

Der heutige Stand der Schmerzbetäubung in der Chirurgie.¹⁾

Von

Prof. Dr. P. CLAIRMONT.

(Als Manuskript eingegangen am 19. Dezember 1927.)

Die Schmerzbetäubung im chirurgischen Sinne, d. h. die Schmerzbetäubung gelegentlich operativer Eingriffe, hat im Laufe der letzten achtzig Jahre einen grossartigen Ausbau erreicht. Die ganze Lehre zeigt, wie kaum ein anderes Gebiet der medizinischen Forschung, den Erfolg der deduktiven Methode. Daneben stehen die vielfachen Beziehungen zu den verschiedensten Forschungsgebieten, vor allem zur Chemie und zur Physik, die mächtigen Anregungen, die alle medizinischen Disziplinen durch diese Lehre erfahren haben und schliesslich die praktische Auswirkung, die sich auf das Anwendungsgebiet der Chirurgie, auf die Möglichkeiten operativen Vorgehens, auf die Technik des chirurgischen Eingreifens bezieht.

Vom Standpunkt der induktiven Methode aus betrachtet, hätten zuerst Fragen beantwortet werden müssen, von deren Abklärung wir auch heute noch weit entfernt sind. Man hätte beginnen müssen mit der Frage, was ist der Schmerz, wie entsteht der Schmerz, wie wird er rezipiert, wie wird er perzipiert, welche Leitungsbahnen liegen zwischen dem Anfangs- und Endpunkt? Bei der Betrachtung, wie sie die folgenden Ausführungen bieten sollen, wird es zum besseren Verständnis zweckdienlich sein, in dieses Gerüst induktiven Denkens die Ergebnisse der Lehre von der Schmerzbetäubung einzureihen.

C. FÜRSTER, der Breslauer Neurologe, hat in einer ganz kürzlich erschienenen auf zahlreichen eigenen Beobachtungen basierten anregenden Monographie die Leitungsbahnen des Schmerzgeföhles geschildert. Sie beginnen mit den Schmerzrezeptoren, führen durch die peripheren Nerven, die hinteren Wurzeln zu den Hinterhörnern des Rückenmarks, durch den vordern Seitenstrang des Rückenmarks und den Hirnstamm zum Thalamus opticus, dem wichtigen Rezeptionsorgan des Schmerzes

¹⁾ Vortrag, gehalten in der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Sitzung vom 24. I. 1927.

und enden in der Hirnrinde. Wollen wir die Schmerzauslösung verhindern, so müssen entweder die Rezeptoren bzw. die Perzeptoren ausgeschaltet, oder die Leitungsbahnen an irgend einer Stelle unterbrochen werden. Die folgende Übersicht der heute gebrauchten Schmerzbetäubungsverfahren wird zeigen, dass in dem System, das der Schmerzempfindung dient, nur ein Teil bisher unzugänglich geblieben ist, das ist die Leitungsbahn im Rückenmark. Alle übrigen Abschnitte können der Angriffspunkt anästhetischer Mittel werden.

In einfachster Weise haben die ursprünglichsten Methoden der Schmerzbetäubung beim Anfang und Ende der Schmerzleitungsbahn eingesetzt. Sie haben die Haut durch den Stein von Memphis, durch Kälte, ein Glied durch Druck (Kompression der grossen Nervenstämmen), oder Abschnürung (Blutleere) gefühllos, oder den Menschen durch einen Alkoholrausch, durch einen Aderlass, durch Opium, ja sogar durch Hypnose und Magnetismus schmerzunempfindlich zu machen versucht. Die kunstgerechte, allgemeine Schmerzbetäubung durch narkotisierende Mittel beginnt mit der Beschäftigung der Physiker mit gasförmigen Stoffen. 1804 hat DAVY nach Versuchen mit Stickoxydul die Meinung ausgesprochen, es müsse mit diesem Mittel gelingen, Menschen zur Ausführung von Operationen schmerzunempfindlich zu machen. Die Disziplinen naturwissenschaftlicher Forschung scheinen auch damals wenig Fühlung miteinander gehabt zu haben. Denn erst 40 Jahre später wird die Idee neuerlich aufgenommen und durch einen Zufall entdeckt der amerikanische Zahnarzt WELLS, dass ein mit Stickoxydul Betäubter, der einen Unfall erleidet, keinen Schmerz fühlt. Rasch folgt dann die Entdeckung des Äthers, Äthyläthers (C_2H_5)₂O durch MORTON und WARREN (1846) und des Chloroforms, Trichlormethans ($CHCl_3$) durch FLOURENS und SIMPSON (1847). Seither rivalisieren diese beiden Mittel miteinander. Ein Erfolg der letzten zwei Jahrzehnte ist die allmählich erreichte Überwindung des Chloroforms, der Sieg des Äthers. Das Chloroform ist das weitaus gefährlichere Mittel.

MEYER und GOTTLIEB bringen folgende Tabellen, die in den Volumprozenten beider Narkotika im Blut die verschiedene Gefahrenbreite zeigen.

Tabelle 1.

Chloroformgehalt des Blutes	Narkosetiefe	Wirkung auf das Herz
0,02—0,03 %	Reflexe verschwunden, gute Narkose	Nicht nachweisbar
ca. 0,03—0,05 %	Tiefe Narkose ohne Gefahr der Atmungslähmung	Beginnende Schädigung
0,06 %	Gefahr der Atmungslähmung	Herzleistung auf die Hälfte herabgesetzt
0,07 %	Sichere Atmungslähmung	Herzleistung um 65 % herabgesetzt
0,1 %		Herzstillstand

Tabelle 2.

Äthergehalt des Blutes	Narkosetiefe	Wirkung auf Herz und Kreislauf
0,18 %	Unvollständige Narkose	Ohne Wirkung
0,13—0,14 %	Vollständige Narkose	Beginnende Blutdrucksenkung Keine Herzschwäche
0,16—0,17 %	Atmungsstillstand	Deutliche Blutdrucksenkung Keine Herzschwäche
0,25—0,3 %	Bei künstlicher Atmung	Herzstillstand

Es fehlt in den letzten zwei Jahrzehnten nicht an Bemühungen, die Gefahren der allgemeinen Schmerzbetäubung zu verhindern. Die verschiedensten Wege werden benützt, um dieser Forderung, die bei dem Aufkommen und der vermehrten Anwendung der örtlichen Schmerzbetäubung immer dringlicher wird, gerecht zu werden.

Wenn zuerst nur die Einatmung (Inhalation) und damit die Resorption von der grossen atmenden Lungenfläche benützt wurde, um das Narkotikum in die Blutbahn aufnehmen zu lassen, so werden jetzt andere Wege der Zuführung vorgeschlagen. Die direkte Einspritzung des in physiologischer Kochsalzlösung gelösten Äthers in die Blutbahn (intravenöse Narkose) kann sich ebenso wie die

Verabreichung als Klysma in den Mastdarm (intrarektale Narkose) nicht durchsetzen. Im ersten Fall macht sich die Überlastung des Kreislaufes, im zweiten die Reizung der Mastdarmschleimhaut schädlich geltend. Immerhin bleiben diese Applikationsweisen für einzelne besondere Fälle vorbehalten und auch weiterhin, namentlich für andere narkotisierende Substanzen, in Diskussion. Für den Äther kann auch bei diesen Zuführungen die unangenehme Wirkung auf die Bronchialschleimhaut nicht ausgeschaltet werden, da die Ausscheidung nach wie vor durch die Atmungsorgane erfolgen muss. Die Einspritzung des Narkotikums unter die Haut (subcutane Narkose) oder in die Muskulatur (intramuskuläre Narkose) bleibt praktisch undurchführbar.

Für kurzdauernde Narkosen wurde schon frühzeitig das Bromäthyl (C_2H_5Br) verwendet. Aber auch da sind Schädigungen nicht ausgeblieben. Die starke Blutdrucksenkung kann für ein schon geschädigtes Herz bedenklich werden. Vorgekommene Todesfälle haben das Bromäthyl ganz ebenso wie das Chloräthyl (C_2H_5Cl), dessen Empfehlung zur Einleitung der allgemeinen Narkose durch KOCHER massgebend erschien, bei dem Ersatz durch den Ätherrausch und die Lokalanästhesie verschwinden lassen.

In der praktischen und theoretischen Narkoselehre war die Entdeckung des Stadium analgeticum, eines physiologisch bisher ungeklärten Zustandes der Schmerzbetäubung am Anfang einer allgemeinen Narkose, ein wichtiger Fortschritt. Bei erhaltenen Reflexen, aktiven Muskelbewegungen und erhaltener Berührungsempfindlichkeit, traumartiger Störung des Bewusstseins, stellt sich eine Schmerz-unempfindlichkeit ein, die für kurzdauernde operative Eingriffe benützt werden kann. Diese Form der Anästhesie ist am besten fassbar bei Einleitung der Äthernarkose. Als Ätherrausch wurde sie von SUDECK in die praktische Chirurgie eingeführt, mit dem grossen nicht zu unterschätzenden Vorteil einer, wir dürfen nach 25jähriger Erfahrung sagen, vollkommenen Ungefährlichkeit und der Möglichkeit, bei richtiger Technik, den Patienten in diesem eigentümlichen Vornarkosestadium zu erhalten. Es ergibt sich der sogenannte protrahierte Ätherrausch, der neben der Entwicklung der Lokalanästhesie eine zunehmende Bedeutung gewonnen hat.

Weitere Versuche, die Gefahren der allgemeinen Schmerzbetäubung herabzusetzen, sind die Einführung der Mischungen, die Äthersauerstoffnarkose, die kombinierte Narkose, die intermittierende Narkose, die Narkose bei verkleinertem Kreislauf.

Schon frühere Autoren hatten einen gewissen Gegensatz in der Wirkungsweise des Chloroforms und Äthers zu erkennen geglaubt. Eine Paarung dieser beiden Mittel zur Inhalationsnarkose schien daher die Gefahren zu vermindern. So entstand die vielfach angewendete BILLROTHmischung, bestehend aus 3 Teilen Chloroform und je einem Teil Äther und Alkohol. Nach der Berechnung des Siedepunktes stellte SCHLEICH seine ätherischen Siedegemische dar, in der Überlegung, dass ein Narkotikum um so rascher und leichter ausgeschieden wird, je näher sein Siedepunkt der Körpertemperatur des Narkotisierten liegt. Neue physiologische und pharmakologische Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Überlegungen anfechtbar sind. So tritt BÜRGI, der Berner Pharmakologe, ganz entschieden gegen die Chloroform-Äther-Mischungen auf. In der Praxis hat sich aber immer noch die Mischnarkose erhalten, weil sie dort, wo es uns nicht gelingt, mit Äther allein auszukommen, oder gegen die Ätheranwendung Gründe vorliegen, gegenüber der reinen Chloroformnarkose die weniger gefährliche Methode darstellt. Auch in Deutschland wird die in England viel gebrauchte ACE-Mischung (1 Teil Alc. absol., 2 Teile Chloroform, 3 Teile Äther) empfohlen.

Dem Studium über die chemischen und pharmakologischen Eigenschaften der Gemische verdient auch das Anästhol seine Entstehung, eine Mischung von Chloräthyl, Chloroform und Äther.

Es sind weniger pharmakodynamische und toxikologische Überlegungen, die das Chloroform und auch die Mischnarkose in der letzten Zeit in den Hintergrund gedrängt haben, als vielmehr technische Neuerungen und die die Narkose vorbereitenden Injektionen von Schlafmitteln.

Für das Chloroform als einem eminent giftigen Körper, war die tropfenweise Anwendung als „Tropfmethode“ in bestimmtester Weise gefordert worden. Die moderne Äthernarkose hat diese Technik übernommen und stellt sie in noch strengerer Form mit der Konstruktion von Narkoseapparaten (ROTH-DRÄGER, HÄRTEL) auf, die eine Zählung und Einstellung der Tropfenzahl, damit eine genaue und bestimmte Dosierung bei Sauerstoffzufuhr als Atmungsluft erlauben. In den modernen Kliniken wird vielfach mit diesem Apparat narkotisiert. Die Gefahr einer Überdosierung ist damit nicht ausgeschlossen, aber seltener geworden. Der Verbrauch an Äther ist gestiegen, die Möglichkeit, jederzeit die Atmung mit reinem Sauerstoff fortzusetzen, ja sogar durch einen Hebelgriff die künstliche Atmung einzuleiten, verringert die Narkosegefahr, ohne sie ganz auszuschalten. Den Narkoseapparaten wird mit Recht vorgeworfen, dass sie umständlich sind, dass

sie nicht jederzeit und überall zur Hand sein können, dass sie die Kunst des Narkotisierens schematisieren, d. h. weder der Individualität des Narkotisierten noch der des Narkotiseurs genügend Rechnung tragen.

Als Akapnie bezeichnet HENDERSON den Zustand der Kohlensäureverarmung des Blutes, der das Herz gegen das Narkotikum überaus empfindlich machen soll. Zu diesem Zustand kann es nicht nur im Beginn der Narkose durch zu tiefe und ausgiebige Atmung, sondern auch durch zu reichliche Sauerstoffzufuhr kommen. Die Lehre von der Akapnie ist aber nicht unbestritten geblieben.

Wenn auch an der Forderung festzuhalten ist, dass der junge Arzt die Technik der Narkose (ohne Apparatur) kennen und lernen soll, was namentlich für die chirurgischen Kliniken, die Lehrinstitute sind, gelten muss, so wissen wir doch, dass an vielen Krankenanstalten ganz ausgezeichnete Narkosen mit einem Höchstmass der Sicherheit von Krankenschwestern, die sich ausschliesslich mit der Narkose beschäftigen, ausgeführt werden. Mustergültig sind nach dieser Richtung die amerikanischen Einrichtungen.

Unter der kombinierten Narkose im engeren Sinne verstehen wir die Vorbereitung des Pat. mit Beruhigungs- und Schlafmitteln und folgender Inhalationsnarkose. Dieses Vorgehen ist heute das allgemein geübte. Es bietet eine Reihe von Vorteilen, die in gleicher Weise dem Pat. wie dem Chirurgen zugute kommen. Nicht einheitlich und heute noch in einem gewissen Versuchsstadium ist die Wahl des Schlafmittels. Mit der vorbereitenden Einspritzung ergibt sich weiters die Möglichkeit, die starke Schleimabsonderung, die mit der Äthernarkose infolge der Reizung auf die Schleimhaut, der ganzen Atmungswege verbunden ist, pharmakologisch herabzusetzen. Der Pat. kommt je nach dem angewendeten Mittel oder nach der Dosierung des Hypnotikums in gleichgültigem oder sogar schlafendem Zustand auf den Operationstisch. Die Vorgänge seiner Umgebung berühren ihn nicht, die Unannehmlichkeiten des ersten Narkosestadiums bleiben ihm unbewusst, das Erregungsstadium fällt aus oder wird verkürzt, der Verbrauch an Narkotikum wird verringert. Die Tiefe der Narkose kann, wie wir das noch bei der intermittierenden Narkose hören werden, den Bedürfnissen angepasst werden. Das Erwachen aus der Narkose ist ein langsames, allmähliches. Häufig schliesst sich der Narkose ein richtiger Schlaf an, das Erbrechen wird seltener. Zweifellos ist die Reihe der Vorteile gross, denen auch Nachteile gegenüberstehen, wie vor allem die oberflächliche Atmung und damit die weniger gute Durchlüftung der Lungen.

Als Schlafmittel werden Morphium, Pantopon in Kombination mit Atropin oder Skopolamin oder Präparate aus der Reihe der Barbitursäure, die auch in das Blutgefäßsystem eingebracht werden können, wie das Somnifen, benützt. Hier sind noch weitere Fortschritte zu erwarten, wie namentlich auch die Versuche und Arbeiten aus dem Zürcher pharmakologischen Institut (Prof. CLËTTA) zeigen.

In einzelnen Stationen wird die vorbereitende Behandlung des Pat. nicht auf die Zeit unmittelbar vor der Operation beschränkt, sondern schon an dem Tage vorher begonnen.

Den strengsten Bedürfnissen angepasst ist die intermittierende Narkose. Auf eine gleichmässige allgemeine Betäubung des Pat. während der ganzen Dauer der Operation wird verzichtet. Die Narkosetiefe richtet sich ganz nach dem, was gerade an dem Pat. gemacht wird; sie schwankt zwischen oberflächlicher und tiefer Betäubung, zwischen Erwichenlassen und neuerlichem Einschläfern. Sie basiert auf unseren Kenntnissen über die Schmerzempfindlichkeit der verschiedenen Gewebsschichten und Organe, über die Schmerzauslösung durch unsere Eingriffe. Sie kommt zur vollsten Bedeutung in der Kombination mit der örtlichen Schmerzbetäubung, die sie ergänzt. Wenn es auch an theoretischen Bedenken gegen den häufigen Wechsel der Narkosetiefe, die wiederholte frische Zufuhr verhältnismässig grosser Mengen des Narkotikums nicht gefehlt hat, so scheint sich doch in der Praxis dieses Verfahren zu bewähren. In der chirurgischen Klinik Zürich wird bei vielen grösseren längerdauernden Operationen von der intermittierenden Narkose mit bestem Erfolg Gebrauch gemacht.

Nachdem die Blutmenge für die Konzentration des Narkotikums im Blute bei gleicher Menge des Narkotikums massgebend ist, hat KLAPP den Versuch gemacht, die kreisende Blutmenge durch Ausschaltung der Extremitäten zu verkleinern. Die Menge des verwendeten Narkotikums kann damit absolut herabgesetzt werden. Die Verdünnung wird nach vollendeter Narkose durch Einschaltung der 4 Extremitäten in den Kreislauf rasch erreicht. So geistvoll diese Narkose bei verkleinertem Kreislauf ausgedacht sein mag, sie hat sich bisher wohl wegen der technischen Schwerfälligkeit nicht durchgesetzt.

Neben allen diesen tiefgreifenden Neuerungen auf dem Gebiete der allgemeinen Schmerzbetäubung haben kleine technische Fragen, wie z. B. die der Narkosemaske besondere Aufmerksamkeit erfahren. Von der einfachsten Form, wie sie stets improvisiert werden kann und für den Ätherrausch genügt, von dem Wattebausch, der mit Äther begossen und mit der Hand dem Pat. vor Nase und Mund

gehalten wird, bis zu den komplizierten Masken, wie sie die Narkoseapparate vor allem zur Anwendung von Überdruck benützen, sind alle Übergänge im Gebrauch. Mit der Entwicklung der Äthernarkose im Sinne der Inhalationsnarkose und tropfenweisen Zuführung werden die luftdichten Masken verlassen und die offenen Masken immer mehr verwendet. Das Instrumentarium, das bei jeder Narkose bereit liegt, wird durch die Einführung des Absaugapparates, mit dem angesammelte Schleimmassen aus Rachen und Kehlkopf entfernt werden können, bereichert. Den Pat. wird vor Einleitung der Narkose ein Mundstück zwischen die Zahnreihen gelegt, das den Mund geöffnet erhält und die Aspiration gestattet.

Einen tiefgreifenden Umschwung in der allgemeinen Narkose schien die Einführung des Äthylens und Narcylens (gereinigtes Acetylen) zu bringen. Die Entdeckung dieser einfachen wasserlöslichen Kohlenwasserstoffe als Narkotika verdanken wir CARTER und LUCKHARDT in Amerika, GAUSS und WIELAND in Deutschland. Zu gleicher Zeit sind diese Autoren, von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehend, zu denselben Schlüssen gekommen.

Die Beobachtungen LUCKHARDTS sind von allgemein naturwissenschaftlichem Interesse. Die Nelkenzüchter Chicagos beobachteten, dass die Blüten in den Treibhäusern rasch verwelkten. Diese Schädigung wurde dem Leuchtgas zugeschrieben, mit dem die Treibhäuser geheizt werden. Das gewöhnliche Leuchtgas besteht aus einem Gemisch von verschiedenen Gasen, unter denen das Kohlenoxyd überwiegt; daneben kommt Wasserstoff, Methan, Ethan und Äthylen im Leuchtgas vor. Bei der Prüfung dieser verschiedenen Gase auf ihre Giftwirkung gegenüber Nelken, fand der Pflanzenphysiologe CROCKER, dass es nicht das Kohlenoxyd, sondern das Äthylen war, das die Nelken schädigte. Schon sehr grosse Verdünnungen des Äthylens in der Luft genügten, um Nelken in 12 Stunden einzuschläfern, d. h. zum Welken zu bringen.

GAUSS und WIELAND gingen von dem Studium der narkotisierenden Wirkung des Stickoxydul aus, das durch seine hohe Wasserlöslichkeit eine Anreicherung im Blut und in den Geweben herbeiführt und durch Störung der Sauerstoffaufnahme narkotisierend wirkt. Es handelt sich dabei nicht um eine spezifische Störung, sondern nur um die Störung der Oxydation durch die Gegenwart grösserer Mengen eines an sich indifferenten Gases. Es wurde deshalb ein anderes, in Wasser noch leichter lösliches Gas, das Acetylen versucht. Im Tierexperiment zeigte sich, dass es imstande war, einen der Stickoxydul-Narkose ähnlichen Zustand hervorzubringen.

In der Praxis wurde zur Anwendung der Narcylen-Narkose von ROTH-DRÄGER ein Apparat konstruiert, der die genaue Dosierung und Mischung mit Sauerstoff erlaubte und durch Einschaltung eines Kreisatmers die Kosten dieser an und für sich teuren Narkose wesentlich verringerte. Der Stand dieses neuen Schmerzbetäubungsverfahrens war im Herbst 1925, als sich auch die Zürcher chirurgische Klinik einen Apparat angeschafft hatte, mit folgender Begründung gegeben. Die Vorteile waren: rasches Einschlafen, rasches Erwachen des Patienten bei selten vorkommenden Erregungszuständen, grosse Narkosebreite. Keine Schädigung des Zirkulationszentrums und des Herzmuskels. Keine Schädigung des Atmungszentrums und der Lungen, sodass Asphyxien, die bei Anwendung von Chloroform in 3%, von Äther in 1% vorkommen, fehlten und Lungenentzündungen nicht beobachtet wurden (bei Chloroform in 1,02%, bei Äther in 0,19%). Keine Schädigung der parenchymatösen Organe, wie Leber, Nieren. Die Narkosegefahr erschien daher auf ein Minimum verringert. Die Statistik der Todesfälle berechnet auf die einzelnen Arten der Narkose konnte folgendermassen angegeben werden: je 1 Todesfall auf 2264 Chloroform-, 5930 Äthernarkosen, während in Deutschland bei 10,000, in Amerika bei 100,000 Betäubungen mit Narcylen, bzw. Äthylen, kein Todesfall vorgekommen war.

Die Nachteile der Narcylennarkose waren: der hohe Preis des Apparates (2000 Fr.) und die hohen Betriebskosten (3 Narcylenbomben 1200 Fr.). Die Narkose war ohne Kreisatmung sechsmal teurer wie die mit Äther, mit Kreisatmer ein Viertel billiger wie Äther. Im Herbst 1925 waren in Europa 52 Apparate im Gang. Der unangenehme Geruch, der durch Beseitigung von Schwefel- und Phosphorwasserstoff und Zusatz eines Parfums bekämpft wurde, die vermehrte Blutung bei Operationen durch Blutdrucksteigerung und Lähmung der Gefässnerven, die mangelhafte Entspannung der Bauchdecken bei Bauchschnitten und schliesslich als wichtigstes, schon damals bekanntes, aber wie die Zukunft lehrte, weit unterschätztes Moment, die Explosionsgefahr, die in der Anwendung der chirurgischen Instrumente ganz bestimmte Einschränkungen ergab.

Bald nach der Einführung des Narcylen-Apparates in der chirurgischen Klinik Zürich kam es an andern Orten zu Explosionen, die nicht damit zu erklären waren, dass die geforderten Vorsichtsmassregeln vernachlässigt worden waren, sondern nur durch Selbstentzündung erklärt werden konnten. Es wurden daraufhin sämtliche Apparate von der Fabrik eingezogen. Dieser Zustand hält auch heute noch an. Die technische Untersuchung hat, wie man hört, eine ganze

Reihe von Selbstentzündungsmöglichkeiten ergeben, deren restlose Ausschaltung mit Erreichung voller Sicherheit kaum möglich sein dürfte. Damit werden viele Erwartungen, die an die Narcylennarkose geknüpft wurden, zu Grabe getragen und wir werden eine Methode, die uns in ihrer Ungefährlichkeit für Herz und Lungen sehr gute Dienste geleistet hat, kaum mehr anwenden dürfen.

Inzwischen hat in Amerika schon seit fast 20 Jahren das älteste Narkotikum eine Wiedergeburt erlebt, das Stickoxydul. Es teilt die Ungefährlichkeit der, wie schon früher auseinandergesetzt, pharmakodynamisch gleichwirkenden einfachen Kohlenwasserstoffe. In der Verbindung mit Sauerstoffinhalation lassen sich gute Narkosen ausführen. Bisher hat sich die Stickoxydul-Narkose in Europa noch kaum durchgesetzt. Nach dem Versagen der Narcylennarkose ist das aber zu erwarten.

Die örtliche Schmerzbetäubung im Sinne der Lähmung der Schmerzrezeptoren beginnt mit der Entdeckung des Augenarztes KOLLER in Wien (1884), dass Cocain die Hornhaut unempfindlich macht. Sie entwickelte sich seither in zuerst langsamem, dann rascherem aber sicherem Aufstieg. Sie hat heute schon eine Vervollkommnung erreicht, die ausserordentlich genannt werden darf und die moderne Chirurgie durchaus beherrscht.

Das Cocain, gewonnen aus den Blättern des Erythroxyton coca (Südamerika) lähmt die sensibeln Nervenendigungen. Es ist gleichzeitig ein allgemeines Nervengift, dem gegenüber die Menschen ausserordentlich verschiedene Giftempfindlichkeit zeigen, die nicht selten bis zur Idiosynkrasie gesteigert ist.

Die auf dem Deutschen Chirurgenkongress 1892 vorgebrachten ersten Versuche SCHLEICHS bedeuten zunächst nur eine Schmerzbetäubung durch osmotische Wirkung. Eine spezifische Wirkung des Cocains kommt bei den grossen Verdünnungen, die SCHLEICH anwendet, mit denen die einzelnen Gewebsschichten, die bei einer Operation durchtrennt werden, durchtränkt werden — Infiltrations-Anästhesie — nicht in Betracht. Erst BRAUN benützte die spezifische Cocainwirkung in seiner Form der Infiltrations-Anästhesie. Die Giftwirkung hinderte aber noch eine uneingeschränkte Anwendung. Der grosse Fortschritt folgt dann durch die Entdeckung des Adrenalins und den genialen Gedanken H. BRAUNS, die Lösung für die örtliche Schmerzbetäubung mit Adrenalin zu paaren und auf diese Weise, d. h. durch starke Zusammenziehung des Gefässapparates, der mit Adrenalin in Berührung kommt, die rasche

Aufsaugung zu verhindern, die örtliche Einwirkung zu verstärken und zu verlängern.

Weitere wichtige Fortschritte lagen dann auf chemischem Gebiet, indem Präparate gefunden und synthetisch dargestellt wurden, die an Giftwirkung weit unter dem Cocain stehen. Der Darstellung des Tropacocains aus den javanischen Cocablättern folgte die Entdeckung EINHORN'S, dass die anästhesierende Wirksamkeit an die Benzoesäure gebunden ist. Auf dieser Grundlage wurden die Substanzen der Orthoformreihe, dann das Novocain, Stovain, Alypin, Eukain B, Anästhesin und schliesslich das Tutocain dargestellt. Alle genannten Mittel sind wesentlich weniger giftig als das Cocain. Das Novocain erscheint als das ungiftigste, andere, wie das Tutocain oder das an der Zürcher Klinik in letzter Zeit verwendete und geprüfte, von SANDOZ hergestellte S. F. 147 sind giftiger als Novocain, aber stärker und länger wirksam in der Anästhesie.

Tabelle 3.

Zusammenstellung der örtlich schmerzbetäubend wirkenden Präparate nach Prof. WINTERSTEIN.

- Cocain — $C_{17}H_{21}NO_4$ — = Benzoylgoninmethylester.
 Tropacocain — $C_8H_{14}NOC_6H_5COHCl$ — = Benzoyl-pseudo-tropin.
 Eukain — $C_{10}H_{27}NO_4 \cdot HCl \cdot H_2O$ — = N-Methylbenzoyltetramethyl- γ -oxypiperidin-carbonsäuremethylester.
 Orthoform = Meta-Amido-para-oxy-benzoesäuremethylester.
 Anästhesin = Para-Amidobenzoesäureäthylester.
 Novocain = Hydrochlorid der Base.
 Para-Amidobenzoyl-diäthyl-aminoäthanol.
 Stovain = Hydrochlorid des Dimethylamido-Benzoylpentanol.
 Alypin = Hydrochlorid des Tetramethyldiamino-Benzoylpentanol.
 Tutocain = Hydroverbindung der Racemverbindung
 Para-Amidobenzoesäureester des α -Dimethylamino- γ -oxybutans.
 S. F. 147 (Sandoz) — $C_{17}H_{28}O_2N_2$ — = N-Diäthylleucinolester der p-Aminobenzoesäure.

Mit der Herstellung weniger giftiger Substanzen in Verbindung mit der Adrenalinanwendung erreicht die örtliche Schmerzbetäubung ihren Ausbau.

Die grundsätzliche Anwendung bleibt immer die gleiche. Die lokal anästhesierende Lösung wird durch Einspritzung an den gewünschten, anatomisch vorbestimmten Platz gebracht.

Jetzt werden nicht nur die Schmerzreceptoren erfasst, es werden die Leitungsbahnen blockiert; es ergibt sich aus der Infiltrations-

anästhesie die Leitungsanästhesie, die an verschiedenen Stellen der Bahn eingreift, am peripheren Nerven, an den Nervengeflechten und durch Einspritzung in den Rückenmarkskanal als lumbale und sacrale Anästhesie an den Wurzeln des Rückenmarks.

Um die weitere Entwicklung der örtlichen Schmerzbetäubung und ihre Anwendung an den inneren Organen zu ermöglichen, müssen grundsätzliche Fragen gelöst werden: Die Schmerzreceptoren in den inneren Organen und ihre Schmerzleitungsbahnen müssen gefunden werden. Damit ergibt sich die Leitungsanästhesie am sympathischen Nervensystem, die paravertebrale, parasacrale und Splanchnicus-Anästhesie.

Da es nicht im Rahmen dieser Zusammenfassung liegen kann, Einzelheiten darzustellen, so sollen die beiden folgenden Tabellen über die Arten der örtlichen Schmerzbetäubung an einzelnen Beispielen, sowie über das Anwendungsgebiet dieser Art der Anästhesie unterrichten.

Tabelle 4.
Lokal wirkende Anästhetika.

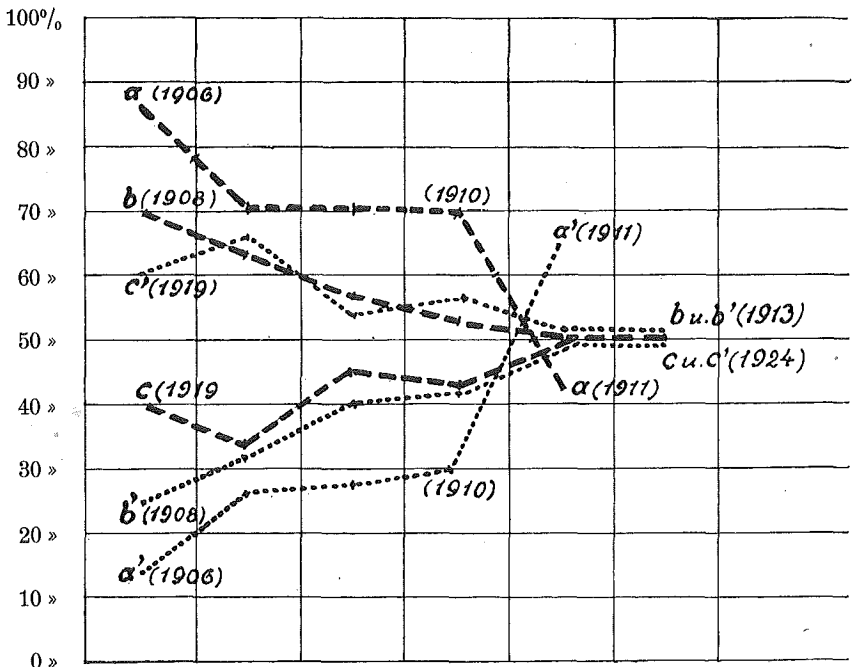
Mittel	Gefahren	Verwendung
Gocain	Ausserordentlich und unberechenbar giftig	nur Schleimhautanästhesie Harnröhre 1%, Auge 2%, Mund, Rachen 10%, Kehlkopf 20%
Alypin	Giftig nekrotisierend	nur Schleimhautanästhesie Harnröhre 2%
Tropacocain Stovain	reizend	nur Lumbalanästhesie (0,07)
Novocain Tutocain S. F. 147	Max. Dose: 2.0!	Infiltrationsanästhesie, Leitungsanästhesie, in $\frac{1}{2}$ -1-2% Lösung mit 1 ccm Suprareninlösung (1 : 1000) auf 1.0 Novocain.
Anästhesin	Giftig	Oberflächlich (als Salbe 5% und innerlich als Pulver).

Tabelle 5.

- I. Oberflächenanästhesie:
Bepinselung der Schleimhaut mit Cocain, Alypin, S. F. 147.
- II. Infiltrationsanästhesie:
Einspritzung einer Lösung von Novocain, Tutocain, S. F. 147 mit Suprareninzusatz am Orte der Operation (Schnittinfiltration) oder an der Stelle eines Knochenbruches zwecks schmerzloser Einrichtung.
- III. Leitungsanästhesie:
1. im Gewebe: Umspritzung in Rhombus- oder Kegelform. Beispiel: Bruchoperation.
 2. peripher am Nerven: Finger, Zähne, Rippen.
 3. zentral am Nerven: am Schädelgrund (Gesichtsnerv).
 4. Einspritzung in das Nervengeflecht (Plexusanästhesie): in der oberen Schlüsselbeingrube (Pl. brachialis), Eingriffe an den oberen Extremitäten.
 5. neben der Wirbelsäule (paravertebrale Anästhesie) gleichzeitig Schmerzbetäubung des Verbindungsnerven zum sympathischen System (bei Nieren- und Gallenblasenoperationen).
 6. in der Kreuzbeinhöhlung (parasacrale Anästhesie).
 7. im Inneren des Schädels (Einspritzung in das Ganglion Gasseri — Schmerzbetäubung des Gesichtsnerven).
 8. Einspritzung in den Wirbelkanal: innerhalb der harten Hirnhaut (subdural): Rückenmarks- oder Lumbalanästhesie (Eingriffe an den unteren Extremitäten, Blase, Mastdarm, Genitale) ausserhalb der harten Hirnhaut (epidural): Sacralanästhesie: tief und hoch.
 9. Einspritzung in die Venen eines abgeschlossenen blutleer gemachten Gliedabschnittes (intravenöse Leitungsanästhesie). Beispiel: Knie.
 10. Splanchnicus Anästhesie (Schmerzbetäubung der sympathischen Nerven des Bauches, des Nervus splanchnicus major und minor): von hinten, von vorne.

Der heutige Stand ist somit der, dass eine Reihe ausgezeichneter Verfahren der Schmerzbetäubung zur Verfügung steht. Nicht erreicht ist das letzte und wichtigste Ziel: Keine Methode ist absolut ungefährlich. Die Gefahren sind mit dem Ausbau der örtlichen Schmerzbetäubung verringert, aber nicht unbedingt behoben.

Die Entwicklung im Laufe der letzten Jahre, die steigende Häufigkeit der örtlichen Schmerzbetäubung, das Zurückgehen zur Anwendung der allgemeinen und örtlichen Anästhesie in ungefähr der gleichen Zahl der Fälle zeigen die Kurven der Heidelberger, Zwickauer und Zürcher chirurgischen Klinik.



----- Allgemeine Anästhesie (Narkose)
 Lokal-Anästhesie

a u. a': Heidelberger chirurgische Klinik
 (NARATH, WILMS) 1906—1911;
b u. b': Krankentstift Zwickau
 (BRAUN) 1908—1913;
c u. c': Zürcher chirurgische Klinik
 (CLAIRMONT) 1919—1924.

Im Jahre 1906 spielt die Lokalanästhesie noch eine geringe Rolle, sie steigt rapid an im Jahre 1911, in dem sie bevorzugt wird. Der Meister der örtlichen Schmerzbetäubung, H. BRAUN in Zwickau, steht schon im Jahre 1913 bei der gleichmässigen Verteilung der allgemeinen und örtlichen Anästhesie, die er auch weiterhin beibehält (Bericht 1922). In der Zürcher Klinik wird erst 1919 die Lokalanästhesie bevorzugt, um im Jahre 1924 und seither das Beispiel BRAUNS zu erreichen.

So spielt heute neben der Sicherstellung der Diagnose, neben der Abwägung aller Momente, die eine Operation als notwendig und erfolgversprechend erscheinen lassen, die Wahl der besten Methode der Schmerzbetäubung in jedem einzelnen Falle eine grosse, für das Ergebnis oft ausschlaggebende Rolle.
