. Hogue, MD; and the Cerebral Autoregulation Study Group

Fig. Delirium incidence by randomization group. Mean arterial pressure during cardiopulmonary bypass was managed according to standard care or autoregulation-targeted goals. Delirium incidence by randomization group is shown.



Brown et al
JAMA
154(2017)819

- Delirvermeidung durch autorregulationsgesteuerte Narkoseführung

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

Scholl et al 2006

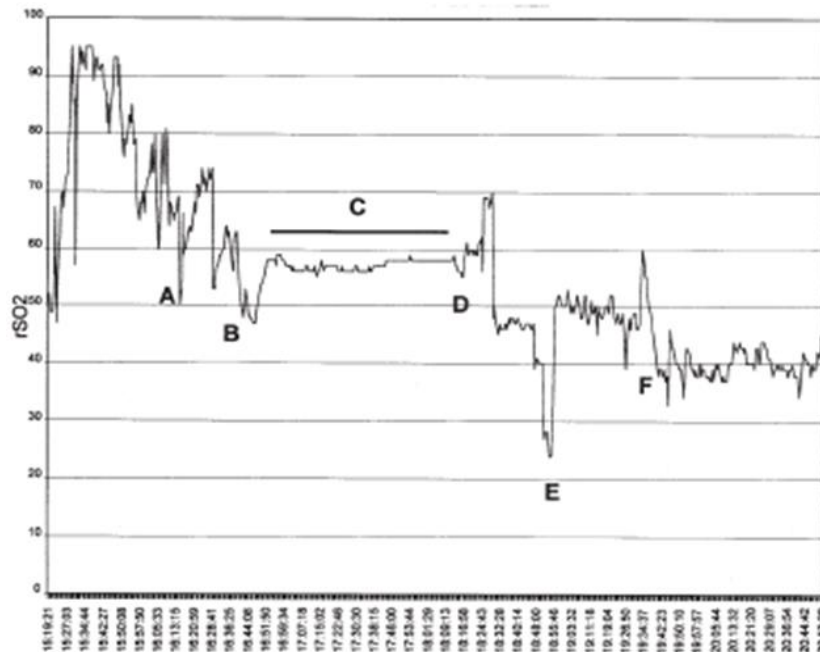
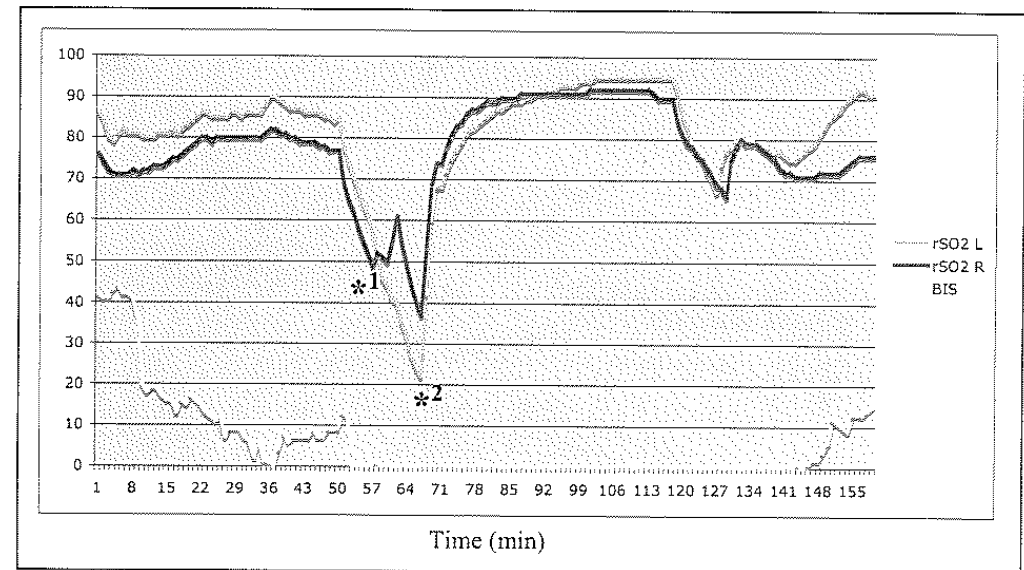


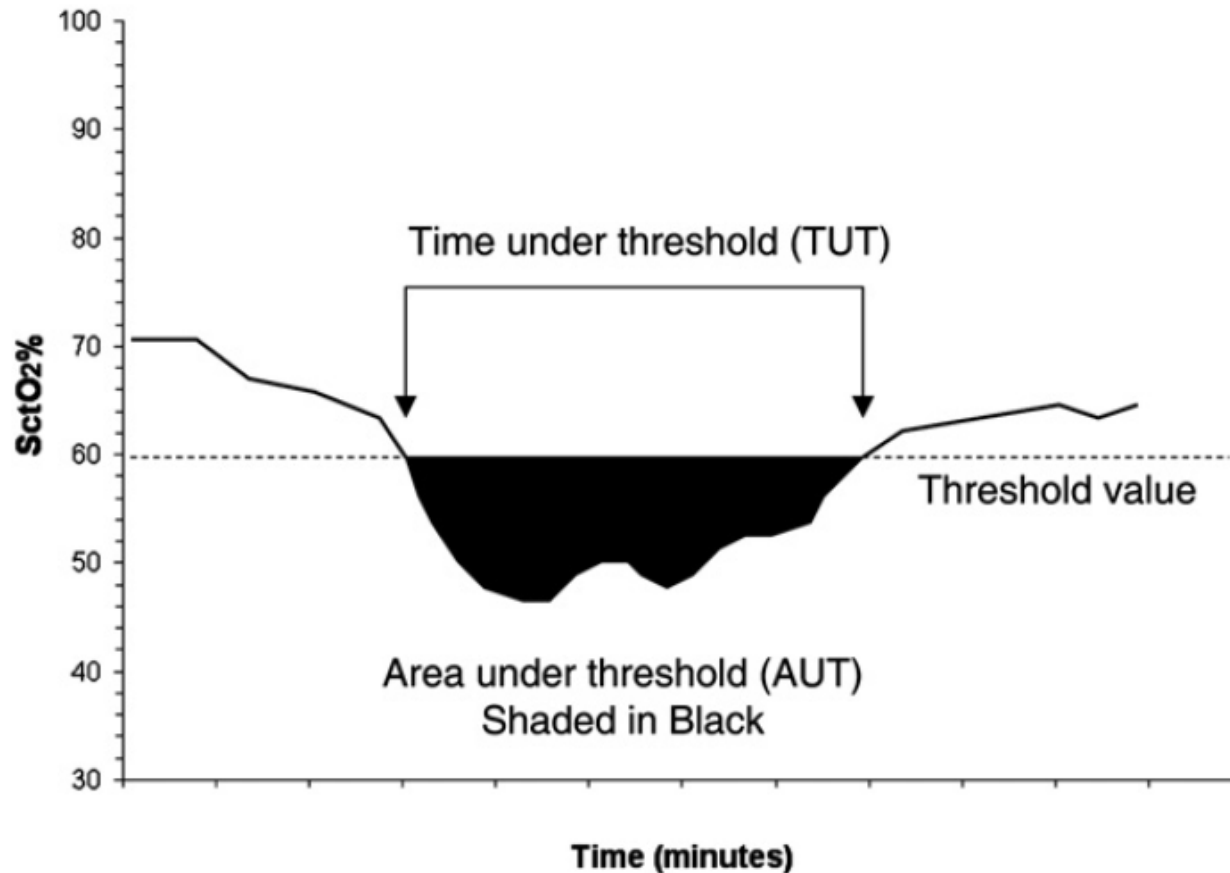
Fig 1. Graph demonstrates changes in cerebral oxygen saturation during the course of the operative procedure with letters indicating various highlights. (A = cardiopulmonary bypass initiation; B = application of the cross clamp; C = period of low-flow perfusion and deep hypothermia; D = cross clamp removed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

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

Paarmann et al 2010



Noninvasive cerebral oxygenation may predict outcome in patients undergoing aortic arch surgery



- NIRS Indikator der Gesamtkörperoxygenierung
- Ausmaß und Dauer rSO₂ Abfall korrelieren mit Outcome

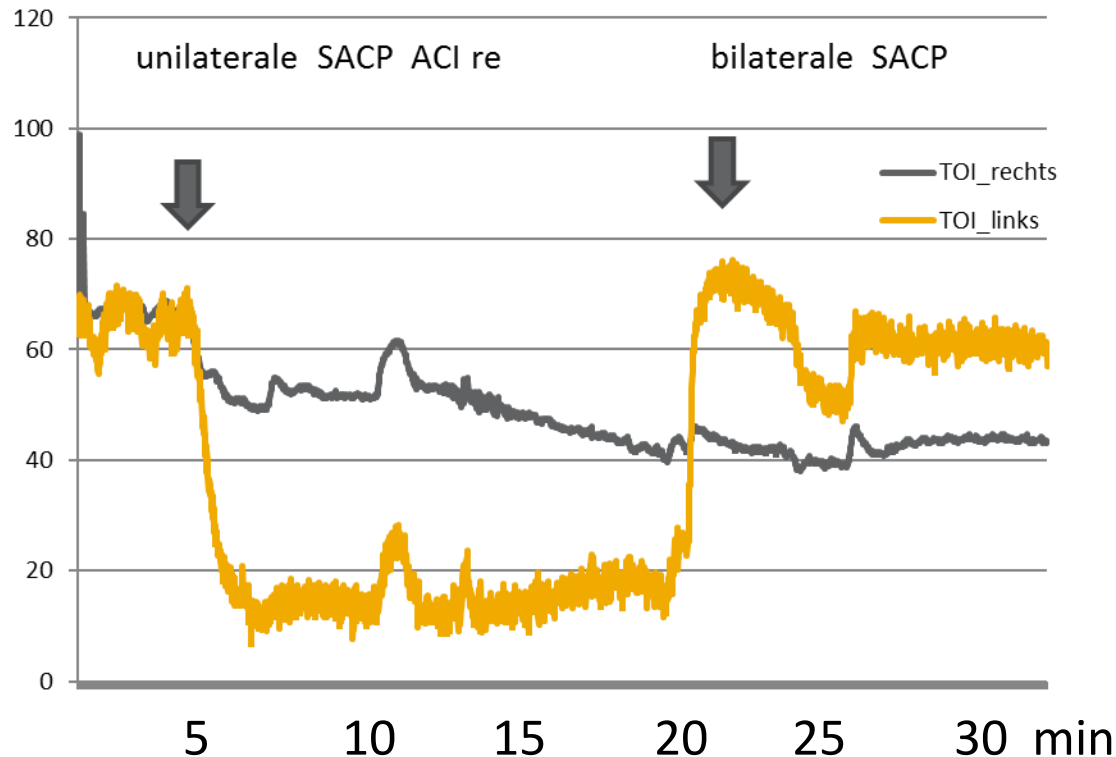
Kritische Grenzwerte nicht festgelegt

FIGURE 2. Area under the threshold (*AUT*). $AUT(\text{present}) = AUT(\text{past}) + (SctO_2 \text{ Threshold} - SctO_2 \text{ value}) \times \text{sample rate}$. *Scto₂*, Cerebral tissue oxygen saturation.

Fisher G. et al.
J Thorac Cardiovasc
Surg 141(2011)815



NIRS: Selektive Hirnperfusion



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

Initial SACP re, nach 5 min
SACP li zusätzlich

Postop neurologische o.B

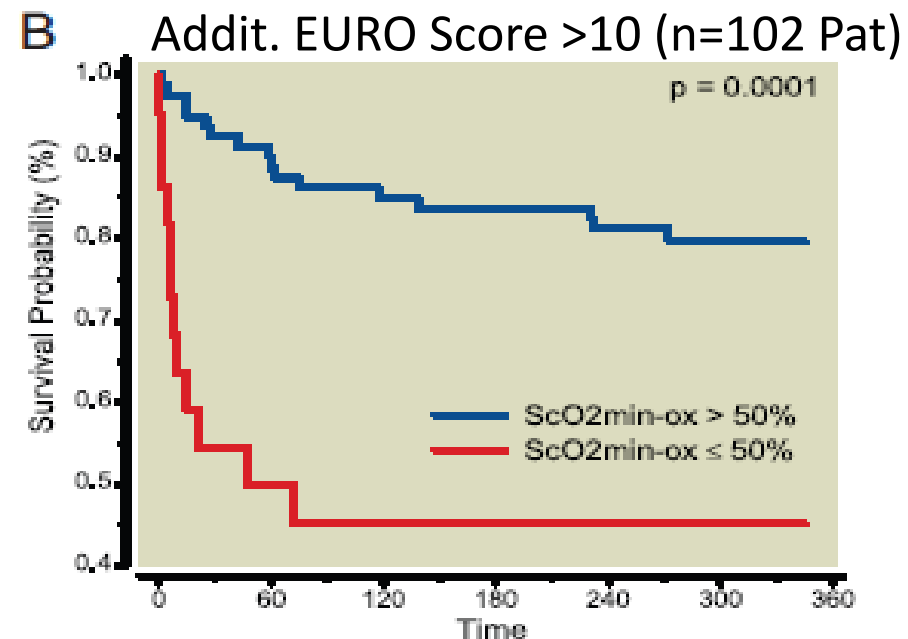
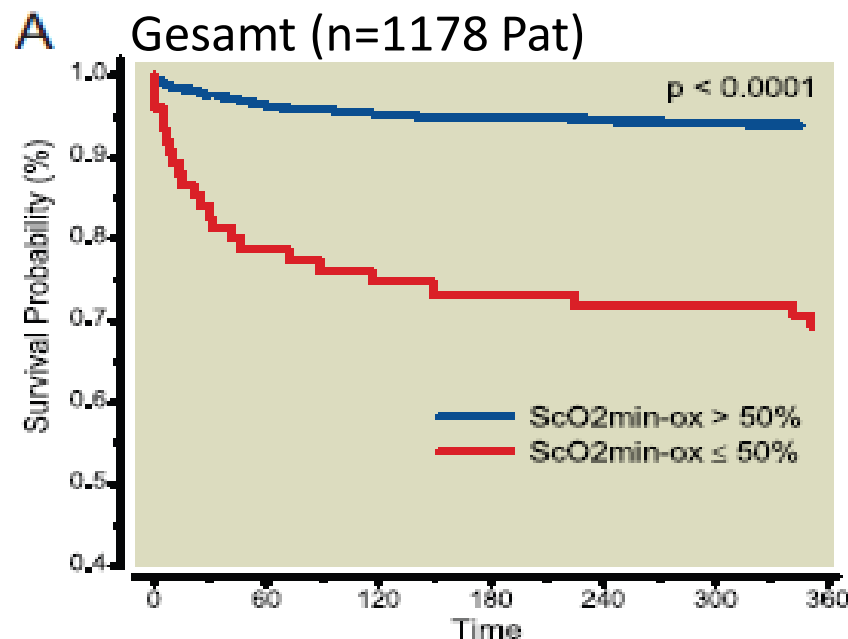
- Erkennung Kanülenfehlage, notwendige bilaterale SACP
- Steuerung Flußrate SACP

aber normale rSO_2 schließt Ischämie nicht aus

Preoperative Cerebral Oxygen Saturation and Clinical Outcomes in Cardiac Surgery

1178 Pat vor Herzop mit HLM, minimale rSO₂ unter O₂-Gabe

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



- rSO₂ als Indikator der kardiopulmonalen Dysfunktion und Gefährdung,
Bedeutung zur Risikostratifizierung unklar

Heringlake et al 2011

Multimodaler Ansatz notwendig

- Multimodales Monitoring, Behandlungsalgorithmus, **wachsamer Anästhesist** wichtigste Grundlagen zur Erhaltung der Homöostase
- EEG als Seismograph für Änderungen der Hirnfunktion
- NIRS wichtigstes NM zur Differenzierung möglicher Ursachen und Gefährdungspotentiale
 - Strikte Einhaltung meßtechnischer Grundlagen!!
 - Erkennung gravierender (einseitiger) zerebraler Perfusionsstörungen, Effekt von Korrekturmaßnahmen sofort überprüfen
 - Großes Potential durch Bestimmung der Autoregulationsgrenzen (sicherer individueller Blutdruck, Delirvermeidung)
 - rSO₂ als Indikator der Gesamtkörper-Oxygenierung (Objektivierung vulnerabler Patienten!, Empfehlung bei LVAD Patienten mit nicht kardiochirurg. Eingriff)

Einsatz maßgeblich durch Anwendungskosten bestimmt

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)

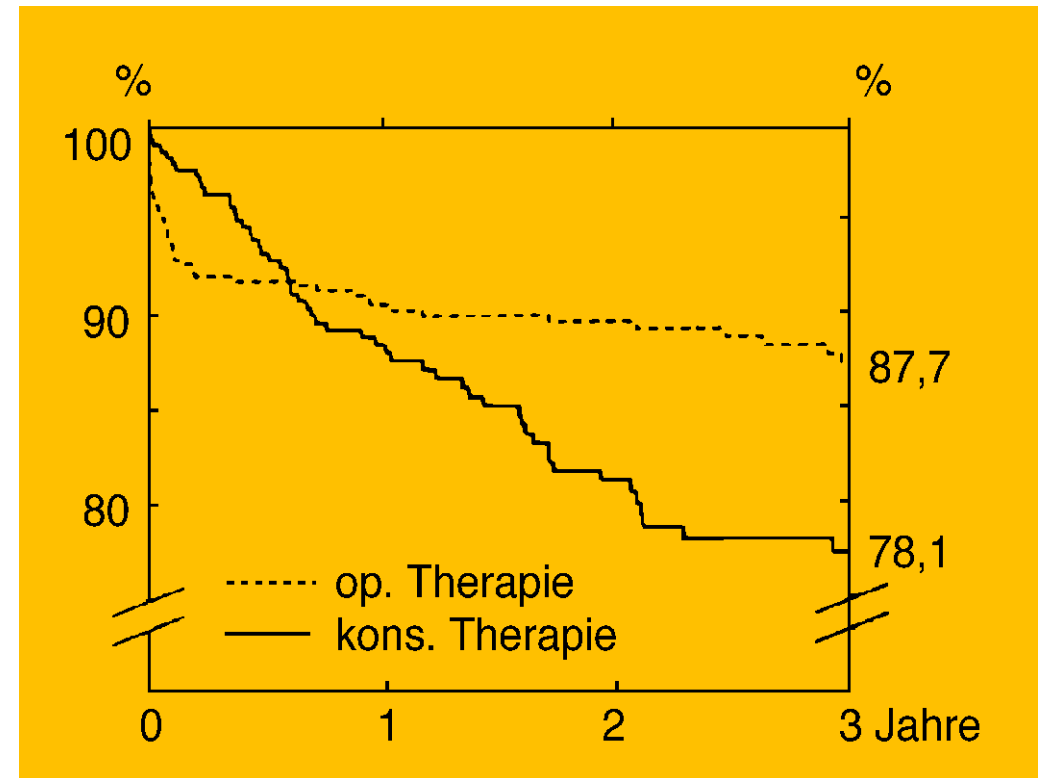
Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie (DGTHG)

© 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



OP-Indikation:

Kombinierte Komplikationsrate
sympt. Patienten **< 6%**

asympt. Patienten **< 3%**

1,7 - 6,6% periop. Apoplexrate

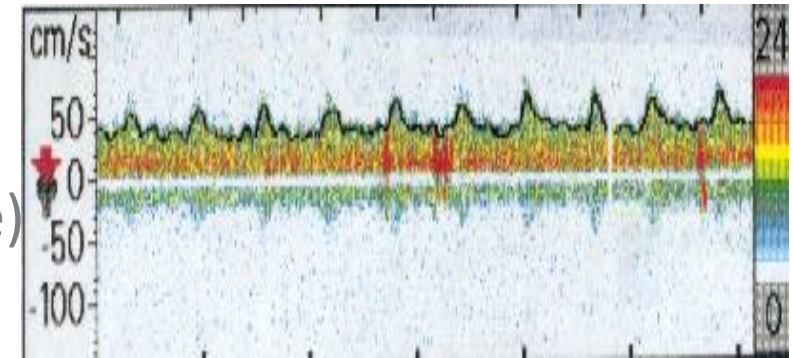
ECST 1991, ACAS 1995, IQTIG 2017

Carotis-TEA: **Apoplexursachen**

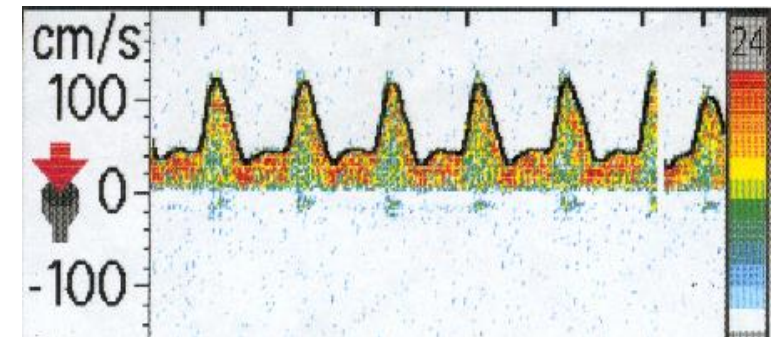
- Thrombose/Embolie (40%) <10% Klinik

No touch der A.carotis

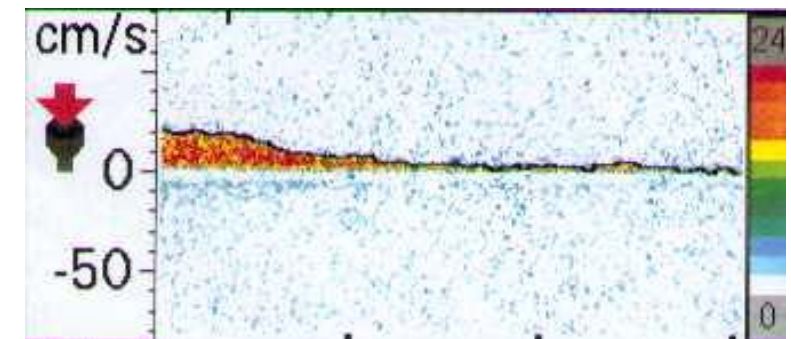
(**Cave:** Lagerung, Shunt, Regionalanästhesie)
optimale OP-Bedingungen,
sorgfältige Desobliteration



- Hirnblutung/Hyperperfusion (18%)
Normotonie nach Declamping



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



Riles TS. et al JVascSurg 19(1994) 206

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**)

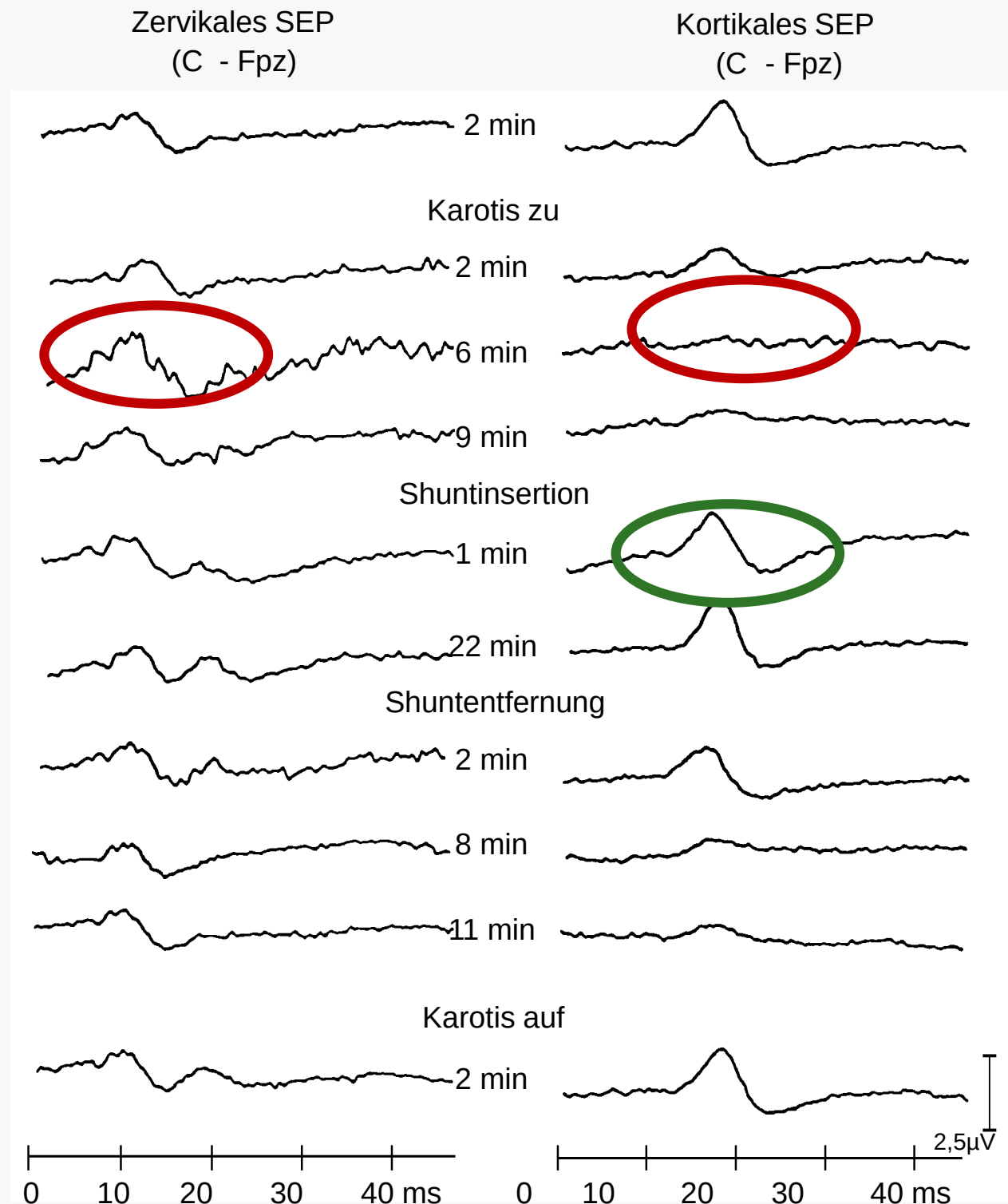
n=1944 primäre Karotisop.

Sensitivität 99%

Spezifität 98%

Shuntrate 8,3%

Dinkel et al 2004



Carotis-TEA: Neuromonitoring

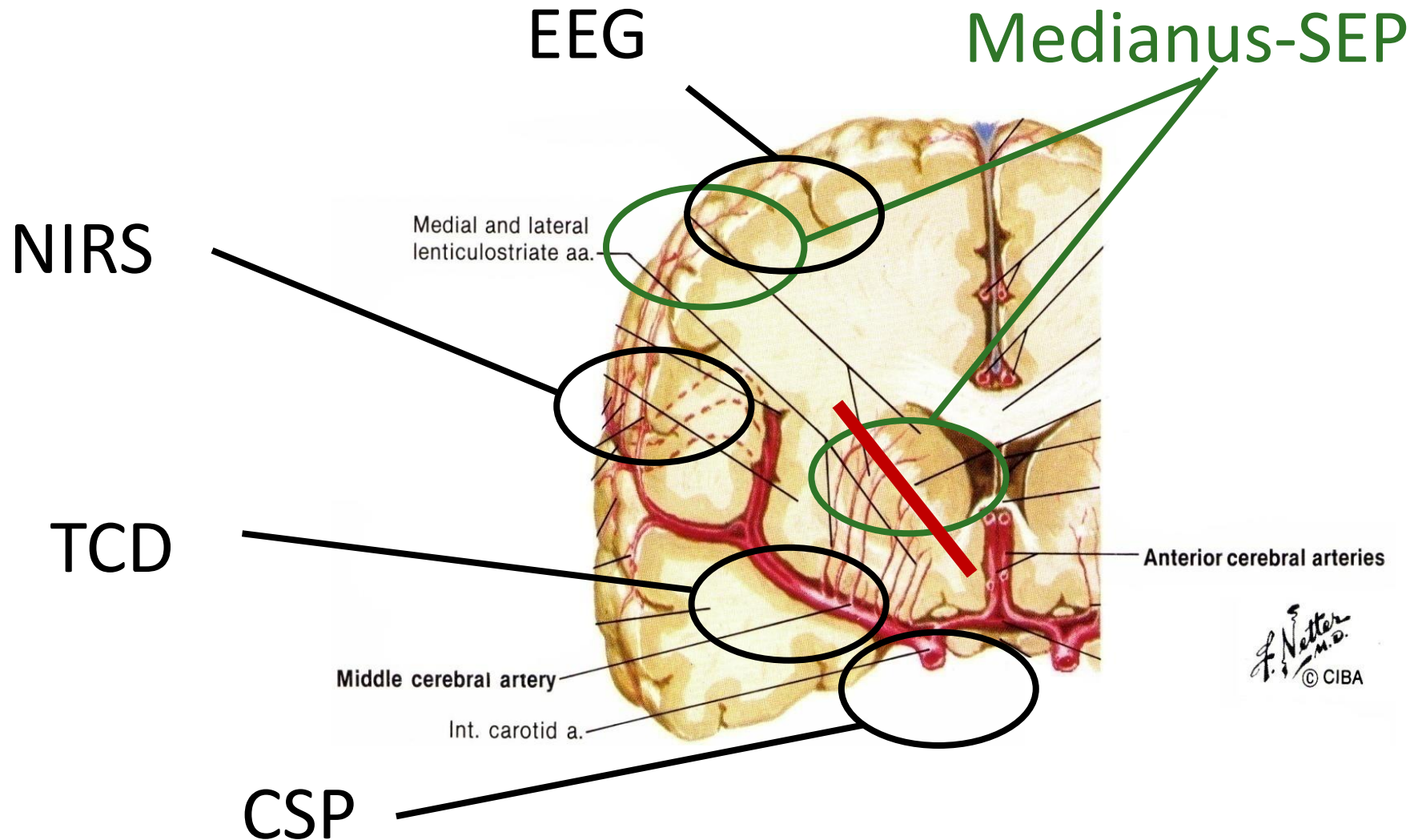


Anforderung	SSEP	EEG	CSP	TCD	SjO ₂	rSO ₂
Unkomplizierte Anwendung	+	0	+	-	0	+
Geringe Störanfälligkeit	0	-	+	-	+	+
Kontinuierliche Überwachung	+	+	-	+	-	+
Einfache Interpretation	+	-	+	+	+	+
Ungestörter OP-Ablauf	+	0	0	-	0	+
Keine Risiken	+	+	+	+	+	+
Vertretbare Kosten	+	+	+	+	+	0
Hohe Sensitivität	+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

Karotischirurgie: **Monitoring**



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



Karotischirurgie: **ITN vs. Regionale**



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

	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)

Allgemeinanästhesie: **Vorteile**



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

- immer durchführbar

kein Ausschluß, keine Versager

- optimale Operationsbedingungen

optimale Lagerung, kein Zeitdruck,
techn. Qualität, T-erweiterung, Ausbildung,...



- hoher Patientensicherheit

sichere Atemwege, Zerebroprotektion ↑



> 90 %ITN

- hoher Patientenkomfort

Streßreduktion, geringere Myokardinfarktrate?



> 70 %ITN

gleiches primäres Outcome wie Regionalanästhesie

- abklemmbedingte Minderperfusion sicher erfasst
- unmittelbare Kontrolle einer ausreichenden Shuntfunktion
- Vermeidung des Embolierisikos einer generellen Shuntanlage
- „Protection of Brain and Heart“
- Operation ohne Zeitdruck
- klare Indikation zur operativen Revision



DGAInfo

Aus den Wiss. Arbeitskreisen
Kardioanästhesie und Neuroanästhesie

Neuromonitoring in der Kardioanästhesie

Eine gemeinsame Stellungnahme der:

Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI)

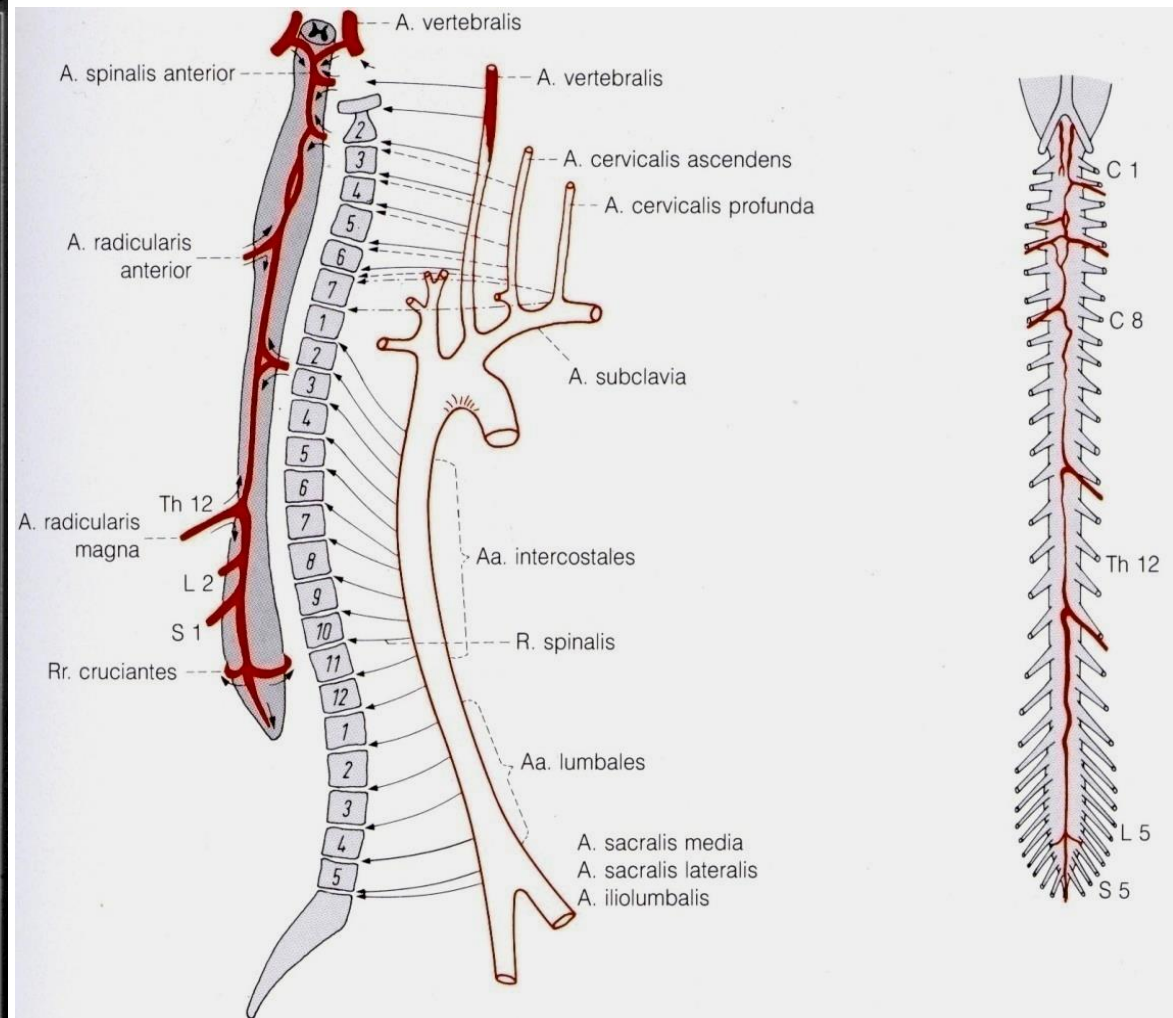
Cardiovascular and Thoracic Anaesthesia Group (CTA) der Schweizerischen Gesellschaft
für Anästhesiologie und Reanimation (SGAR)

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

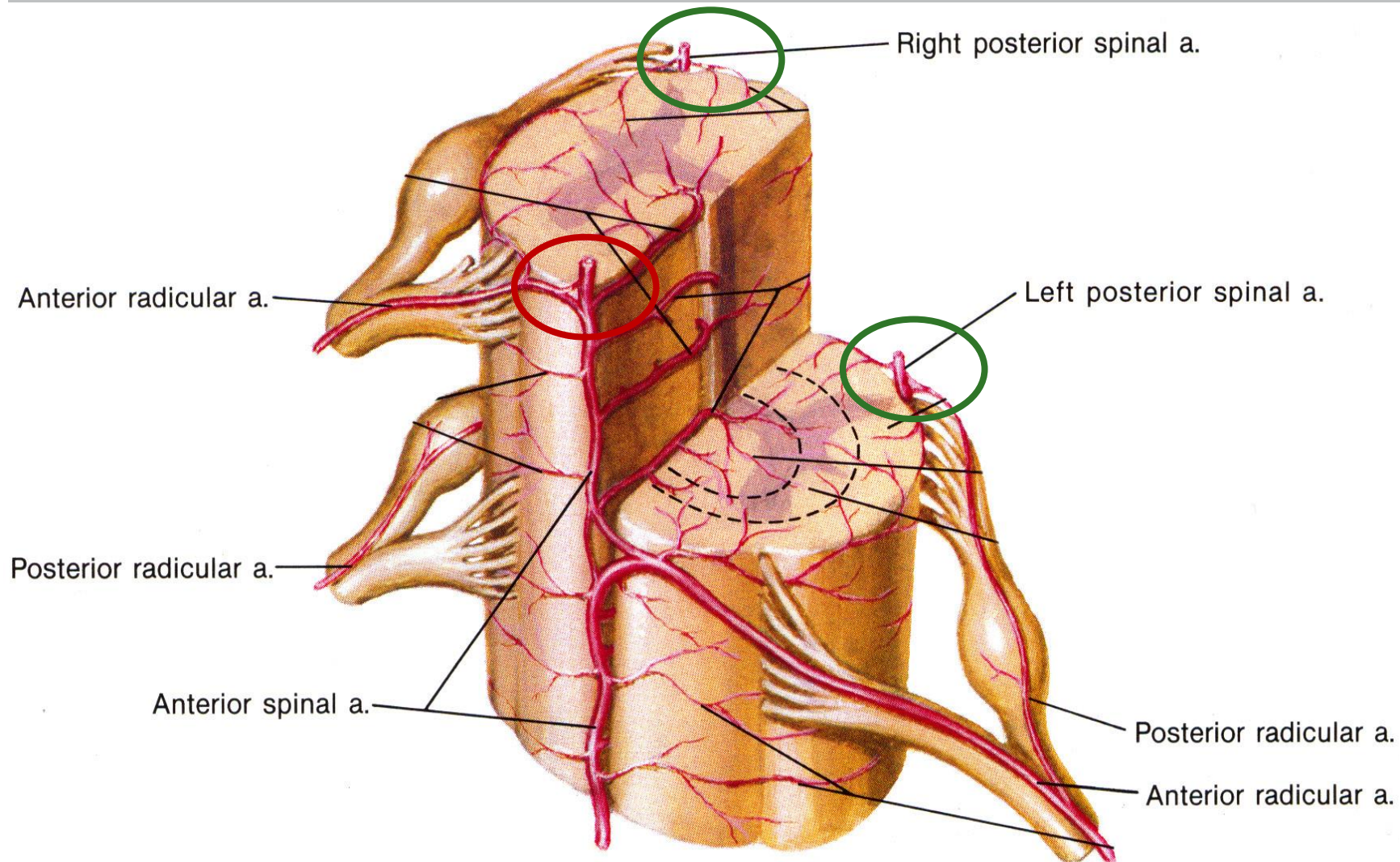
© Anästh Intensivmed 2014;55:2-19

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



Spinale Gefäßversorgung



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

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



- **Spinale Minderperfusion**
 - XC-Distale Aortenperfusion ↓
 - Fehlende Segmentarterien
 - Syst Blutdruck ↓
- **Imbalance O₂-Angebot/Verbrauch**
- **Hyperämie**
 - Reperfusionstörung
 - spinale Druckerhöhung >12mmHg

Immediate Neurologic Deficit vs. Delayed Neurologic Deficit

■ Perfusionssteigerung

Proaktiv statt reaktiv

- HLM Anlage, (LA- A.desc. Shunt)
- Segmentarterien reimplantieren
- adäquater Blutdruck (MAP 90 mmHg)
- **Liquordrainage (ISP < 15 mmHg)***

■ Vermeiden zytotoxischer Effekte

- Syst./ lokale Hypothermie
- Medikamentöse Protektion
(Methylprednisolon, Barbiturat, Naloxon, Papaverin..)

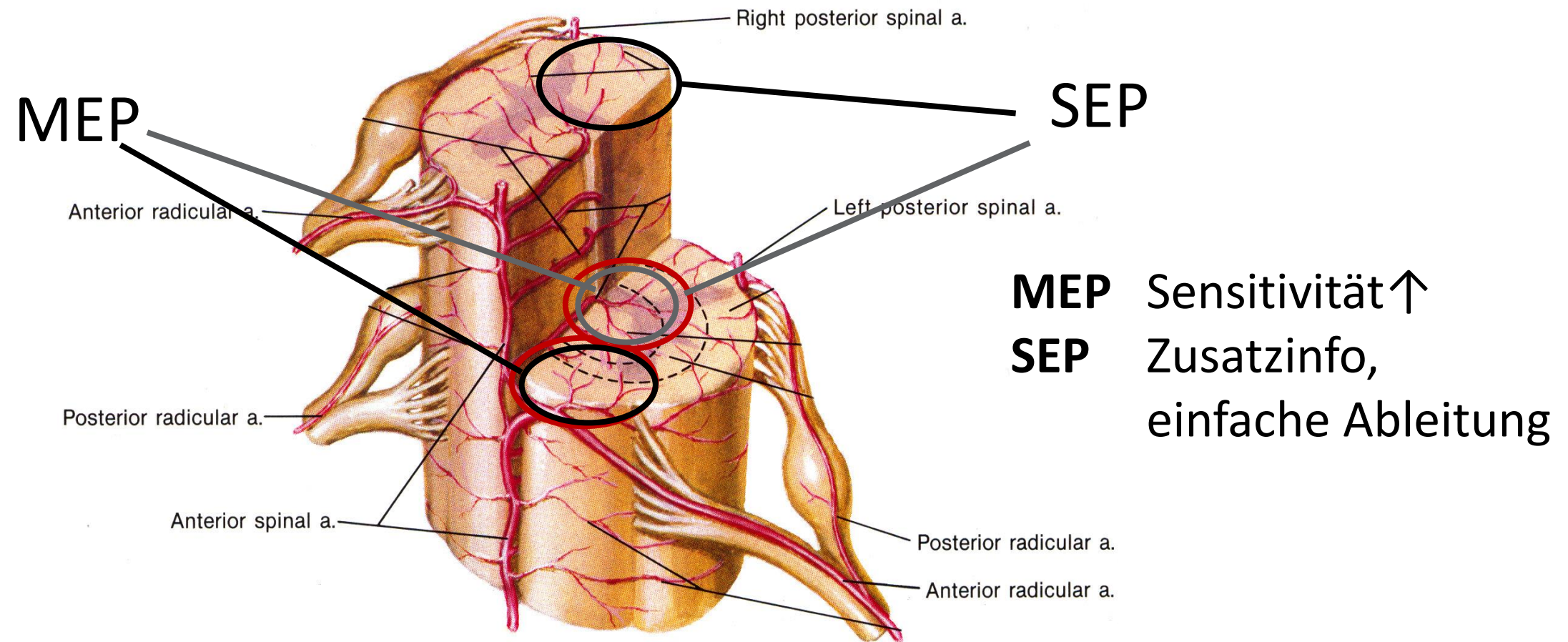
Aber: Effekt von Einzelmaßnahmen unklar, z.T. erhebliche Risiken

* Individueller Schwellenwert, Gesamtbetrachtung

Aortenchirurgie: MEP vs. SEP



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



Aortenchirurgie: **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

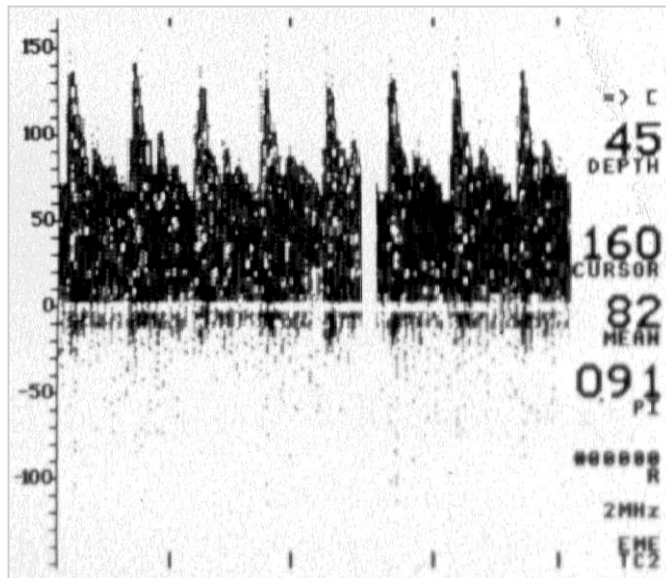
Komaprognose: Fallbeispiel

F.S. 6 Jahre
Prot. Reanimation

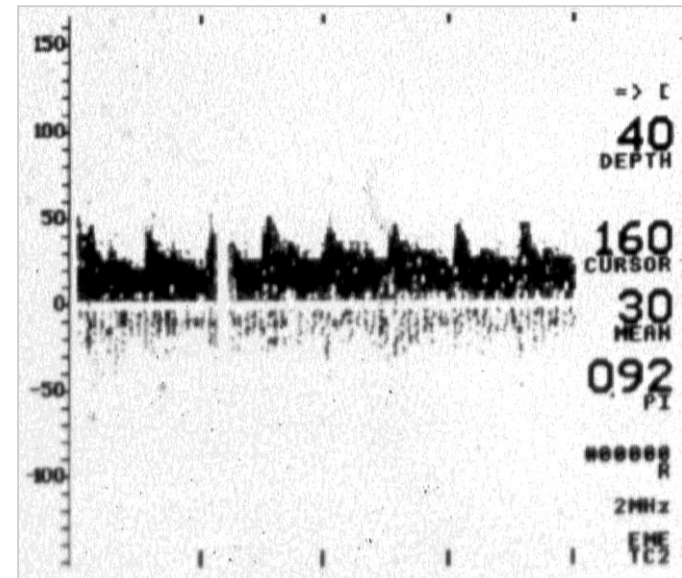
Weiteres Procedere?
Zerebrale Prognose?

Klinik: Multiorganversagen
keine zerebrale Prognosebeurteilung
(Katecholamine, Analgosedierung)

TCD: MCA rechts

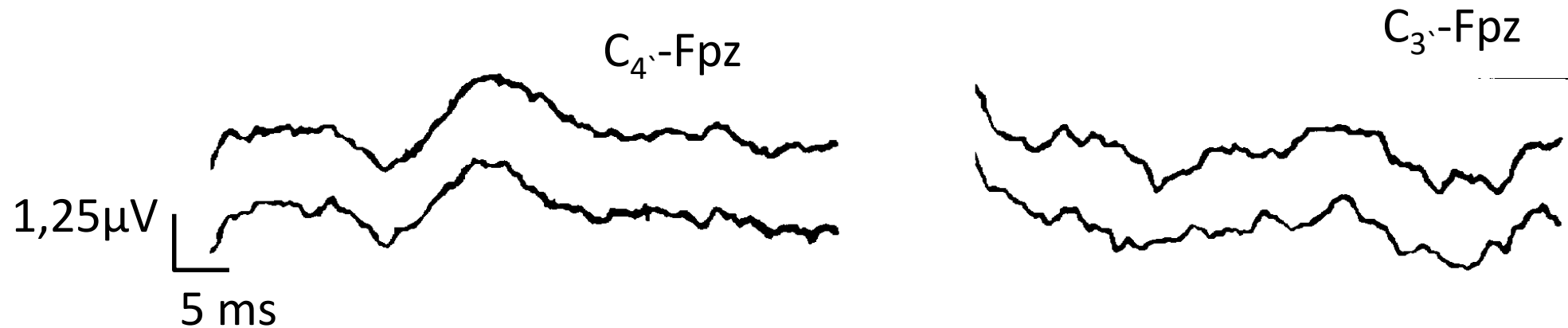


MCA links



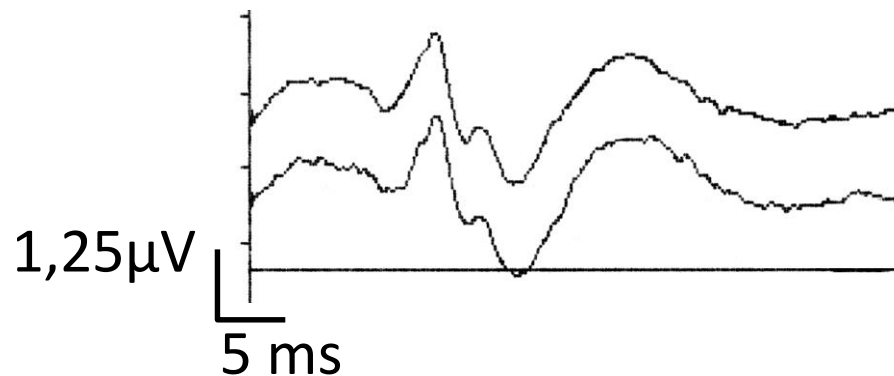
Komaprognose: Fallbeispiel

08. 6. 99: SSEP



BAEP normale Latenzen I - V

15. 6. 99: SSEP C_4 -Fpz



C_3 -Fpz

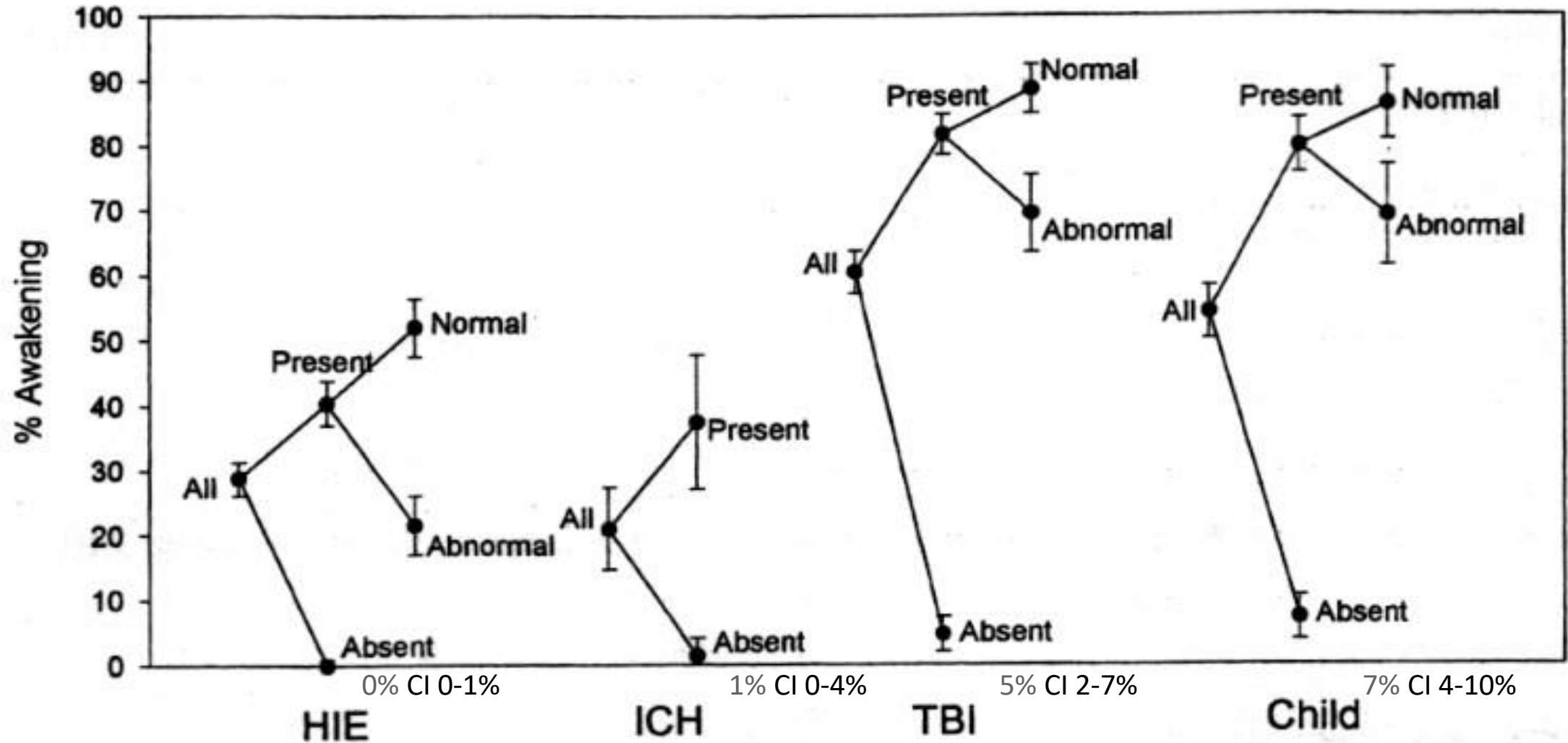


Komaprognose: Fallbeispiel



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

Komaprognose: SEP



Robinson 2003

441 komatöse Patienten

86 (20 %) beidseitiger kortikaler SSEP-Verlust

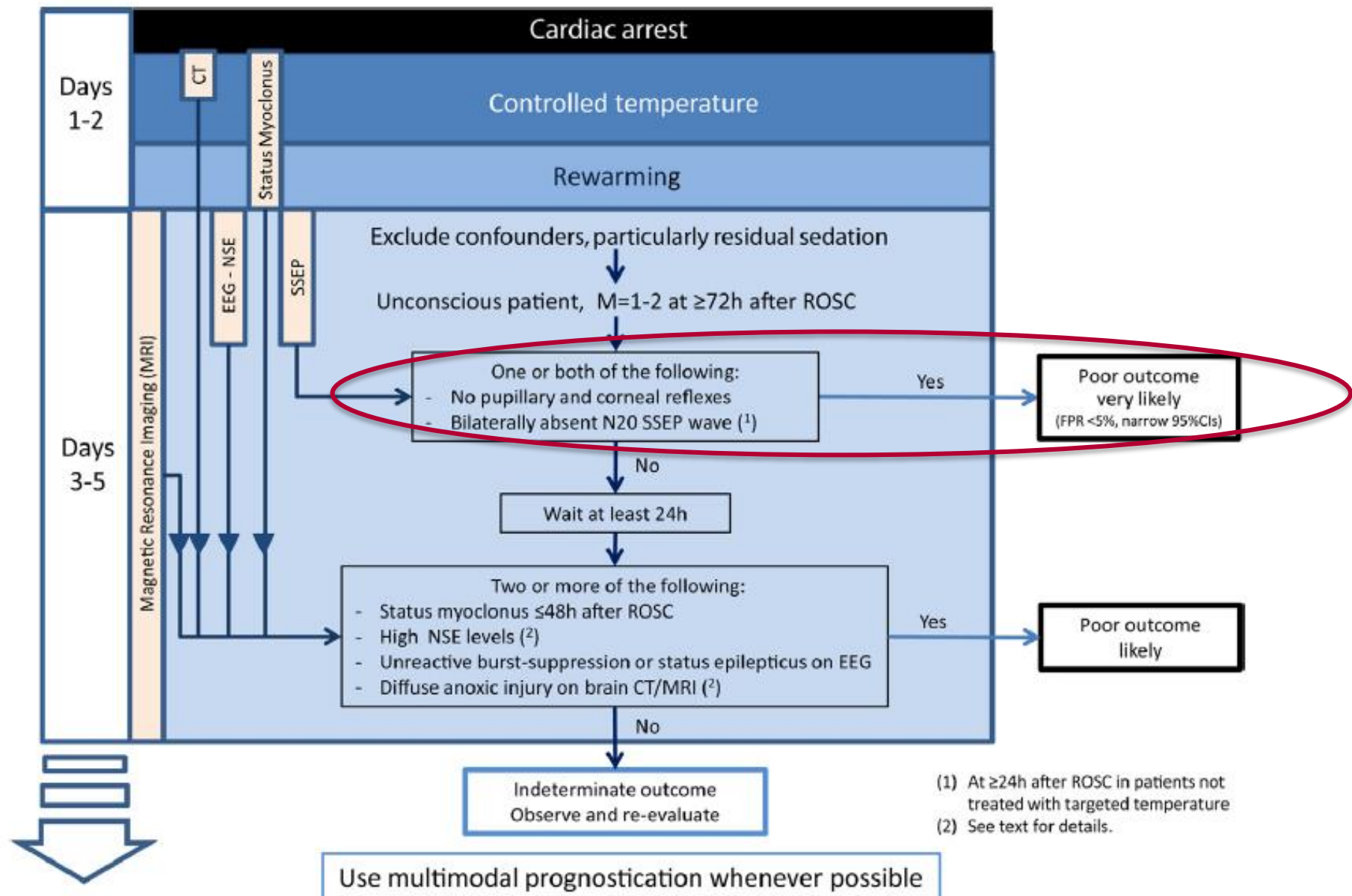
697 Pflege tage (x = 8,1 Tage)

1 324 300 \$ Kosten

100 % Mortalität

Madl 1996

Komaprognose: Methoden



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

Hohe prognostische Sicherheit

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

Entscheidung über therapeutische Konsequenzen im Einzelfall unter Berücksichtigung der Gesamtsituation

Neuromonitoring: **Kontroverse**



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



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
Prof Dr med A. Schleppers
Roritzerstraße 27
90419 Nürnberg
0911 - 93 37 80
dgai@dgai-ev.de

- Fellowship Kardioanästhesie

Qualifikation als „kardioanästhesiologisch erfahren“ (GBA)

1-2 Jahre praktische Vertiefung incl. TEE Zertifikat

- Perioperative Echokardiografie

TTE/TEE Grundkurs, TEE Aufbaukurs nach DGAI Vorgaben

- Hospitation Neuromonitoring

Praktische Nachweise für DGAI-Zertifikat



Weitere Informationen:

Michael Dinkel

Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin

Von Guttenbergstraße 11

97616 Bad Neustadt/Saale

09771 66 25700

michael.dinkel@campus-nes.de



Fellowship Kardioanästhesie Herzlich willkommen!

