

Beatmung in der Neuroanästhesie

Ein Vergleich in der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1991 und 1997

Ventilation and neuroanaesthesia - comparison of German surveys in 1991 and 1997

S. Himmelseher¹ und E. Pfenninger²

¹ Klinik für Anaesthesiologie, Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München
(Direktor: Prof. Dr. med. E. Kochs)

² Klinik für Anästhesiologie, Klinikum der Universität Ulm (Direktor: Prof. Dr. med. M. Georgieff)

Zusammenfassung: Mit Hilfe zweier Umfragen zur Neuroanästhesie in der Bundesrepublik Deutschland wurden 1991 und 1997 die verwendeten Praktiken der Beatmung in der Neuroanästhesie erfaßt und in der vorliegenden Arbeit im Vergleich der beiden Jahre analysiert.

Der Wissenschaftlichen Arbeitskreis Neuroanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) initiierte die Erhebung im Jahr 1991. Es wurden die Institute / Abteilungen für Anästhesiologie aller Kliniken mit neurochirurgischen Abteilungen in Deutschland angeschrieben, von denen Mitarbeiter in der DGAI als Mitglieder geführt waren. 1997 wurde die Umfrage an den Kliniken wiederholt, die 1991 geantwortet hatten.

1991 konnten 87% und 1997 65% der versandten Fragebogen ausgewertet werden. Es zeigte sich, daß 1997 im Schockraum Notfallpatienten mit Schädel-Hirn-Trauma nur noch selten stark hyperventiliert wurden (1991 in 24% der Kliniken im Vergleich zu 1997 in 9% der Kliniken). Sie wurden außerdem auch weniger häufig leicht hyperventiliert (1991 in 79% der Kliniken im Vergleich zu 1997 in 65% der Kliniken). Eine lachgasfreie Beatmung fand im Schockraum häufiger Anwendung (1991 in 59% der Kliniken im Vergleich zu 1997 in 79% der Kliniken). Intraoperativ wurde eine kräftige Hyperventilation bei neurochirurgischen Tumoreingriffen praktisch nicht mehr verwendet (liegende Position der Patienten: 1991 in 24% der Kliniken im Vergleich zu 1997 in 0% der Kliniken; sitzende Position der Patienten: 1991 in 8% der Kliniken im Vergleich zu 1997 in 2% der Kliniken). Die leichte Hyperventilation wird hingegen durchaus noch eingesetzt (liegende Position der Patienten: 1991 in 79% der Kliniken im Vergleich zu 1997 in 72% der Kliniken; sitzende Position der Patienten: 1991 in 75% der Kliniken im Vergleich zu 1997 in 60% der Kliniken). Bezüglich der Indikationsstellung zu einer Nachbeatmung waren klinisch-neurologische Kriterien nach intrakraniellen Eingriffen weniger ausschlaggebend (1991 in 92% der Kliniken im Vergleich zu 1997 in 64% der Kliniken).

Das Management der Beatmung in der postoperative Phase ist uneinheitlich; hier könnten auf Experten-

wissen basierende Empfehlungen zu einer Verbesserung der Beatmungstherapie und zu einem vereinheitlichteren Vorgehen führen.

Einleitung

Die Auswirkungen der Beatmung auf das Gehirn während und nach neurochirurgischen Eingriffen sind bisher wenig definiert und weit weniger bekannt als die Effekte maschineller Ventilation auf andere Organsysteme. Das Gehirn besitzt keine Sauerstoffvorräte. Apparative Beatmungsverfahren in der Neuroanästhesie müssen deshalb während der perioperativen Versorgung die unbedingt nötigen Sicherheitsbereiche der Oxygenierung gewährleisten und eine Hypo- oder Hyperkapnie vermeiden (11, 21, 35). Das traditionelle Therapieprinzip der Hyperventilation neurochirurgischer Patienten mit erhöhtem intrakraniellen Druck wurde in jüngerer Vergangenheit wegen des Auftretens einer möglicherweise gefährlichen zerebralen Vasokonstriktion kritisch diskutiert (31, 43). Es hatte sich gezeigt, daß ein undifferenzierter Einsatz der Hyperventilation zu zerebralen Ischämien führen kann (31, 43).

Angesichts der Bedeutsamkeit der Beatmung in der klinischen Neuroanästhesie entschied der wissenschaftliche Arbeitskreis Neuroanästhesie der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin (DGAI) in seiner Konstituierungssitzung 1991, in eine Erhebung zur Neuroanästhesie in der Bundesrepublik Deutschland Fragen zum praktischen Vorgehen bei der Beatmung mit aufzunehmen. Es sollte auf diese Weise auch unter den Aspekten der Qualitätssicherung ein Forum zu den in der Neuroanästhesie in Deutschland eingesetzten Formen der perioperativen Beatmungstherapie erarbeitet werden. Unter dem Eindruck erweiterter Erkenntnisse zur Beatmung bei zerebralen Erkrankungen und im Hinblick auf die Entwicklung neuer Anästhesietechniken wurde die Befragung im Jahr 1997 nochmals an den Kliniken vorgenommen, die 1991 teilgenommen hatten.

Tabelle 1: Auszug aus dem Originalfragebogen

ERHEBUNGSBOGEN NEUROANÄSTHESIE

Bundesrepublik Deutschland 1991 / 1997

Welche Beatmungsverfahren wählen Sie bei Tumoroperationen bis zur Eröffnung der Dura?

a) liegende Position des Patienten

Normoventilation ($\text{PaCO}_2 > 35 \text{ mmHg}$)
 leichte Hyperventilation ($\text{PaCO}_2 > 30 \text{ mmHg}$)
 kräftige Hyperventilation ($\text{PaCO}_2 < 30 \text{ mmHg}$)
 PEEP bis zu 5 cm H_2O
 PEEP über 5 cm H_2O
 HFJV
 lachgasfreie Beatmung

b) sitzende Position des Patienten

Normoventilation ($\text{PaCO}_2 > 35 \text{ mmHg}$)
 leichte Hyperventilation ($\text{PaCO}_2 > 30 \text{ mmHg}$)
 kräftige Hyperventilation ($\text{PaCO}_2 < 30 \text{ mmHg}$)
 PEEP bis zu 5 cm H_2O
 PEEP über 5 cm H_2O
 HFJV
 lachgasfreie Beatmung

Welche Beatmungsverfahren wählen Sie in der Notaufnahme beim Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma?

Normoventilation ($\text{PaCO}_2 > 35 \text{ mmHg}$)
 leichte Hyperventilation ($\text{PaCO}_2 > 30 \text{ mmHg}$)
 kräftige Hyperventilation ($\text{PaCO}_2 < 30 \text{ mmHg}$)
 PEEP bis zu 5 cm H_2O
 PEEP über 5 cm H_2O
 HFJV
 lachgasfreie Beatmung
 100% Sauerstoffbeatmung

Welche Patienten beatmen Sie grundsätzlich und wie lange nach?

keine bis zu 3 h 3 - 12 h > als 12 h

alle großen Tumoreingriffe
 alle Tumoreingriffe in der
 hinteren Schädelgrube
 Aneurysmaoperationen

andere

--

bitte nennen welche!

Welches sind Ihre Kriterien für eine Indikation zur Nachbeatmung?

präop.
klinisch /
neurologisch Hirndruck Temperatur,
vegetat. Sympt.

große epidurale Hämatome
 alle epiduralen Hämatome
 große subdurale Hämatome
 alle subduralen Hämatome
 operierte intrazerebrale Hämatome
 keines dieser Kriterien

andere Kriterien

--

bitte nennen welche!

Methodik

In die Erhebung zur Neuroanästhesie wurden 1991 alle Institute und Kliniken für Anästhesiologie in Deutschland eingeschlossen, die routinemäßig neurochirurgische Patienten betreuten und von denen ein Mitarbeiter Mitglied der DGAI war. 1997 wurden diejenigen Abteilungen noch einmal angeschrieben, die 1991 geantwortet hatten. Die Fragen waren 1991 und 1997 identisch. Dieses Vorgehen ermöglichte eine direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse der beiden Jahrgänge.

Der Fragebogen umfaßte neben einer Reihe von Fragen zu allgemeinen Charakteristiken der Klinik und den in der Neurochirurgie erbrachten anästhesiologischen Leistungen Bereiche mit Fragen nach Angaben zu Anästhesieverfahren, Beatmungsverfahren sowie dem verwendeten Monitoring (Tabelle 1). In der vorliegenden Arbeit sollen der Komplex Beatmung und dessen Monitoring dargestellt werden; weitere Teile der Erhebungen wurden an anderer Stelle publiziert (22).

Die Fragen zur Beatmung sollten schwerpunktmäßig zum einen die im Schockraum bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma verwendeten Beatmungstechniken erfassen und zum anderen Angaben zu den intraoperativ bei Tumoroperationen eingesetzten Beatmungsverfahren ermitteln. Bei den Fragen zu den intraoperativ gebräuchlichen Techniken wurde zwischen der liegenden und der sitzenden Position der Patienten unterschieden. Im Hinblick auf eine Nachbeatmung nach intrakraniellen Eingriffen wurden neben der Art der verwendeten Nachbeatmung auch die Kriterien für eine Indikationsstellung zur Nachbeatmung erfragt. Angaben zur Dauer der Nachbeatmung wurden für Eingriffe an großen Tumoren, Aneurysmen und Operationen in der hinteren Schädelgrube getrennt eruiert. In den Fragen bezüglich der Praxis des Monitorings der Beatmung in der Neuroanästhesie wurde für die erwachsenen Patienten wieder zwischen der liegenden und der sitzenden Position unterschieden; das anästhesiologische Monitoring bei neurochirurgischen Eingriffen bei Kindern wurde gesondert eruiert. Die Fragen waren in standardisierter Form gestellt und konnten durch "zeitsparendes Ankreuzen" beantwortet werden. Teilweise waren Mehrfachnennungen möglich. Einige offenen Fragen nach anderen, alternativen Vorgehensweisen sollten kliniksintern spezifische Praktiken ermitteln. Die Antworten wurden anonymisiert ausgewertet, die Resultate in Prozent der Rückantworten berechnet. Aufgrund möglicher Mehrfachnennungen können sich bei der Darstellung der Ergebnisse gelegentlich numerische Werte von mehr als insgesamt 100% ergeben.

Ergebnisse

Rücklaufquote und Anzahl der Narkosen in der Neuroanästhesie

Die Rücklaufquote der verschickten Befragungen

Tabelle 2: Statistische Angaben zu den Umfragen 1991 und 1997

	1991	1997
Fragebögen:		
versendet	N = 78	N = 68
Rücklaufquote (%)	87	65
Neurochirurgische Betten pro Klinik:		
> als 50 Betten	55 %	46 %
40 - 50 Betten	26 %	33 %
30 - 40 Betten	12 %	16 %
< als 30 Betten	7 %	5 %
Intensivtherapiebetten:		
> als 10 Betten	19 %	19 %
5 - 10 Betten	52 %	62 %
< als 5 Betten	29 %	19 %
Intensivüberwachungsbetten:		
> als 10 Betten	12 %	13 %
5 - 10 Betten	24 %	23 %
< als 5 Betten	64 %	64 %
Narkosen in der Neuroanästhesie:		
Durchschnitt intrakranieller Eingriffe pro Klinik	N = 420	N = 611
Durchschnitt extrakranieller und diagnostischer Eingriffe pro Klinik	N = 1.004	N = 940
Approximierte Anzahl der erfaßten Neuroanästhesien	N = 110.000	N = 75.000

belief sich 1991 auf 87% und 1997 auf 65%. Die Verteilung der vorgehaltenen neurochirurgischen Betten sowie der Intensivbehandlungs- und Intensivüberwachungsbetten ist Tabelle 2 zu entnehmen. Die Analyse des Vergleichs der Daten der zwei Jahrgänge basiert approximiert 1991 auf 110 000 Anästhesien und 1997 auf 75 000 Narkosen, die von Kliniken oder Instituten für Anästhesiologie bei neurochirurgischen Eingriffen in Deutschland vorgenommen wurden.

Beatmung bei Notfallpatienten im Schockraum

Die in der Notfallaufnahme gebräuchlichen Beatmungsverfahren bei Patienten mit Schädel-Hirn-Traumatisierung sind in Abbildung 1 dargestellt. Schädel-hirn-traumatisierte Patienten wurden 1991 in 24% und 1997 nur noch in 9% der Kliniken kräftig hyperventiliert ($\text{CO}_2 \leq 30 \text{ mmHg}$), dagegen 1991 in 79% und 1997 immer noch in 65% der Kliniken einer leichten Hyperventilation ($\text{CO}_2 > 30 \text{ mmHg}$) unterzogen. Bemerkenswert ist, daß 1991 eine Normoventilation überhaupt nicht und 1997 nur in etwa einem Drittel der Patienten angestrebt wurde. Während 1991 bei fast 60% der Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma (SHT) eine lachgasfreie Beatmung durchgeführt wurde, nahm dieser Anteil 1997 auf fast 80% zu. Die Beatmung mit reinem Sauerstoff blieb dabei mit rund

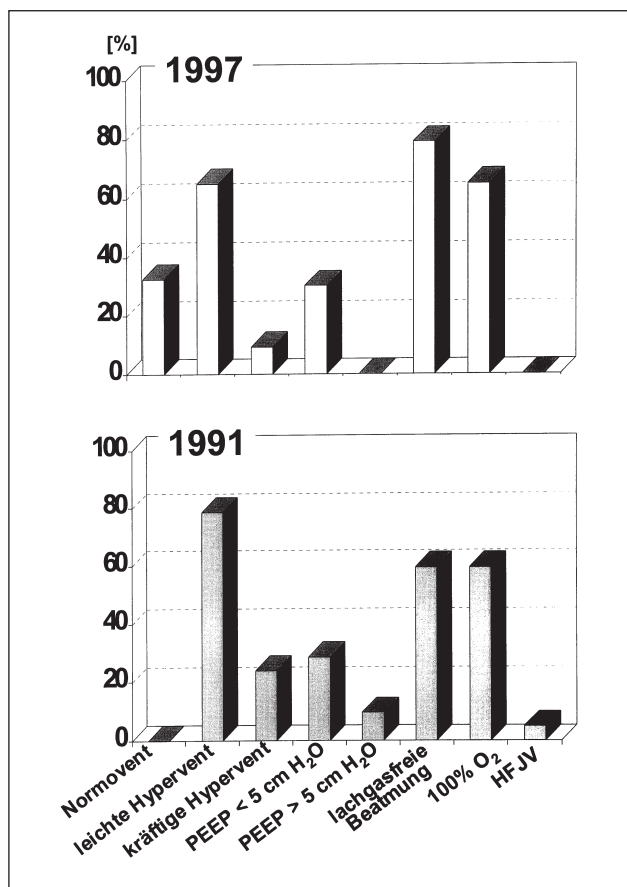


Abbildung 1: Beatmungsverfahren bei schädel-hirn-traumatisierten Patienten in der Notfallaufnahme gezeigt als Vergleich zwischen 1991 und 1997.

PEEP = positiv-endexpiratorischer Druck, HFJV = Hoch-Frequenz-Jet-Ventilation.

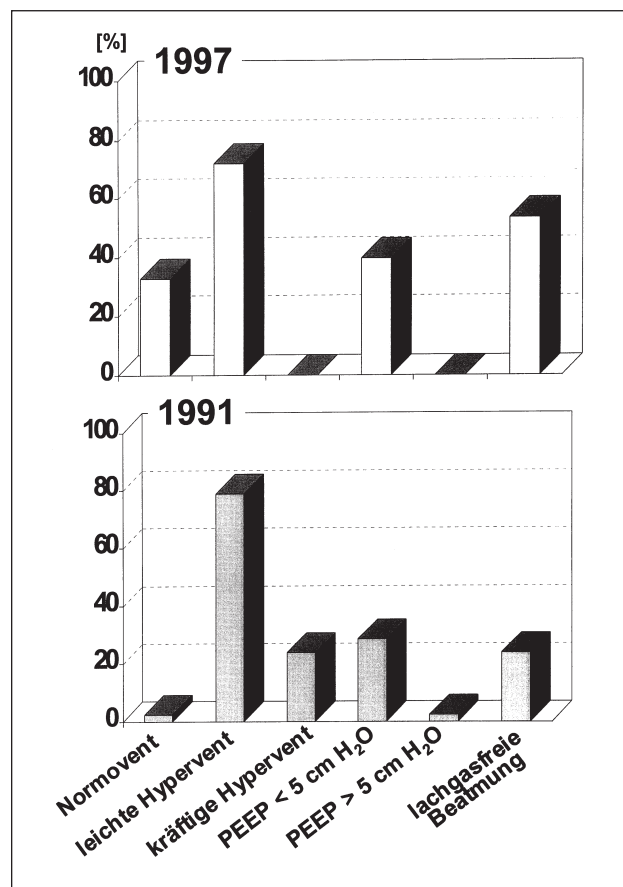


Abbildung 2: Beatmungsverfahren bei intrakraniellen Eingriffen in liegender Position der Patienten gezeigt als Vergleich zwischen 1991 und 1997.

PEEP = positiv-endexpiratorischer Druck.

60% bzw. 65% nahezu unverändert. Die Anwendung eines positiv-endexpiratorischen Druckes (PEEP) von 5 oder weniger cm H₂O wurde 1991 und 1997 gleichermaßen in ca. 30% der Kliniken eingesetzt, wohingegen ein PEEP von mehr als 5 cm H₂O 1997 nicht mehr verwendet wurde.

Beatmung bei intrakraniellen Eingriffen in liegender und sitzender Position

Abbildung 2 zeigt die verwendeten Beatmungsverfahren bei intrakraniellen Eingriffen in liegender Position. Während intraoperativ eine kräftige Hyperventilation von 24% 1991 auf 0% 1997 zurückging, wurde 1997 eine leichte Hyperventilation durchaus noch in 72% der Kliniken vorgenommen. Der Anteil der normoventilierten Patienten nahm von 2% auf 33% zu. Mehr als die Hälfte der Kliniken beatmeten ihre Patienten 1997 außerdem bei intrakraniellen Eingriffen ohne Lachgas. In Tabelle 3 ist der Einsatz der verschiedenen Beatmungsverfahren bei intrakraniellen Eingriffen in sitzender Position aufgelistet. Auch hier ergibt sich, daß diese Patienten 1997 nicht mehr kräftig hyperventiliert wurden, aber noch in 60% der Kliniken eine leichte Hyperventilation erfuhren. Mehr als 80% der Kliniken nahmen eine lachgasfreie

Beatmung vor. Außerdem wurde 1997 bei der sitzenden Position ein PEEP in einer Größenordnung von mehr als 5 cm H₂O in 45% der Kliniken appliziert. Aus Tabelle 3 ergibt sich rechnerisch, daß in sitzender Position 1991 in 12% und 1997 in 19% ohne PEEP ventiliert wurde.

Nachbeatmung nach intrakraniellen Eingriffen

Nach intrakraniellen Eingriffen wurden 1991 ca. 75% der Patienten und 1997 ca. 65% der Patienten nachbeatmet. Neben den druck- oder volumenkontrollierten Beatmungsverfahren gaben 1997 etwa 20% der Kliniken andere Varianten der Beatmung an. Vor allem kamen hierbei Verfahren der assistierenden Beatmung, wie z.B. eine Druckbeatmung mit biphasisch positivem Atemwegsdruck (BIPAP) in 63% der Fälle oder eine druckunterstützte Atmung mit kontinuierlich positivem Atemwegsdruck (CPAP) oder assistierter Spontanatmung (ASB) in 38% der Fälle, zum Einsatz.

Kriterien zur Nachbeatmung

Tabelle 4 zeigt Kriterien, die zur Indikationsstellung für eine Nachbeatmung nach intrakraniellen Eingriffen angewendet wurden. Die präoperative klinisch-

neurologische Beurteilung stand mit ca. 90% 1991 und ca. 60% 1997 im Vordergrund. Allerdings nahm diese klinische Einschätzung innerhalb des Beobachtungszeitraums von 6 Jahren um fast ein Drittel ab. Der intrakranielle Druck als Kriterium zur Nachbeatmung wurde 1997 in 60% der Fälle etwas weniger häufig als 1991 in 67% der Fälle hinzugezogen, wohingegen die Einschätzung der Körpertemperatur und der vegetativen Situation als wesentliche Kriterien für eine Nachbeatmung von 49% auf 58% zunahm.

Dauer der Nachbeatmung

In Tabelle 5 ist die Dauer der Nachbeatmung nach intrakraniellen Tumoreingriffen und Aneurysmaoperationen dargestellt. Es ergibt sich für den zeitlichen Rahmen der Nachbeatmung sowohl nach Operationen an Tumoren als auch nach Eingriffen an Aneurysmen aller Art ein sehr uneinheitliches Bild. Eine Tendenz zur Abnahme langer Nachbeatmungszeiten zugunsten kürzerer bis zu keiner Nachbeatmung läßt sich vermuten.

Monitoring zur Beatmung

Generell ist festzustellen, daß bei allen intrakraniellen Eingriffen im Jahr 1997 als Standard-Monitoringverfahren der Beatmung die Überwachung der arteriellen Sauerstoffsättigung (SaO_2) und des endtidalen Kohlendioxidgehaltes ($\text{CO}_{2\text{et}}$) etabliert waren.

Tabelle 6 zeigt die Monitoringverfahren bei intrakraniellen Eingriffen in liegender und sitzender Position. Neben der Durchführung der Basismonitoringverfahren ist zu erkennen, daß 1997 nur in ca. 14% der Kliniken pulmonalarterielle Katheter zum Einsatz kamen. Zusätzlich gaben 17% der Kliniken an, bei intrakraniellen Eingriffen eine jugularvenöse Oxymetrie durchzuführen. Andere spezielle Überwachungsverfahren des ZNS, wie z.B. die Gewebe- PO_2 -Messung oder die Nah-Infrarot-Spektroskopie, wurden praktisch nicht benutzt.

Diskussion

Die Ergebnisse der beiden durchgeführten Umfragen zur Neuroanästhesie in der Bundesrepublik Deutsch-

Tabelle 3: Beatmungsverfahren bei intrakraniellen Eingriffen in sitzender Position

	Häufigkeit (%)	
	1991	1997
Normoventilation ($\text{CO}_2 > 35 \text{ mm Hg}$)	20	45
leichte Hyperventilation ($\text{CO}_2 \geq 30 \text{ mm Hg}$)	75	60
kräftige Hyperventilation ($\text{CO}_2 < 30 \text{ mm Hg}$)	8	2
PEEP bis zu 5 cm H_2O	35	36
PEEP über 5 cm H_2O	53	45
Hoch-Frequenz-Jet-Ventilation	3	0
lachgasfreie Beatmung	53	83

Tabelle 4: Kriterien zur Nachbeatmung nach intrakraniellen Eingriffen

	Häufigkeit (%)	
	1991	1997
Klinisch-neurologische Kriterien	92	64
Intrakranieller Druck	67	60
Vegetative Symptomatik, Temperatur	49	58

land beschreiben das Vorgehen der im klinischen Alltag durchgeführten Praxis der Beatmung bei intrakraniellen Eingriffen. Die Güte der Angaben muß jedoch mit einem gewissen Vorbehalt betrachtet werden, da die Ergebnisse mit Hilfe der Fragebogentechnik ermittelt wurden. Als limitierend gilt, daß Angaben auf Umfragen manchmal subjektiv impressionistisch eher die Ansichten des den Fragebogen Ausfüllenden widerspiegeln als das hausinterne Vorgehen. Die Resultate können so erheblich von der Erfahrung, dem Wissen oder der Spezialisierung des Antwortenden beeinflusst sein oder unbewußt

Tabelle 5: Nachbeatmung nach neurochirurgischen Eingriffen

	Häufigkeit (%)							
	1991				1997			
	keine	< 3 h	3-12 h	> 12 h	keine	< 3 h	3-12 h	> 12 h
große Tumoreingriffe	27	20	42	5	35	28	28	14
Aneurysma-Operationen	29	15	37	17	34	28	35	16
Eingriffe hintere Schädelgrube	20	10	42	35	31	24	26	19
alle Tumoreingriffe	56	25	22	0	61	26	7	9

Klinische Anästhesie

momentanen Trends entsprechen. Obwohl solche Einschränkungen bei der Interpretation von Erhebungen stets in Kauf genommen werden müssen, sind aber Umfragen das einzige Mittel, um einen Überblick über das praktische Vorgehen einer großen Zahl von Kliniken zu erhalten. Dadurch daß die Antwortenden in aller Regel Leitungsfunktionen im Bereich Neuroanästhesie in der jeweiligen Klinik innehaben, kann eine möglichst umfassende Übersicht über die durchgeführten Praktiken angenommen werden. Bei der Auswertung der beiden Umfragen war auch festzustellen, daß die Fragebögen mit einem gewissen Engagement und großer Genauigkeit ausgefüllt wurden. So fanden sich neben Streichungen von Fragen bei in der betreffenden Klinik nicht stattfindenden Eingriffen oder Praktiken immer wieder kritische Anmerkungen und Hinweise.

Die Rücklaufquote von 87% im Jahr 1991 und von 65% im Jahr 1997 entspricht den Analysen zweier Umfragen zur sitzenden Position in der Neurochirurgie mit einer Rücklaufquote von 80% in einer britischen Studie des Jahres 1991 (18) und von 61% in einer deutschen Untersuchung des Jahres 1995 (37). Bezüglich der Repräsentativität der erhobenen Daten ist zu bemerken, daß 1991 in Deutschland etwa 130.200 operative Eingriffe und 1997 etwa 145.900 Operationen in der Neurochirurgie vorgenommen wurden (persönliche Kommunikation Prof. J. Piek, Neurochirurgie, Universität Greifswald). Die vorliegenden Umfragen erfaßten damit 1991 knapp 85% und 1997 knapp 52% aller neurochirurgischen Operationen. Unsere Daten spiegeln so eine durchaus repräsentative Zahl der durch anästhesiologische Abteilungen in der Neuroanästhesie erbrachten Leistungen wider.

Die Praxis der Beatmungstherapie zeigt im Vergleich zwischen 1991 und 1997, daß schädel-hirn-traumatisierte Patienten in der Notfallaufnahme 1997 nur noch in wenigen der Kliniken eine kräftige und in etwa 65% der Kliniken eine leichte Hyperventilation erfuhren. Dieses Vorgehen entspricht zum Teil sowohl Vorschlägen des wissenschaftlichen Arbeitskreises Neuroanästhesie (15) als auch heutigen intensivmedizinischen Vorstellungen (11). Basierend auf der pathophysiologischen Erkenntnis, daß eine Hyperventilation zu einer Abnahme des zerebralen Blutvolumens führt, wurden Patienten mit einer Steigerung des intrakraniellen Druckes (ICP) traditionell einer generellen, forcierten und unter Umständen chronischen Hyperventilation unterzogen. Die hieraus resultierende Hypokapnie kann jedoch bei bereits bestehender Minderperfusion des Gehirngewebes und erhöhtem ICP durch die zusätzliche zerebrale Vasokonstriktion zu einer Verstärkung der Ischämie führen und die neurologische Prognose von Patienten mit SHT oder Subarachnoidalblutung verschlechtern (31, 43). Außer bei einer akut eskalierenden Steigerung des ICP und drohender Gehirneinklemmung ist deshalb entsprechend dem abgestuften Vorgehen zur Senkung eines erhöhten ICP die therapeutische Hyperventilation als Maßnahme bei der innerklinischen Versorgung von SHT-Patienten nicht mehr gerechtfertigt (15). Kritisch

Tabelle 6: Monitoring der Beatmung bei intrakraniellen Eingriffen

	Häufigkeit (%)	
	1991	1997
Erwachsene Patienten in liegender Position		
Pulsoxymetrie	89	100
Kapnometrie	94	100
pulmonal-arterielle Messung	10	9
jugularvenöse Oxymetrie	0	17
Erwachsene Patienten in sitzender Position		
Pulsoxymetrie	88	100
Kapnometrie	93	100
pulmonal-arterielle Messung	15	19
jugularvenöse Oxymetrie	0	17
Monitoring bei Kindern		
Pulsoxymetrie	100	97
Kapnometrie	88	97
transkutane pO ₂ -Messung	8	3
transkutane pCO ₂ -Messung	8	3
pulmonal-arterielle Messung	0	0
jugularvenöse Oxymetrie	0	8

zu hinterfragen sind auch die von uns 1991 und damit auch 1997 verwendeten Begriffe "kräftige" und "leichte" Hyperventilation. Ausgehend von einer Hirndurchblutung (CBF) von ca. 40 ml/100g/min unter Analgosedierung, Voraussetzung ist eine intakte Koppelung von CBF und O₂-Metabolismus, führt eine Hyperventilation auf 30 mmHg PaCO₂ zu einer Abnahme der globalen CBF um ca. 16 ml/100g/min auf 24 ml/100g/min (4% pro mmHg). In Abhängigkeit vom arteriellen O₂-Gehalt muß man in der Größenordnung von 23 ml/100g/min bereits eine zunächst reversible zerebrale Ischämie in Erwägung ziehen. Der Ausdruck milde Hyperventilation sollte daher bei PaCO₂-Werten unter 35 mmHg keine Verwendung finden. Besser wäre es, den Begriff Normoventilation für PaCO₂-Werte von 38-40 mmHg zu verwenden. Eine milde Hyperventilation entspräche einem PaCO₂ zwischen 38 und 35 mmHg, während PaCO₂-Werte zwischen 35 und 30 mmHg als mäßige oder moderate Hyperventilation bezeichnet werden sollte.

Betrachtet man das intraoperative Beatmungsregime bei Kraniotomien, so zeigt sich, daß 1997 PaCO₂-Werte unter 30 mmHg, im Gegensatz zu 1991, nicht mehr angestrebt wurden. Eine Beatmung mit PaCO₂-Werten zwischen 35 und 40 mmHg hingegen wird 1997 in verringertem Umfang in etwa 65% der Kliniken vorgenommen. Es hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß eine intraoperative Hyperventilation zwar die Exposition des Operationsgebietes ohne unnötig hohen Retraktordruck durch verringerte Gehirnprotrusion erleichtern kann, aber diese gewünschte Entlastung häufig nur auf Kosten eines kritisch reduzierten zerebralen Blutflusses erreicht wird. Erst in jüngerer Zeit durchgeführte Untersuchungen weisen auch darauf hin, daß eine Hyperventilationstherapie

bei elektiven neurochirurgischen Eingriffen bereits vor chirurgischer Intervention mit einer Verringerung der zerebralen Oxygenierung einhergehen kann (3, 38, 44). Unter der Prämisse, das Gehirn durch ein adäquates Beatmungsregime vor Schaden zu bewahren, sollte deshalb primär eine Ventilation mit leicht reduziertem Kohlendioxidgehalt angestrebt werden (24). Eine darüber hinausgehende intraoperative Hyperventilation sollte nur in Absprache mit dem operativen Fachkollegen und unter Abwägung des damit evtl. erhöhten Gefahrenpotentials durchgeführt werden. Ein erweitertes Monitoring zur rechtzeitigen Detektion einer zerebralen Ischämie ist hierbei zu fordern (29, 30, 43). Die Anwendung eines PEEP von mehr als 5 cm H₂O sowohl während der Erstversorgung in der Notfallaufnahme als auch intraoperativ in liegender Position der Patienten wird 1997 praktisch nicht mehr vorgenommen, während ein PEEP von etwa 5 cm H₂O in einem Drittel der Kliniken appliziert wird. Dies ist wohl darauf zurückzuführen, daß trotz vielfältiger Diskussionen über die Höhe eines optimalen PEEP davon ausgegangen wird, daß die Vorteile eines mäßigen PEEP in der Reduktion von Atelektasenbildungen und einer Verbesserung der pulmonalen Compliance ohne negative Beeinflussung der zerebralen Perfusion liegen (11). Bei sitzender Position der Patienten hingegen wenden auch 1997 gleichermaßen zu 1991 über ein Drittel der Kliniken einen PEEP von 5 cm H₂O und etwa 45% der Kliniken eine PEEP-Beatmung über 5 cm H₂O an. Dies wird aber bezüglich der Prävention einer venösen Luftembolie als zweifelhaft eingeschätzt (34, 44) und kann bei Kombination mit einem hohen Atemzugvolumen das Risiko einer paradoxen Luftembolie erhöhen (32, 34). Gerade in sitzender Position der Patienten kann eine relativ hohe PEEP aber auch mit beträchtlichen hämodynamischen Nebenwirkungen verbunden sein.

Die lachgasfreie Beatmung wurde 1997 bei etwa 80% der Patienten mit SHT im Schockraum und bei elektiven neurochirurgischen Operationen vor allem in sitzender Position der Patienten durchgeführt. 1991 betrug die lachgasfreie Verfahren ca. 60% bei Patienten mit SHT bzw. 50% bei Patienten mit intrakraniellen Eingriffen in sitzender Position. Erstaunlich ist zumindest, daß gerade bei Patienten mit SHT keine generelle lachgasfreie Narkose durchgeführt wird, denn obwohl es möglich sein kann, daß der Einsatz von Stickoxydul bei vielen Narkoseverfahren in der Neuroanästhesie sicher ist (2, 5, 41), muß doch gerade bei diesen Patienten von einer Einschränkung der physiologischen Regelmechanismen des zerebralen Blutflusses ausgegangen werden (1, 26). Angesichts einer im Zusammenhang mit anderen Anästhetika durch Lachgas potentiell verursachten zerebralen Vasodilation und damit einhergehender Zunahme des zerebralen Blutvolumens mit nachfolgender Steigerung des ICP (6, 19, 23, 36) sollte deshalb bei Patienten mit verminderter intrakranieller Compliance kein Lachgas eingesetzt werden (2, 15, 20, 39). Dies gilt auch für Patienten mit einem erhöhten Gefahrenpotential für eine intraoperative zerebrale Ischämie, wie z.B. bei Clipping-Operationen an Aneurysmen. Trotz der ver-

breiteten Anwendung und persistierenden Diskussion über den Stellenwert von Stickoxydul in der Neuroanästhesie im angloamerikanischen Raum (2, 4, 6, 12, 13, 41) darf bei Einsatz von Lachgas auch das Risiko einer Diffusion des Gases in luftgefüllte Räume nicht unbeachtet bleiben. Dies kann speziell in sitzender Position bei der Entwicklung einer Luftembolie zu deren Größenzunahme beitragen (27). Die früher oft als Argumente für eine Anwendung von Stickoxydul angeführte analgetische Potenz des Gases und die damit mögliche Verminderung der MAC-Werte von anderen gleichzeitig eingesetzten Inhalationsanästhetika (2) sind heutzutage angesichts der Verfügbarkeit von intravenösen Narkotika mit umfassenden analgetischen Effekten als überholt anzusehen.

Im Hinblick auf die postoperative Nachbeatmung nach intrakraniellen Eingriffen scheint der Vergleich zwischen 1991 und 1997 eine Tendenz zur früheren Extubation aufzuzeigen. Während vor wenigen Jahren postoperativ in der Neuroanästhesie oft noch eine Periode der Stabilisierung unter kontrollierter Ventilation eingehalten wurde, ist der Trend zu einer frühen Extubation sicherlich sowohl auf Fortschritte in der neurochirurgischen Operationstechnik, den forciert eingesetzten Maßnahmen zur Wärmeerhaltung als auch auf die anästhesiologische Weiterentwicklung in Überwachungsverfahren und Medikamenten zurückzuführen. Nach unserer Umfrage ist 1997 der präoperative klinisch-neurologische Status der Patienten als Kriterium für eine Nachbeatmung zwar etwas weniger bedeutend, aber bei präoperativer neurologischer Unauffälligkeit sollte eine frühe Extubation der Patienten bei elektiven Eingriffen eher der Regelfall sein (16, 21). Trotz des Mangels an prospektiven, kontrollierten klinischen Studien zur Thematik einer frühen Extubation versus einer kontrollierten Nachbeatmung in der Neurochirurgie erlaubt die frühe Extubation nicht nur die direkte neurologische Beurteilung der Patienten, sondern ist auch von einem geringeren Anstieg an Katecholaminen und geringerer Stimulation des hämodynamischen Systems während der Aufwachphase begleitet (10). Die Wichtigkeit kardiovaskulärer und respiratorischer Stabilität (9) sowie einer ausreichenden Körpertemperatur bezüglich der Entscheidung zu einer Nachbeatmung oder Extubation läßt sich auch in unserer Studie im Jahr 1997 im Sinne größerer Bedeutung erkennen. Angesichts der Verfügbarkeit kurz wirkender Narkosemittel ist die Argumentation einer möglichen postnarkotischen hypoventilatorischen Hypoxämie in der frühen postoperativen Phase weniger erheblich, während andere Komplikationen, wie z.B. das postoperative Shivering oder Erbrechen, gerade nach neurochirurgischen Eingriffen mit einer deutlichen Steigerung des ICP und einer Hypoxämie einhergehen können (9, 28, 40). Die Höhe des ICP als Kriterium für die Nachbeatmung nach intrakraniellen Eingriffen besitzt 1997 zwar immer noch einen hohen Stellenwert, ergibt sich aber als etwas weniger bedeutsam als 1991. Dies ist etwas erstaunlich, kann doch durch eine kontrollierte Normoventilation schon eine Senkung eines erhöhten ICP erzielt werden (35) und

sind gerade schwerwiegende Komplikationen in der postoperativen Phase nach Eingriffen an zerebralen Hämatomen bei additiv vorliegender Steigerung des ICP zu erwarten (8, 21, 33). Nichtsdestotrotz gilt die direkte neurologische Beurteilbarkeit bis auf weiteres als das beste Verfahren zur postoperativen Überwachung der Gehirnfunktionen (40). Unbestritten gibt es aber andererseits eine ganze Reihe von neurochirurgischen Eingriffen, wie z.B. die Exzision großer arteriovenöser Malformationen mit hohem postoperativem Risiko für die Formation eines malignen Hirnödems oder die Entfernung großer Hämatome in der hinteren Schädelgrube in enger räumlicher Beziehung zu den Gebieten der kaudalen Hirnnerven, bei denen nach wie vor eine postoperative Nachbeatmung anzuraten ist (8, 21). Betrachtet man jedoch den zeitlichen Rahmen der Nachbeatmung sowohl nach zerebralen Eingriffen an Tumoren und Aneurysmen als auch nach Operationen in der hinteren Schädelgrube, so ist in den Kliniken unserer Studie ein sehr inhomogenes Bild festzustellen. Ob diesen offensichtlich so unterschiedlichen Vorgehensweisen nur traditionelle Gegebenheiten oder unterschiedliche anästhesiologische Schulen zugrunde liegen, kann aus den Daten und den zu den Fragen teilweise erfolgten Anmerkungen nicht entnommen werden. Es ist jedoch zu vermuten, daß Faktoren wie Wiederherstellung der Homöostase sowie der Normothermie vorwiegend eine Rolle spielen, da die Nachbeatmungsdauer meist weniger als 12 Stunden beträgt. Im Hinblick auf eine Objektivierung des Vorgehens bei der Nachbeatmung nach intrakraniellen Eingriffen wäre deshalb neben der Erarbeitung allgemeingültiger Kriterien für deren Indikationsstellung die Entwicklung von Behandlungsalgorithmen für häufig anzutreffende klinische Situationen durchaus wünschenswert (42).

Die beiden vorliegenden Umfragen zeigen, daß die Empfehlungen der DGAI / BDA des Jahres 1989 (14) zur Überwachung der Vitalfunktionen in der Anästhesie mit Hilfe der Standard-Monitoringverfahren bei nahezu allen intrakraniellen Eingriffen des Jahres 1997 realisiert sind. Der Vorstellung, daß eine routinemäßig durchgeführte kritische Überwachung ventilatorisch-respiratorischer Parameter zu einer günstigen Beeinflussung von Morbidität und Mortalität der Patienten führt (17), wird somit in der Neuroanästhesie überwiegend Rechnung getragen. Neben der unspezifischen Überwachung der Sauerstoffsättigung mit der Pulsoxymetrie können mit Hilfe der fast überall durchgeführten invasiven arteriellen Blutdruckmessung außerdem Einschätzungen des Gasaustausches durch die Analyse der arteriellen Blutgase vorgenommen werden. Anhand der kombinierten Beurteilung dieser Parameter sollte ohne Vorliegen anderer Komplikationen eine allgemeine Ventilation und globale Oxygenierung ohne weitere gehirnspezifische Ausrichtung möglich sein (25). Die eher weniger häufige Anwendung von pulmonalarteriellen Kathetern entspricht wohl der Haltung, daß invasive hämodynamische Überwachungsverfahren speziellen Indikationen, wie z.B. dem Monitoring einer

hypertensiven-hypervolämischen Hämodilutionstherapie nach einer Subarachnoidalblutung, vorbehalten sein sollten (21). Bei neurochirurgischen Eingriffen bei Kindern kommen 1997 dieselben Überwachungsverfahren wie bei Erwachsenen zum Einsatz, während transkutane Messungen von Sauerstoff- und Kohlendioxidpartialdruck als Monitoringverfahren keine Bedeutung mehr besitzen (7).

Die Messung der Sauerstoffsättigung im Bulbus Venae jugularis ($SjvO_2$) wurde 1997 in etwa einem Fünftel der Kliniken unserer Studie vorgenommen. Obwohl das relativ neue Verfahren eine Überwachung der Balance von zerebralem Angebot und Bedarf an Sauerstoff gestattet, ist dessen eingeschränkte Anwendung wohl nicht nur auf die arbeitsintensive und invasive Technologie zurückzuführen, sondern gründet sich sicherlich auch auf eine gewisse Rate an Meßungenauigkeit (29). Da die $SjvO_2$ aber eine doch sehr exakte Steuerung verfeinerter Therapieformen bei Interventionen mit erheblichen Gefahren für das Gehirn erlaubt, wurden in einzelnen Kliniken unserer Studie Kalkulationen des Laktat-Sauerstoff-Index zur Detektion einer globalen Gehirnschämie bei der Patientenversorgung mit Hilfe von Messungen der $SjvO_2$ vorgenommen. Vorteilhafte Effekte einer solchen spezifisch zerebralen Überwachung werden in der Literatur auch im Rahmen differenzierterer Beatmungstherapien (38) oder bei multimodalem Monitoring schädel-hirn-traumatisierter Patienten beschrieben (30).

Schlußfolgerung

Bei der Notaufnahme von Patienten mit Erkrankungen, die neurochirurgisch versorgt werden müssen, und während geplanter intrakranieller Eingriffe wird in der Neuroanästhesie in Deutschland heutzutage mehrheitlich eine Normo- oder nur leichte Hyperventilation vorgenommen. Es wird überwiegend lachgasfrei beatmet. Das Management der Beatmung in der postoperative Phase ist uneinheitlich; Formen und Dauer postoperativer Nachbeatmung zeigen eine große Variationsbreite. Rationale Therapiestrategien und Empfehlungen von Experten könnten deshalb in diesem Bereich zu einer Verbesserung der Beatmungstherapie, vereinheitlichterem Vorgehen, Qualitätssicherung in der Behandlung und möglicherweise zu einem effektiven Einsatz der knapper werdenden Ressourcen führen.

Danksagung

Den Instituten und Abteilungen für Anästhesiologie aller Kliniken in Deutschland sei ganz herzlich im Namen des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Neuroanästhesie der DGAI für die Teilnahme an den beiden Umfragen gedankt. Ihre Unterstützung ermöglichte erst die Umsetzung und Verwirklichung dieser Erhebung zum Status der Neuroanästhesie in Deutschland.

Summary: The aim of this study was to describe and analyse current techniques of mechanical ventilation in neuroanaesthesia in Germany in a comparison between management practices in 1991 and 1997.

Analyses are based upon answers to two surveys commissioned by the scientific neuroanaesthesia working group of the German Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine (DGAI) with the intention of quality assurance in patient care. In 1991, a questionnaire was sent to all German institutes and departments of anaesthesia in that routinely delivered anaesthesia for neurosurgical patients and which were registered members of the DGAI. In 1997, the survey was repeated with the 1991 respondents.

In 1991, 87% of completed and returned questionnaires, and in 1997, 63% of answers could be included in the analyses. In the emergency room, severe hyperventilation is much less common in headtraumatized patients (24% of hospitals in 1991 versus 9% in 1997). Mild hyperventilation is applied less frequently (79% in 1991 versus 65% in 1997). Nitrous oxide is often avoided (no NO₂: 59% in 1991 versus 79% in 1997). In the operating room, severe hyperventilation has almost disappeared during intracranial tumor surgery (supine position: 24% in 1991 versus 0% in 1997; upright position: 16% in 1991 versus 2% in 1997). In contrast, mild hyperventilation is still employed (supine position: 79% in 1991 versus 72% in 1997; upright position: 75% in 1991 versus 60% in 1997). Subsequent to intracranial procedures, the decision for early patient awakening or delayed postoperative recovery is less frequently based on preoperative neurological status (92% in 1991 versus 64% in 1997).

The study indicates that there is a considerable variation in the respiratory management of neurosurgical patients during postoperative care. Recommendations supported by expert knowledge could improve ventilation therapy and lead to a more uniform approach to respiratory management.

Key-words:

Neurosurgery;

Ventilation;

Anaesthesia;

Postoperative care.

Literatur

1. Albin MS (Hrsg.): Textbook of neuroanesthesia with neurosurgical and neuroscience perspectives. McGraw-Hill Inc., New York St. Louis 1997
2. Amorim P: Nitrous oxide in neuroanesthesia. Eur J Anaesthesiol 15 [Suppl 17] (1998) 23-25
3. Archer DP, Ravussin P: Perioperative effects of the prone position: anesthesiologic aspects. Ann Fr Reanim 2 (1998) 172-176
4. Audibert G, Pottier JC, Hummer M, Torrens J: Anesthésie-réanimation de l'hémorragie sous-arachnoïdienne. Enquête sur les pratiques de 32 centres. Ann Fr Anesth Reanim 15 (1996) 338-341
5. Baker KZ, Ostapkovitch N, Sisti MB, Warner DS, Young WL: Intact cerebral blood flow reactivity during remifentanyl/nitrous oxide anesthesia. J Neurosurg Anesthesiol 2 (1997) 134-140
6. Baughman VL: N₂O: of questionable value. J Neurosurg Anesth 7 (1995) 79-81
7. Bissonette B: Pediatric neuroanesthesia. Curr Op Neuroan 9 (1996) 376-380
8. Broderik JP, Adams HP, Barsan W, Feinberg W, Feldmann E, Grotta J, Kase C, Krieger D, Mayberg M, Tilley B, Zabramski JM, Zuccarello M: Guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage. A statement for healthcare professionals from a special writing group of the Stroke Council, American Heart Association. Stroke 30 (1999) 905-915
9. Bruder N, Lassegue D, Pelissier D, Grazaiani N, Francois G: Energy expenditure and withdrawal of sedation in severe head-injured patients. Crit Care Med 7 (1994) 1114-1119
10. Bruder N, Stordeur J-M, Ravussin P, Valli M, Dufour H, Bruguerolle B, Francois G: Metabolic and hemodynamic changes during recovery and tracheal extubation in neurosurgical patients: immediate versus delayed recovery. Anesth Analg 89 (1999) 674-678
11. Burchardi H, Wöbker G, Engelhardt W, Schregel W, Spiss CK: Beatmung. Anästh Intensivmed 7/8 (1997) 386-391
12. Cheng MA, Theard MA, Tempelhoff R: Anesthesia for carotid endarterectomy: a survey. J Neurosurg Anesthesiol 9 (1997) 211-216
13. Craen RA, Gelb A, Eliasziw M, Lok P: Current practices and use of brain protective therapies for cerebral aneurysm surgery at 41 North American centers. Abstract. J Neurosurg Anesth 6 (1994) 303
14. Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin und der Berufsverband Deutscher Anästhesisten: Qualitätssicherung in der Anästhesiologie. Richtlinien der DGAI und des BDA. Anästh Intensivmed 30 (1989) 307-314
15. Dinkel M, Hennes HJ: Innerklinische Akutversorgung des Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma. Empfehlungen des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Neuroanästhesie der DGAI. Anästh Intensivmed 39 (1998) 399-412
16. Dunbar PJ, Visco E, Am AM: Craniotomy procedures are associated with less analgesic requirements than other surgical procedures. Anesth Analg 2 (1999) 335-340
17. Eichhorn JH, Cooper JB, Cullen DJ et al: Standards for patient monitoring during anesthesia at Harvard Medical School. JAMA 256 (1986) 1017-1020
18. Elton RJ, Howell RSC: The sitting position in neurosurgical anaesthesia: a survey of British practice in 1991. Br J Anaesth 73 (1994) 247-248
19. Field LM, Dorrance DE, Krzemiska EK, Barsoum LZ: Effect of nitrous oxide on cerebral blood flow in normal humans. Br J Anaesth 70 (1993) 154-159
20. Frost EA: Perioperative management of the head trauma patient. Ann Acad Med Singapore 4 (1994) 497-502
21. Guy J, McGrath BJ, Borel CO, Friedman AH, Warner DS: Perioperative management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: Part I. Operative management. Anesth Analg 81 (1995) 1060-1072
22. Himmelseher S, Pfenninger E: Narkoseverfahren und Anästhetika in der Neuroanästhesie der Bundesrepublik Deutschland: eine Statuserhebung der Jahre 1991 und 1997. Anästh Intensivmed 41 (2000) 126-136
23. Hoffman WE, Charbel FT, Edelman G, Albrecht RF, Ausman JJ: Nitrous oxide added to isoflurane increases brain artery blood flow and low frequency brain electrical activity. J Neurosurg Anesthesiol 7 (1995) 79-81
24. Jantzen JP: Anästhesie bei Schädel-Hirn-Trauma. Innerklinische Akutversorgung. In: Jantzen JP, Piek J, Burchardi H (Hrsg) SHT-Manual. Primärversorgung des Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma. Systemed verlag, Lünen 1998, 54-72

Klinische Anästhesie

25. Kochs E: Zerebrales Monitoring. *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 26 (1991) 363-374
26. Lam AM, Amyberg TS, Eng CC, Cooper JO, Bachenberg KL, Mathisen TL: Nitrous oxide-isoflurane anesthesia causes more cerebral vasodilation than an equipotent dose of isoflurane in humans. *Anesth Analg* 78 (1994) 462-468
27. Lam AM: Management of positioning of the neurosurgical patient. *Eur J Anaesthesiol* 15 [Suppl 17] (1998) 27-28
28. Manninen PH, Raman SK, Boyle K, el-Beheiry H: Early postoperative complications following neurosurgical procedures. *Can J Anaesth* 1 (1999) 7-14
29. Matta BF, Lam AM, Mayberg TS, Shapira Y, Winn HR: A critique of the intraoperative use of jugular venous bulb catheters during neurosurgical procedures. *Anesth Analg* 79 (1994) 745-750
30. Meixensberger J, Jager A, Dings J, Baunach S, Roosen K: Multimodal hemodynamic neuromonitoring – quality and consequences for therapy of severely head injured patients. *Acta Neurochir Suppl* 71 (1998) 260-262
31. Muizelaar JP, Marmarou A, Ward JD, Kontos HA, Choi SC, Becker D, Gruemer H, Young HF: Adverse effects of prolonged hyperventilation in patients with severe head injury. *J Neurosurg* 75 (1991) 731-739
32. Papadopoulos G, Brock M, Eyrich K: Intraoperative Kontrastechokardiographie zum Nachweis eines funktionell offenen Foramen ovale unter Durchführung eines Provokationstest mit PEEP-Beatmung. *Anaesthesist* 45 (1996) 235-239
33. Pedersen T, Jensen JS, Risbo A, Henriksen E: Prediction of severe postoperative complications in patients admitted to neuroanesthesia. *Act Anaesthesiol Scand* 8 (1988) 681-685
34. Porter JM, Pidgeon C, Cunningham AJ: The sitting position in neurosurgery: a critical appraisal. *Br J Anaesth* 82 (1999) 117-128
35. Prien T, Lawin P, Schoeppner H: Hirnfunktion und Beatmung. *Anästh Intensivther Notfallmed* 19 (1984) 289-296
36. Reinstrup P, Ryding E, Algotsson L, Berntman L, Uski T: Effects of nitrous oxide on human regional cerebral blood flow and isolated pial arteries. *Anesthesiology* 81 (1994) 396-402
37. Schaffranietz L, Günther L: Die sitzende Position bei Operationen in der Neurochirurgie. *Anaesthesist* 46 (1997) 91-95
38. Schaffranietz L, Heinke W: The effect of different ventilation regimes on jugular venous oxygen saturation in elective neurosurgical patients. *Neurol Res* 20, Suppl 1 (1998) S66-S70
39. Strebel S, Kaufmann M, Anselmi L, Schaefer HG: Nitrous oxide is a potent cerebrovasodilator when added to isoflurane. A transcranial Doppler study. *Acta Anaesthesiol Scand* 39 (1995) 653-658
40. Taylor WA, Thomas NW, Wellings JA, Bell BA: Timing of postoperative intracranial hematoma development and implications for the best use of neurosurgical intensive care. *J Neurosurg* 1 (1995) 48-50
41. Todd M, Warner DS, Sokoll MD, Maktabi MA, Hindman BJ, Scamman FL, Kitschner J: A prospective, comparative trial of three anesthetics for elective supratentorial craniotomy; propofol/fentanyl, isoflurane/nitrous oxide, and fentanyl/nitrous oxide. *Anesthesiology* 78 (1993) 1005-1020
42. Ulsenheimer K: Leitlinien, Richtlinien, Standards. *Anaesthesist* 47 (1998) 87-92
43. Werner C: Hyperventilation bei erhöhtem intrakraniellem Druck - Möglichkeiten und Grenzen. *Anästh Intensivmed* 7/8 (1997) 406-409
44. Zentner J, Albrecht T, Hassler W: Prevention of an air embolism by moderate hypoventilation during surgery in the sitting position. *Neurosurgery* 5 (1991) 705-708.

Wissenschaftlicher Arbeitskreis Neuroanästhesie der DGAI:

Prof. Dr. Jan-Peter Jantzen, Hannover, 1. Sprecher
 Prof. Dr. Christian Werner, München, 2. Sprecher
 Prof. Dr. Ernst Pfenninger, Ulm, Schriftführer.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Ernst Pfenninger
 Universitätsklinik für Anästhesiologie
 Klinikum der Universität Ulm
 Steinhövelstraße 9
 D-89075 Ulm.