

**Zeitschrift:** Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

**Herausgeber:** Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

**Band:** 9 (1953)

**Heft:** 1

**Artikel:** Fortschritte auf dem Gebiete der Anästhesiologie

**Autor:** Hügin, W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-307125>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 06.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Aus der Anästhesieabteilung (Leiter: Dr. W. Hügin)  
der chirurgischen Universitätsklinik, Basel (Vorsteher: Prof. R. Nissen)

## Fortschritte auf dem Gebiete der Anästhesiologie

Von W. Hügin

Die letzten Jahre brachten für den Anästhesiologen eine Fülle von Fortschritten und Neuerungen, von denen im Folgenden eine willkürliche Auswahl besprochen werden soll. Es kommt dabei einmal mehr zum Ausdruck, wie sehr die Anästhesiologie auf die Grundwissenschaften, Physiologie und Pharmakologie, angewiesen ist.

### *1. Succinylcholin, ein neues Muskelrelaxans*

Während die Analyse der curarisierenden Substanzen und die Erforschung anderer natürlicher Lähmungsgifte noch weitergeht, ist bereits die Synthese von Substanzen mit curareähnlicher Wirkung gelungen (1). Unter diesen befindet sich das Succinyl-bis-Cholin oder Diacetylcholin, welches als Chlorid oder Jodid unter verschiedenen Markennamen im Handel und wegen seiner sehr kurz dauernden Wirkung von besonderem Interesse ist (2).

Wir unterscheiden unter den muskelrelaxierenden Substanzen zwei Hauptgruppen (3). Die einen vom Typus des klassischen *d*-Tubocurarin sind Antagonisten des Acetylcholins (4). Sie erhöhen die Reizschwelle für Acetylcholin an der neuromuskulären Endplatte. Die direkte Erregbarkeit der Muskelfaser bleibt erhalten und Physostigmin ist Antidot. Die Substanzen der zweiten Hauptgruppe – und zu dieser gehört auch das Succinylcholin – haben eine ähnliche Wirkung wie das Acetylcholin selbst: Das Aktionspotential der neuromuskulären Endplatte wird vermindert und die Muskelfasermembran depolarisiert. Dadurch wird die direkte und indirekte Erregbarkeit herabgesetzt. Physostigmin ist nicht Antidot, sondern verstärkt im Gegenteil die Wirkung.

Die Depolarisation des quergestreiften Muskels gibt sich unmittelbar nach der intravenösen Injektion in fibrillären Zuckungen und Muskelwogen zu erkennen. Danach ist die gesamte Skelettmuskulatur für kurze Zeit gelähmt. Durch Esterasen wird das Diacetylcholin in Bernsteinsäure und Cholin gespalten, zwei Produkte, die auch normalerweise im

intermediären Stoffwechsel auftreten und keine lähmende Wirkung haben. So kommt es, daß das neue Muskelrelaxans, welches schon *in vitro* starke Tendenz zum Zerfall zeigt, nur wenige Minuten lang wirksam ist. Meist ist schon nach 2–3 Minuten die Wirkung vorbei, und die Atmung, welche ebenso lange aussetzte, kommt in vollem Umfang wieder in Gang. Die sehr kurze Wirkung ist von besonderer Bedeutung, weil auch alle Gefahren, die eine Curarisierung mit sich bringt, ebenfalls nur kurzfristig vorhanden sind. Es ist unwahrscheinlich, daß ein Mensch in gutem Allgemeinzustand unter der Wirkung des Succinylcholins an Asphyxie stirbt, selbst wenn auf Atembeihilfe verzichtet wird; denn noch vor Eintritt des schweren Asphyxiegrades ist die Wirkung des Mittels vorbei. Das heißt nicht, daß Succinylcholin gefahrlos angewendet werden kann, aber das Risiko scheint wesentlich geringer als bei anderen curarisierenden Substanzen zu sein, welche bekanntlich länger als 15 Minuten wirken.

Es stellt sich die Frage, ob Succinylcholin dem nichtärztlichen Narkotiseur als Hilfsmittel gegeben werden darf, und um diese Frage zu entscheiden, haben wir selbst in 100 Fällen das Mittel geprüft. Meistens machte eine erfahrene Schwester die Narkose und ein Arzt spritzte bei gegebener Indikation 0,4–0,5 mg Succinylcholin pro kg Körpergewicht intravenös. Nach eingetretener Lähmung ließen wir in der Regel die Schwester künstliche Atmung ausführen. In allen außer 2 Fällen setzte die Spontanatmung innerhalb 3 Minuten wieder ein, und auf Grund der klinischen Beobachtung dürfen wir behaupten, daß bei diesem Vorgehen kein Patient Symptome von Asphyxie aufwies. Bei den erwähnten zwei Kranken dauerte es über 20 Minuten, bis die Spontanatmung wieder einsetzte. Eine zuverlässige Beurteilung dieser beiden Fälle ist leider nicht möglich. Wir wissen nicht, ob tatsächlich die Atemmuskulatur so lange gelähmt war oder ob es sich nur um eine künstliche Hyperventilation und Atemstillstand auf Grund einer Akapnie gehandelt hatte. Jedoch lehren diese Beobachtungen, daß auch bei Succinylcholin kritische Situationen entstehen können und daß daher vorläufig das Mittel nur vom kompetenten Arzt verwendet werden darf.

Die Tatsache, daß es Curare-Substanzen gibt, die von Fermenten gespalten und wirkungslos gemacht werden, ohne daß körperfremde Spaltprodukte entstehen, gibt vielleicht eine neue Möglichkeit, dem Problem der Myasthenia gravis beizukommen. Es ist denkbar, daß die Muskellähmung bei dieser Krankheit auf intermediären Stoffwechselprodukten mit curarisierender Wirkung beruht, deren Abbau wegen Fermentmangels zu langsam vor sich geht. Succinylcholin ist nach dem Gesagten hauptsächlich dann indiziert, wenn wir nur eine kurzdauernde

Erschlaffung benötigen, wie zum Beispiel zur endotrachealen Intubation, zur Revision der Bauchhöhle, zum Verschluß des Peritoneums, zur Reposition einer Luxation oder Fraktur oder zur gynäkologischen Untersuchung. Ist eine längere Erschlaffung erwünscht, können multiple Dosen gegeben werden, jedoch scheint in solchen Fällen das *d*-Tubocurarin überlegen.

## 2. Isopropylchlorid (IPC)

IPC wurde schon 1939 von *Killian* (5) als Narkosemittel verwendet, jedoch durch den Krieg an der Verbreitung verhindert. *McDonald* (6) versuchte es 1950 in England einzuführen, ließ das Präparat aber wegen Verunreinigungen wieder fallen. Erst in letzter Zeit wurde das Mittel in reiner Form von verschiedenen Kliniken wieder neu eingeführt. Wir selbst begannen vor einem Jahr eine klinische Prüfung des IPC, nicht um seine narkotische Wirkung erneut zu bestätigen, sondern um mit einer seiner physikalisch-chemischen Eigenschaften vertraut zu werden. IPC hat nämlich als besonderen Vorzug vor ähnlichen Substanzen den Siedepunkt bei 35,4° C, also wie beim Äther in einem günstigen Bereich. Substanzen, deren Siedepunkt über der Körpertemperatur liegt, haben die Tendenz, im Blut gelöst länger zu verweilen und länger nachzuwirken, als solche mit niedrigem Siedepunkt und großer Verflüchtigungstendenz. Diejenigen Substanzen, deren Siedepunkt zwischen der Körper- und Zimmertemperatur liegt, sind als sogenannte Tropfnarkose besonders einfach und praktisch zu gebrauchen, und dahin gehört auch das IPC.

Liegt der Siedepunkt hingegen unter Zimmertemperatur, dann ist die Substanz gasförmig, und wir benötigen zur Applikation komplizierte Apparate. Alle unsere Inhalationsnarcotica sind in ihrem Behälter flüssig und bei der Inhalation gas- oder dampfförmig. Es gibt daher keine prinzipiellen Unterschiede zwischen «Narkosegasen» und «flüchtigen» Narkosemitteln. Bei der praktischen Anwendung jedoch ist es sehr viel einfacher, mit Substanzen zu arbeiten, die bei Zimmertemperatur flüssig sind, also getropft werden können, aber einen Siedepunkt haben, der noch unter der Bluttemperatur liegt.

In dieser Hinsicht ist IPC mit seinem Siedepunkt von 35,4° (andere Angabe 36,5°) vorteilhafter und günstiger als das früher von uns verwendete Dichlormethylen (Siedepunkt 39,5°). Die Dampfspannungskurve entspricht fast vollständig derjenigen des Diäthyläthers. Die Wasserlöslichkeit liegt unter derjenigen des Äthers. Siedepunkt bzw. Dampfspannung bei Körpertemperatur und Löslichkeit sind Faktoren, welche die Geschwindigkeit der Ausscheidung durch die Lungen maßgeblich bestimmen.

	Siedepunkt in Grad C	
Bei Körper-temperatur noch flüssig	Trichloräthylen . . . 87,1	Bei Zimmertemperatur Verdunstung sehr langsam, besonderer Apparat nötig
	Chloroform . . . 61,2 Di-Chlor-Methylen . . . 39,5	Bei Zimmertemperatur rasche Verdampfung, auf der Tropfmaske verwendbar
Bei Körper-temperatur gasförmig	Isopropylchlorid . . . 35,4 (36,5) Di-Äthyläther . . . 34,5 Di-Vinyläther . . . 28,3	
	Cyclopropan . . . . —34 Stickoxydul . . . . —89 Äthylen . . . . . —105	Bei Zimmertemperatur gasförmig, besondere Narkoseapparate notwendig

Es kommt am Narkoseende zu einer förmlichen Ausstoßung der IPC-Dämpfe durch die günstige Lage des Siedepunktes. Das Erwachen ist dementsprechend rasch und wir sprechen von einer absoluten Steuerbarkeit der IPC-Anästhesie. IPC läßt sich bequem aus einer Tropfflasche auf die Schimmelbuschmaske geben, verdunstet dort sehr schnell und gibt Dämpfe, die nur wenig reizen und ziemlich angenehm einzuatmen sind. Es bewirkt in kurzer Zeit einen Rausch und erzeugt als kräftiges Narcoticum bald eine chirurgische Narkose. Da es sich um eine Halogenverbindung handelt, ist es nicht ratsam, über das Rauschstadium hinauszugehen. Alle halogenierten Narkosemittel sind parenchymtoxisch und verursachen Reizleitungsstörungen am Herzen. Diese hängen mit der Konzentration zusammen und verschwinden beim Verflachen der Narkose. IPC hat dieselben Indikationen wie Chloräthyl und Solasthin. Es dient zur Erzeugung einer Rauschnarkose und zur Einleitung der Äthernarkose, da es weit angenehmer einzuatmen ist als Äther und etwas stärker wirkt.

Man darf zusammenfassend sagen, daß sich IPC als sehr geeignetes Rauschnarkosemittel für die kleine Chirurgie erwiesen hat und daß es im kleinen Krankenhaus und poliklinischen Betrieb besonders gute Dienste leisten wird.

### 3. Über Noradrenalin

Noradrenalin ist ein kreislaufwirksames Hormon des Nebennierenmarkes, das sich chemisch von Adrenalin nur wenig unterscheidet. Es ist ein körpereigener Vasokonstriktor ohne Herzirkulation (7): Während Adrenalin Tachykardie verursacht, bewirkt Noradrenalin keine Puls-

beschleunigung. Vielmehr kommt es bei hoher Dosierung zu Bradykardie im Sinne einer Gegenregulation (8). Noradrenalin hat auch keine Wirkung auf den Grundumsatz und den Blutzucker. Einem Lokalanästheticum zugesetzt, wirkt es wie Adrenalin anämisierend und wirkungsverlängernd, jedoch ist die reaktive Hyperämie weniger stark als bei diesem.

In der Lokalanästhesie kommt dem Ersatz des Adrenalins durch Noradrenalin große Bedeutung zu (9). Die Zwischenfälle der Lokalanästhesie sind zum Teil der Herzirkulation des Adrenalins zuzuschreiben, indem bei erhöhter Erregbarkeit des Myokards Extrasystolen und im schlimmsten Fall Ventrikelflimmern ausgelöst werden können. Das Herzklopfen und die subjektiven Sensationen nach Adrenalinapplikation werden vom Kranken oft als sehr unangenehm empfunden. Diese unerwünschten Nebeneffekte sind bei ebenso guter lokaler Wirkung durch Zusatz von Noradrenalin statt von Adrenalin zu vermeiden.

Auch in der Allgemeinbetäubung kann Noradrenalin in Fällen von Vasomotorenschwäche nützlich sein. Bereits  $1/10 \gamma$  pro kg und Minute, intravenös infundiert, vermag den Blutdruck durch Erhöhung des peripheren Arteriolenwiderstandes zu heben. Bei der Sympathektomie kann mit Hilfe von Noradrenalin der verlorene Sympathicotonus substituiert werden. In gleichem Sinne ist es zur Aufrechterhaltung des Blutdruckes bei der Spinalanästhesie indiziert.

#### *4. Einfluß auf die Herzerregbarkeit*

In der Thoraxchirurgie können Störungen des Herzautomatismus auftreten, welche zum Teil reflektorisch bedingt sind, zum Teil auf einer direkten Reizwirkung auf das Herz beruhen. In der Regel sind diese Störungen nicht besonders gefährlich. Sie bilden sich selbstständig zurück, wenn der Reiz aufhört. Bisweilen kommen jedoch Patienten mit einer abnormen Erregbarkeit des Herzens zur Operation. Während der Manipulationen im Thorax häufen sich bei ihnen Pulsarrhythmien von verschiedenem Typus, und diese führen zu einer Kreislaufbeeinträchtigung, die gefährlich ist. Andere Patienten ertragen den Eingriff im Thorax zunächst ohne offensichtliche Herzrhythmusstörungen, doch plötzlich kommt es zu Ventrikelflimmern und Kreislaufstillstand. Unter dem Einfluß gewisser Narkosemittel, besonders des Cyclopropan, traten so häufig Störungen des Herzautomatismus auf, daß verschiedene Autoren Cyclopropan in der Thoraxchirurgie als kontraindiziert bezeichneten.

Früher beeinflußten wir die reflektorisch bedingten Rhythmusstörungen z. B. mit vagolytischen Substanzen, oder durch Novocain-Infiltration des Mediastinums, das bei offenem Thorax ebenfalls geeignet ist,

zahlreiche Reflexbahnen zu unterbinden. Die Erregbarkeit des Herzens selbst ließ sich mit Chinidin vermindern, jedoch standen dieser Prophylaxe starke Bedenken entgegen.

Nun hat *Burstein* (10) bei i.v. Injektion eine sedative Wirkung von Lokalanaesthetica der Para-amino-Benzoesäurerreihe auf das Myokard nachgewiesen. Unter Novocainschutz sind die erwähnten Automatiestörungen weit seltener oder treten gar nicht auf. Die Lokalanaesthetica wie Novocain und andere werden von Esterasen in kurzer Zeit hydrolysiert und es zeigte sich, daß auch das Spaltprodukt Di-aethylamino-Aethanol noch eine ähnliche, wenn auch nur schwache, Wirkung auf das Herz ausübt (11). Wegen des raschen Abklingens der Wirkung ist es notwendig, die Lokalanaesthetica fraktioniert zu verabreichen. Seit kurzem besitzen wir im Procain-amid ein besonders geeignetes Mittel zur Bekämpfung ventriculärer Arrhythmien (12). Vorzeitige Ventrikellkontraktionen werden unterdrückt; die paroxysmale Tachykardie läßt sich beheben. Es wird berichtet, daß Procain-amid bei Arrhythmien, die mit Chinidin nicht reguliert werden konnten, wirksam war. Für den Anästhesisten ist dieser Schutz gegen Herzarrhythmien in der Cyclopropanarkose von besonderer Wichtigkeit. Beim Hund ließ sich in dieser Narkose selbst ein Schutz gegen die sonst regelmäßig auftretende Adrenalin-Arrhythmie erzielen. Das Amid wirkt beträchtlich länger als das Procain als solches und erscheint zum größten Teil unverändert im Urin. Am Menschen erwies sich das Procain-amid als sehr wenig toxisch. Bei Anwendung klinischer Dosen fehlen die vom Novocain bekannten Reizerscheinungen der Hirnrinde. Jedoch kann das Mittel Blutdruckabfall auslösen.

##### *5. Thiopenthal rectal bei Kindern*

Die psychologischen Faktoren einer Operation wurden lange Zeit vernachlässigt. Heute darf man behaupten, daß die Vorbehandlung vor der eigentlichen Anästhesie eine der entscheidendsten Verbesserungen der letzten Jahre auf dem Gebiete der Anästhesiologie ist. Denn heutzutage werden viele Personen im Leben mehrmals operiert, und es hängt sehr von der Vorbehandlung ab, ob sie gegenüber einem neuen Eingriff positiv oder negativ eingestellt sind. Und davon wieder hängt es auch vielfach ab, ob sich der betreffende Kranke zum Kurpfuscher begibt oder ob er in eine frühzeitige Operation einwilligt (13).

Leider wird bei Kindern die Vorbehandlung immer noch häufig vollständig vernachlässigt. Schuld daran ist zum Teil die veraltete Ansicht, daß Kinder die Unannehmlichkeiten schneller vergessen als Erwachsene. Dies widerlegt demgegenüber die Beobachtung, daß sich Kinder beim

Narkotisieren im allgemeinen sehr verschieden verhalten, je nachdem ob sie früher schon einmal narkotisiert worden sind oder ob es das erste Narkoseerlebnis ist. Kinder, die zum zweitenmal in den Operationssaal gebracht werden, beginnen meist zu schreien, wenn man sie auf den Tisch legen will. Sie haben oft eine schreckliche Angst und sind nicht zu beruhigen, was darauf schließen läßt, daß zumindest unbewußt eine Angsterinnerung von einem früheren unangenehmen Narkosebeginn her noch nachwirkt.

Auf Grund unserer heutigen Kenntnisse ist die Narkose bei Kindern möglichst schonend zu beginnen, am besten so, daß nachher Amnesie für den Narkoseanfang besteht. Wir haben in den letzten Jahren eine Methode angewendet, welche außerordentlich befriedigt und allgemeiner Verbreitung wert scheint. Wir applizieren rectal Thiopenthal in einer kleinen Menge Wasser und bringen so die Kinder in einen Zustand von Somnolenz, in welchem sie widerstandslos und ohne Exzitation eine Inhalationsnarkose ertragen. Ihre Aufmerksamkeit ist dabei so eingeschränkt, daß keine Engramme gebildet werden und für die unangenehme Zeit vor der Operation Amnesie besteht. Dazu genügt eine Dosis Thiopenthal, welche für sich noch keine Narkose erzeugt; die Kinder sind noch erweckbar.

Man könnte einwenden, daß diese Methode nur eine Modifikation der Avertin-Basisnarkose sei. Demgegenüber sind aber einige fundamentale Unterschiede hervorzuheben. Avertin ist ein starkes Parenchymgift und verursacht nur langsam reversible Zellveränderungen. Die Ausscheidung von Avertin benötigt viel Zeit, und man spricht ganz richtig von einer Avertin-Basisnarkose. Denn diese überdauert die eigentliche Narkose beträchtlich. Thiopenthal ist im Gegensatz dazu harmlos. Seine Wirkungen sind flüchtig und Parenchymbeschädigungen nicht bekannt. Im allgemeinen kann man schon nach 10–15 Minuten Anflutung wieder eine Abnahme der Wirkung feststellen. Etwa 30 Minuten nach der Applikation ist klinisch kaum mehr eine narkotische Wirkung nachzuweisen. Wir sprechen aus diesen Gründen hier nicht von einer Basisnarkose, sondern von amnesierender Vorbehandlung oder rectalem Narkosebeginn. Avertin und Thiopenthal unterscheiden sich bei der rectalen Anwendung noch in einer anderen, praktischen Hinsicht. Avertin wird als 2%ige Lösung in weit größerem Volumen instilliert als das Barbiturat, von dessen 10%iger Lösung wir höchstens 10 cm<sup>3</sup> benötigen. Das Avertinklysma kann sich somit im ganzen Colon verteilen und wird bald eine größere, bald eine kleinere resorbierende Oberfläche belegen. Die Resorptionsgeschwindigkeit ist daher von Fall zu Fall sehr verschieden. Die kleine Menge Thiopenthallösung bleibt dagegen in der Ampulla recti und wird vom Hämorrhoidalvenenplexus resorbiert.

Die jeweils notwendige Thiopenthondosis errechnet sich auf Grund des Körpergewichts. Wir selbst gaben bei 100 Patienten nur 20 mg Thiopenthou-Natrium pro kg, während man in der Literatur Dosen bis 40 mg pro kg angegeben findet (14). Die eigentliche Narkose wird mit einem Inhalationsnarcoticum, am häufigsten mit Äther, durchgeführt. Bei Operationsbeginn ist die Wirkung des Thiopenthons schon vorbei, und es besteht – anders als beim Avertin – eine steuerbare Narkose. Ihre Vorteile werden besonders dann offenbar, wenn die Narkose wegen einer Komplikation verflacht werden soll. Nach der Operation reicht die Erinnerung der Kinder nur bis zum Einlauf.

Die Methode eignet sich besonders für Kinder von etwa 12 Monaten bis zu 12 Jahren. Vorher erscheint eine solche Vorbehandlung nicht nötig und nachher ist nach unserer Meinung die rectale Instillation nicht mehr sehr geeignet, da in diesem Alter die Patienten schon vernünftig sind, und man wo nötig mit einer intravenösen Injektion zum Ziel kommt.

#### *6. Über das Edelgas Xenon, ein Beitrag zur Narkosetheorie*

Die Narkosetheorie nach Mayer (1899) und Overton (1901) bringt die narkotische Wirkung mit dem Teilungskoeffizienten Wasser:Lipoide und dem Eindringungsvermögen der Narcotica in die Zellen in Zusammenhang. Teilungskoeffizient und Permeierungsvermögen laufen einander parallel. Spätere Untersuchungen zeigten, daß die Lipoidtheorie nur sehr bedingt Gültigkeit hat, aber als Arbeitshypothese ist sie praktisch und brauchbar (15).

Die Untersuchung der narkotischen Wirkung von Edelgasen, welche bekanntlich keine chemischen Reaktionen eingehen, läßt einen interessanten Vergleich mit der Mayer-Overtonschen Theorie zu.

1946 publizierten Lawrence (16) und Mitarbeiter über das Xenon. Sie führten die Wirkung des Gases ebenfalls auf seine hohe Fettlöslichkeit und den hohen Öl-Wasser-Teilungskoeffizienten zurück. Xenon hat einen Bunsenkoeffizient von 1,7 für Öl (37° C) und 0,085 für Wasser (37° C) mit einem Teilungskoeffizienten von 20. Die folgende Tabelle gibt die entsprechenden Werte für andere Narkosemittel wieder.

	Bunsenkoeffizient		Teilungskoeffizient
	für Öl (37° C)	für Wasser (37° C)	
Äthylen . . . . .	1,3	0,09	14,4
Lachgas . . . . .	1,4	0,44	3,2
Äther . . . . .	50	15,4	3,2
Xenon . . . . .	1,7	0,085	20
Krypton . . . . .	0,43	0,045	9,6

Obwohl Krypton und vor allem Xenon einen viel höheren Teilungskoeffizienten haben als Äther und Äthylen, konnte beim Krypton nur eine sehr schwache narkotische Wirkung gefunden werden, und Xenon wirkt nicht stärker als Äthylen. Jedoch ist Xenon in Wasser und Öl besser löslich als Krypton.

Nach Jones (17) ist die Löslichkeit der Gase im Blut ein Faktor, der für die narkotische Wirkung noch wichtiger ist als der Teilungskoeffizient Öl:Wasser. Die Tatsache, daß Äther denselben Teilungskoeffizienten wie Lachgas hat, anderseits jedoch eine viel höhere Löslichkeit in Öl und Wasser, bestärkt die Vermutung, daß zur Erzielung einer tiefen Narkose eine hohe Konzentration im Blut und in den Gewebeflüssigkeiten nötig ist.

Mit Xenon, einem Edelgas, ließ sich beim Menschen und beim Tier eine oberflächliche Narkose erzeugen, ähnlich der mit Äthylen. Es handelte sich nicht um eine anoxische Scheinnarkose, denn dem Gas war die physiologische Menge von 20% Sauerstoff beigemischt. Wegen seiner sehr hohen Herstellungskosten kommt Xenon für den klinischen Gebrauch nicht in Frage, aber es ist von akademischem Interesse bei der Erklärung der narkotischen Wirkung.

### *7. Bedeutung der Oxymetrie und Carboxymetrie*

Der Organismus bedarf zur Erhaltung des Lebens eines ununterbrochenen Gasaustausches. Während an Flüssigkeit und Nährstoffen große Reserven vorhanden sind, welche die Existenz auch ohne Zufuhr von Nahrung tagelang sichern, genügt bei der Gaszufuhr ein Unterbruch von wenigen Minuten, um das Leben auszulöschen. Da der Gasaustausch in den Lungen hauptsächlich von bestimmten Druckdifferenzen abhängt, wirken sich allein schon Konzentrationsänderungen der Atemgase rasch auf den Gasstoffwechsel und damit letztlich auf alle Zellen des Körpers aus, oder mit anderen Worten: Jede unphysiologische Änderung der Atemfunktion gefährdet das Leben unmittelbar. Beim Narkotisieren kommt es leicht zu Störungen des Gasaustausches, die im Komplex der Narkosesymptomatologie oft nicht diagnostiziert werden und bei längerer Dauer die Organe irreversibel schädigen können.

Alles was uns eine bessere Sicherung des Gasaustausches vermittelt, ist darum als Verbesserung des Anästhesieverfahrens anzusehen. Es ist darum begreiflich, daß die Anästhesisten die neuen Apparaturen zur kontinuierlichen Bestimmung der Sauerstoffspannung des Blutes und zur Messung des ausgeschiedenen Kohlendioxyds sehnlich erwarten. Es ist zwar zuzugeben, daß im allgemeinen die genaue klinische Beobachtung des Patienten in Narkose genügend Aufschluß über seinen Allgemeinzustand, besonders über seinen Gasstoffwechsel, gibt. Jedoch müs-

sen wir bei Eingriffen an den zentralen Organen wie Lungen und Herz mehr diagnostische Möglichkeiten haben, und es sind gerade die endothorakischen Operationen, bei denen die neuen Instrumente hauptsächlich verwendet werden.

Die Oxymetrie beruht auf der photometrischen Messung der Blutfarbe durch die intakte Haut hindurch und der Umrechnung der Helligkeitswerte in Sauerstoffspannung. Dabei spielen Faktoren wie Hautdicke und Pigmentierung eine Rolle. Diese lassen sich aber durch Vergleich der Reflexion von grünem und rotem Licht und eine Kontrollmessung bei anämischer Haut neutralisieren. Bei einer neueren Apparatur wird ein kleines Instrument, Cyclop genannt, auf die Stirnhaut aufgesetzt und diese mit rotem und grünem Licht beleuchtet. Die Reflexion des Lichts erzeugt im eingebauten Photoelement Ströme, deren Intensität gemessen und interpretiert wird. Das Oxymeter ist praktisch so weit ausgebaut und vereinfacht, daß es während Operationen in Betrieb gesetzt werden kann (18).

Während ein mäßiger Abfall der Sauerstoffspannung im Blut längere Zeit ertragen werden kann, ist die Anhäufung von Kohlendioxyd im Blut und in den Geweben schon in geringen Graden gefährlich. Ich bin persönlich auf Grund verschiedener klinischer Beobachtungen zur Überzeugung gekommen, daß man eine Zeitlang der Sauerstoffuntersättigung des Blutes eine zu große Bedeutung beigemessen und der regelrechten Elimination des Kohlendioxyds zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat. Es ist schwierig, die Folgen der Hypoxämie und der Hypercapnie auseinanderzuhalten, da bei asphyktischen Störungen beide Hand in Hand gehen. Jedoch ließ sich zeigen, daß Hypoxämie infolge zu geringer Sauerstoffkonzentration der Atemluft (sichtbare Cyanose bei normalem Hämoglobingehalt des Blutes) stundenlang ohne dauernde Folgen ertragen wird, sofern die Ventilation der Lungen und die CO<sub>2</sub>-Ausfuhr ordnungsgemäß vor sich geht. Demgegenüber kommt es schon nach kurzer Zeit zu Herzdilatation und Hirnödem, wenn die Kohlensäurespannung im Blut zu hohe Werte annimmt. Mit anderen Worten: Die Messung der CO<sub>2</sub>-Ausscheidung ist in der Anästhesiologie mindestens so wichtig, wenn nicht noch wichtiger, als die Messung der Sauerstoffspannung des Blutes. Auch für diesen Zweck haben wir jetzt ein sehr geeignetes Gerät im sogenannten Carbovisor. Durch eine dünne Sonde werden aus der Gegend der Trachealbifurkation bei jeder Ausatmung Gasproben entnommen und durch eine Indikatorflüssigkeit geleitet. Photoelektrisch werden die entstehenden Färbungen gemessen und daraus die CO<sub>2</sub>-Konzentration berechnet. Dieser Apparat gibt sehr genaue Resultate.

Oxymetrie und Carboxymetrie sind diagnostische Hilfen, die uns in der Betreuung von Narkotisierten, Comatösen, Schädelverletzten und Thoraxoperierten eine Sicherheit geben, die bisher nicht erreicht war. Sie setzen jedoch die intensive Beschäftigung mit den technischen und physikalischen Gegebenheiten der betreffenden Geräte voraus.

### *8. Die Methode der Hypotonie*

Bis vor kurzem war der Chirurg oft gezwungen, auch bei schwierigen Eingriffen am bewegten und blutenden Organ zu operieren. Eine erste Änderung trat ein, als es gelang, durch Curare einen großen Teil der Bewegungsunruhe zu vermeiden. Seit kurzem ist es nun auch möglich, die Blutung außerordentlich zu reduzieren (19). Die Vorteile für den Patienten wie auch für den Chirurgen, der unter besserer Sicht operieren kann, liegen auf der Hand. Das Verfahren besteht darin, den arteriellen Blutdruck durch ganglienblockierende Mittel, welche eine starke Arteriolenerweiterung verursachen, auf sehr niedrige Werte hinabzumindern. Es möchte zwar zunächst scheinen, daß die Hypotonie zum Schock führe. Jedoch wird es bei näherem Zusehen klar, daß künstliche Hypotonie und Schock sehr verschiedene Dinge sind. Beim Blutungsschock sind die

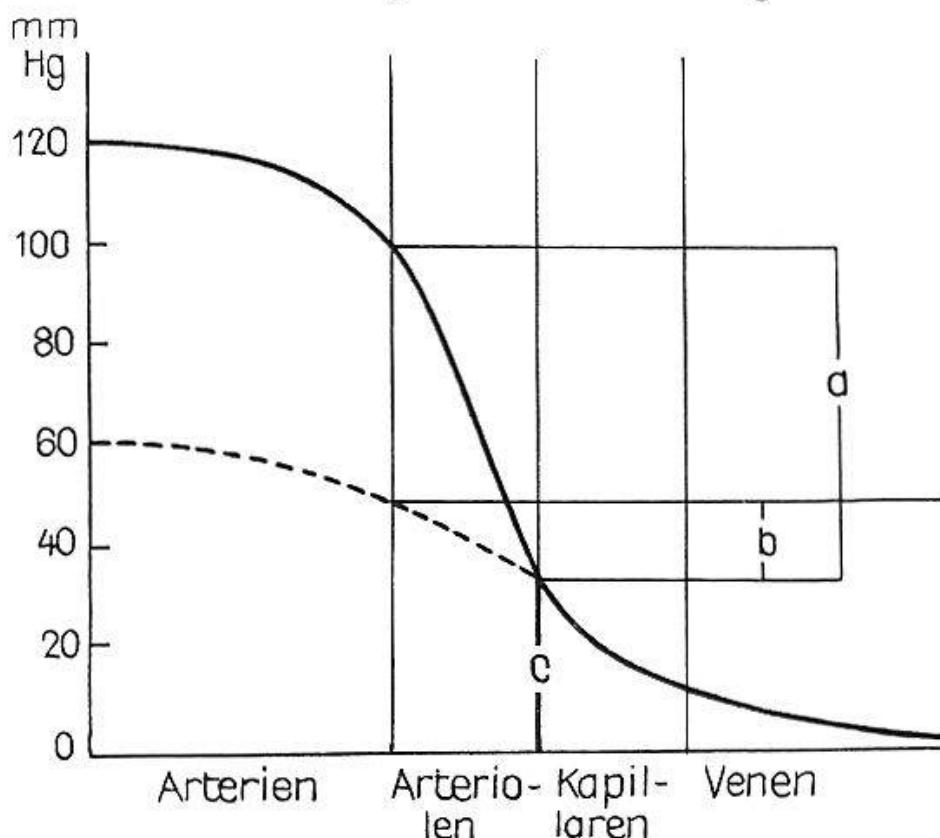


Abb. 1. Ausgezogene Linie: Normaler Blutdruck in verschiedenen Gefäßgebieten. a = großer Druckabfall in den Arteriolen bei normalem Vasomotorentonus. Unterbrochene Linie: Druckablauf bei Ganglienblockade (theoretisch). b = geringer Druckabfall in den erweiterten Arteriolen. c = unveränderter Druck beim Einströmen in das Kapillargebiet.

Arteriolen kontrahiert. Sie ziehen sich um eine zu geringe Blutsäule herum zusammen und können von einem gewissen Blutverlust an den arteriellen Druck nicht mehr auf der normalen Höhe halten. Es kommt zu ungenügender Gewebedurchblutung mit kapillärer Stase. Im Gegensatz dazu werden bei der künstlichen Hypotonie die Arteriolen erweitert und die Blutmenge bleibt erhalten. Der Widerstand der Arteriolen ist so weit aufgehoben, daß die Kapillaren ungefähr unter demselben Blutdruck stehen wie bei normalem Arteriendruck und vollem Arteriolenwiderstand. Blutdruckabfall ist eben an und für sich nicht gefährlich, solange er nicht mit Arteriolenverengung kombiniert ist (20). Eine solche findet sich beim Schock, dessen klinisches Hauptsymptom dementsprechend die kalte, aschgraue und feuchte Haut ist. Unter der Wirkung ganglienblockierender Substanzen genügt ein sehr niedriger Blutdruck, z. B. 60 mm Hg, um einen ausreichenden peripheren Kreislauf zu unterhalten. Die Haut bleibt warm, rosig und trocken. Die an das Herz gestellten Anforderungen sind geringer.

Zu beachten ist, daß bei der künstlichen Hypotonie das Blut, der Schwerkraft folgend, in die tiefgelagerten Körperteile sinkt. Es hängt darum für den Erfolg des Verfahrens sehr viel von der richtigen Lagerung des Patienten ab. Das Operationsfeld muß selbstverständlich an der höchsten Stelle liegen. Bei der künstlichen Hypotonie ist die Bluttendenz immer sehr schwach, und man kann selbst tiefe Eingriffe mit äußerst geringem Blutverlust ausführen.

Da die Methode noch sehr neu ist und die Erfahrungen daher wenig zahlreich, ist eine abschließende Beurteilung nicht möglich. Aus den bisherigen Publikationen spricht fast lauter Begeisterung. Soweit mir bekannt, ist bis jetzt einzig in einer englischen Fachzeitschrift auf schwere Komplikationen, nämlich auf ischämische und thrombotische Komplikationen der Hirn- und Coronargefäße, aufmerksam gemacht worden. Die Zukunft wird lehren, wie stark man den Druck senken darf und ob Gefäßkrankheiten Kontraindikationen sind. Ob das Hypotonieverfahren für blutreiche Operationen regelmäßig in Frage kommt, bleibt ebenfalls noch abzuklären. Jedoch scheint jetzt schon sicher, daß die Methode besonders in der Neurochirurgie von Wert sein wird (21). Ein großer Vorteil ist auch die Herabsetzung des intraokulären Druckes, durch die bei Eingriffen in der Augenkammer die Gefahr des Glaskörperverlustes stark vermindert wird. Im Tierversuch ließ sich ferner eine kurzfristige Trockenlegung der Herzhöhlen erreichen, so daß Hoffnungen auf umwälzende Neuerungen in der Herzchirurgie bestehen (22). Allgemein konnte festgestellt werden, daß in der Hypotonie schon eine ganz oberflächliche Narkose zur vollständigen Schmerzausschaltung genügt.

Es wird die Aufgabe weiterer Forschungen sein, die Methode der Ganglienblockierung mit anderen Hypotonieverfahren zu vergleichen und die entsprechenden Indikationen herauszuschälen. Ich möchte hier nur andeuten, daß auch der sogenannte hohe Spinalblock, eine modifizierte Lumbalanästhesie, die Arteriolen erweitert und den Blutdruck herabsetzt (23), indem dabei die sympathischen Nervenimpulse durch Anästhesierung der Rami communicantes blockiert werden. Die Wirkung der Ganglienblockade und des hohen Spinalblocks müssen demzufolge sehr ähnlich sein. Während aber bei der Ganglienblockade eine Narkose dazukommt, besteht beim hohen Spinalblock die Möglichkeit, in der damit verbundenen Lumbalanästhesie zu operieren. Eine ganz andere Art der Blutverschiebung mit Verminderung der Blutung haben wir im Druckdifferenzverfahren vor uns, das schon 1930 durch *Nissen* und *Hartmann* (24) am Menschen zur Anwendung kam. Diese beiden Chirurgen erzeugten einen Unterdruck im Bronchialbaum und erzielten so eine Blutdeponierung im Thorax und damit eine beträchtliche Verminderung der venösen Blutung bei peripheren und abdominellen Operationen. Mit diesem Verfahren sollen nun weitere Untersuchungen ange stellt werden. Im Gegensatz zu den anderen hat es den Vorteil der Steuerbarkeit.

Eine weitere Möglichkeit der Blutungsverminderung und Hypotonie liegt in der Exsanguination und Retransfusion, d. h. in der Erzeugung eines Blutungsschockes. Dieses Verfahren wird begreiflicherweise nur von wenigen Autoren propagiert.

#### *9. Der Doppelumentubus nach Carlens (25)*

Obwohl die Technik der endotrachealen Intubation einen hohen Grad der Perfektion erreicht hat, gibt es heute noch verschiedene ungelöste Probleme. In der Lungenchirurgie besteht oft das Bedürfnis, die Verbindungen einzelner Lungenabschnitte mit dem übrigen Bronchialbaum auszuschalten, um die Ausstreuung infektiösen oder anschoppenden Materials in gesunde Lungenteile zu verhüten. Der Sekretüberfluß ist eine große Gefahr, die wir noch nicht beherrschen. Bisweilen wünscht der Chirurg auch während der Operation an einer bewegungslosen Lunge zu präparieren, was wiederum den Abschluß der zuführenden Luftkanäle verlangt. Bisher konnten wir durch sehr häufiges Absaugen, besondere Lagerung des Patienten und Blockade der kranken Bronchien die Aspirationsgefahr vermindern. Es war auch möglich, den Hauptbronchus der nicht operierten Seite zu intubieren und dadurch die Operationsseite von der Atmung auszuschalten. Jedoch wurde das Blut dabei längere Zeit ungenügend gelüftet. 1939 entwarf *Gebauer* und 1940 *Zavod* einen Doppel-

lumentubus für die spirometrische Untersuchung einzelner Lungenflügel. Der Hauptnachteil ihrer Tubus war das zu enge Lumen. Seit kurzem besitzen wir aber nun im Doppelumentubus des schwedischen Otologen *Carlens* ein verbessertes Gerät, das für die Anästhesie bei Lungeneoperationen sehr geeignet ist. Es kann damit jeder Lungenflügel für sich oder beide zusammen beatmet werden, und die Aspiration von Sekret aus einem Lungenflügel in den anderen läßt sich ausschließen. Trotz der konstruktiven Verbesserung des Tubus wirkt er allerdings auf den Luftstrom immer noch hemmend. Jedoch kann durch Ausschaltung der Eigenatmung mit Curare und medikamentöse Herabsetzung des Stoffwechsels ein ausreichendes Atemvolumen künstlich unterhalten werden. Wenn auch noch mehr Erfahrungen gesammelt werden müssen, darf man doch heute schon behaupten, daß der Doppelumentubus von *Carlens* eine wesentliche Verbesserung der endotrachealen Technik (26) gebracht hat.

### Zusammenfassung

Die meisten Neuerungen der Anästhesie hängen mit Fortschritten der Grundwissenschaften, hauptsächlich der Physiologie und Pharmakologie, zusammen. Eine willkürliche Auswahl wird besprochen.

Ein neues Muskelrelaxans, Succinylcholin, erweist sich wegen seiner kurzen Wirkung bei bestimmten Indikationen als besonders vorteilhaft. Isopropylchlorid hat physikalisch-chemische Eigenschaften, die ein rasches Einsetzen der Narkose und ein rasches Abfluten derselben bedingen. Noradrenalin hat wegen des Fehlens der Herzirkulation Vorzüge vor dem Adrenalin. Die Erregbarkeit des Herzens kann mit Derivaten der P-Aminobenzoesäure gedämpft werden, so daß gewisse Arrhythmien in der Thoraxchirurgie seltener auftreten. Thiopenthal rectal appliziert ist eine für Kinder sehr geeignete und psychisch schonende Narkoseeinleitung. Das Edelgas Xenon wirkt narkotisch und hat physikalisch-chemische Eigenschaften, welche die Narkosetheorie von *Mayer* und *Overton* bekräftigen. Die kontinuierliche Messung der Sauerstoffspannung und die fortlaufende Bestimmung des ausgeschiedenen Kohlendioxyds mit neuen Geräten sind ersehnte Ergänzungen der Diagnostik. Die künstliche Hypotonie durch Ganglienblockade ist ein neues, vielversprechendes Verfahren zur Verminderung der operativen Blutung. Der Doppelumentubus von *Carlens* gewährt bessere Operationsbedingungen in der Thoraxchirurgie.

### Résumé

La plupart des innovations dans le domaine de l'anesthésiologie sont la conséquence des progrès réalisés dans d'autres sciences d'importance

fondamentale, telles que la physiologie et la pharmacologie. Discussion d'un choix arbitraire d'anesthésies.

Le succinylcholine, médicament nouveau relâchant les muscles, est particulièrement indiqué dans certains cas, à cause de son action de courte durée. Le chlorure d'isopropyle a des propriétés physico-chimiques, qui permettent un début rapide et une terminaison tout aussi rapide de la narcose. La noradrenaline présente certains avantages sur l'adrénaline simple, car elle ne manque pas de réactions cardiaques. L'excitabilité du cœur peut être atténuée par des dérivés de l'acide para-aminobenzoïque, ce qui évite certaines arythmies au cours de la chirurgie intra-thoracique. Le thiopenthal administré par voie rectale permet d'introduire chez l'enfant une narcose de manière particulièrement douce et psychiquement discrète. Le gaz pur xénon a une action narcotique et ses propriétés physico-chimiques sont un argument de plus en faveur de la théorie de la narcose de *Mayer* et *Overton*. L'enregistrement continu de la pression d'oxygène et la détermination ininterrompue de gaz carbonique expiré permis par les appareils nouveaux, sont des compléments qui ont été longuement attendus. L'hypotonie provoquée par les ganglioplégiques est un procédé nouveau et plein de promesses, diminuant les dangers des hémorragies post-opératoires. L'intubateur à double tubulure de *Carlens* offre de meilleures conditions opératoires dans la chirurgie intra-thoracique.

#### *Riassunto*

I progressi delle scienze basi, la fisiologia e la farmacologia, hanno dato il maggior contributo allo sviluppo attuale dell'anestesia. L'autore ne descrive alcuni aspetti.

Un nuovo rilassante muscolare, il succinato di colina, per la sua azione molto breve si è dimostrato molto utile in certe indicazioni. Il cloruro di isopropile ha caratteristiche fisico-chimiche che permettono il rapido inizio e la regressione della narcosi. La noradrenalina non avendo azione sul cuore, è più vantaggiosa dell'adrenalina. L'eccitabilità del miocardio può essere inibita con i derivati dell'acido paraminobenzoico, rendendo così più rare le aritmie nel corso delle operazioni toraciche. Il tiopentone per via rettale è di grande aiuto per iniziare la narcosi nei bambini. Il gas xenone ha azione narcotica, le sue caratteristiche fisico-chimiche confermano la teoria di *Mayer* e *Overton* sulla narcosi. La misurazione continua della tensione dello ossigeno e dell'anidride carbonica con i nuovi apparecchi, è un complemento bramato della diagnostica. L'ipotonie provocata con il blocco ganglionare è molto promettente per diminuire l'emorragia. Il tubo di *Carlens* a due luci migliora le condizioni operative nelle chirurgia toracica.

## Summary

Most recent advances in anaesthesiology are in direct connection with better knowledge of the basic sciences, mainly physiology and pharmacology. Some are discussed here.

A new muscle relaxant, succinylcholine, proved to be advantageous for certain indications. Physico-chemical qualities of iso-propyl-chloride are responsible for the rapid onset of anaesthesia and recovery under this agent. Nor-Suprarenin seems to be free of a direct action on the myocardium and is to be preferred for certain uses to suprarenin. Procaine-amide as a depressor of hyperirritability of the heart is used to combat pulse irregularities in thoracic surgery. Children under the influence of rectal thiopentone are smoothly anaesthetised with an inhalation agent. Xenon, an inert gas, is a true anaesthetic and follows to some extent the principles of Mayer and Overton. Continuous determination of oxygen saturation of the blood and carbon dioxide elimination through the lungs with a new apparatus are most useful in diagnosis under anaesthetics. Remarkable decrease of operative bleeding is effected by artificial hypotension with ganglionic blockers. The double-lumen tube of Carlens makes for greater safety in thoracic surgery.

1. Vgl. Frey, R.: Anaesth. **1**, 1 (1952). – 2. Bovet, D., et al.: Arch. int. Pharmacodyn. **1**, 88 (1951). – 3. Vgl. Mayrhofer, O.: Anaesth. **1**, 1 (1952). – 4. Brücke, F.: Wien. klin. Wschr. **11**, 190 (1952). – 5. Killian, H.: Arch. klin. Chir. **1939**, Narkosereferat 211. – 6. McDonald, F. I. V.: J. Anaesth. **22**, 92 (1950); Brit. J. Anaesth. **12**, 92 (1950). – 7. v. Euler: Dtsch. med. Wschr. **1950**, 1675. – 8. Kroneberg: Klin. Wschr. **1950**, 353. – 9. Rosenthal, W.: Anaesth. **1**, 3 (1952). – 10. Burstein, C. L.: Anesthesiology **10**, 133 (1949). – 11. Wedd, A. M., und Blair, H. A.: Anesthesiology **12**, 261 (1951). – 12. Mark, F. L. C., et al.: J. Pharmacol. (Am.) **98**, 21 (1950); Sadowe, M. S., et al.: Anesth. a. Analg. **31**, 45 (1952). – 13. Hügin, W.: Die Grundlagen der Inhalationsnarkose. Benno Schwabe, Basel 1951. – 14. Gravenstein, J.: Anaesth. **1**, 4 (1952). – 15. Vgl. Killian, H.: Narkose zu operativen Zwecken. Jul. Springer, Berlin 1934. – 16. Lawrence, J. H., et al.: J. Physiol., London **105**, 197 (1946/47); zit. nach Cullen, S. C., und Gross, E. G.: Science **113**, 2923 (1951). – 17. Jones, H. B., in Glasser, O.: (Ed.) Medical Physics, Vol. II, Chicago Year Book Publ. 1950, zit. nach Cullen, S. C. – 18. Zijlstra, W. G.: Fundamentals and Application of Clinical Oxymetrie. Van Gorcum & Co. Ltd., Assen 1952. – 19. Enderby, H.: Lancet **1950**, 1, 1145; Proc. roy. Soc. Med. **44**, 829 (1951). – 20. Kern, E.: Anaesth. **1**, 1 (1952). – 21. Dubost, C.: Mém. Acad. Chir. **1952**, 307. – 22. Guiot, G., und Damoiseau, B.: Anesth. et Analg. **1951**, 642. – 23. Griffiths und Gillies: Anesth. **3**, 134 (1948). – 24. Nissen, R., und Hartmann, F.: Dtsch Z. Chir. **229**, 6 (1930). – 25. Carlens, E.: J. thorac. Surg. (Am.) **20**, 151 (1950). – 26. Zürn: Anaesth. **1**, 3 (1952).