第26回 総会 特 別 講 演

DIE OPERATIVE BEKÄMPFUNG DES SCHMERZES MIT BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER STEREOTAKTISCHEN HIRNOPERATIONEN

Von

Dr. T. RIECHERT

Neurochirurgischen Universitätsklinik
Freiburg. i. Br.

Das vorliegende Referat soll sich vor allem mit praktischklinischen und chirurgischen Gesichtspunkten der modernen Schmerzbekämpfung befassen. Eine besondere Aufmerksamkeit hierbei gilt dem sogenannten unstillbaren Schmerz (intractable pain), besonders weil hier auch in Form der stereotaktischen Hirnoperationen sich neue Möglichkeiten in der Therapie abzuzeichnen beginnen. Bei dieser Methode sind noch viele Fragen offen, aber auch die sogenannten typischen Operationen enthalten viele Punkte, die einer Klärung und Aussprache auf einer breiten Basis bedürfen.

In dem nachfolgenden Kurzreferat sind daher neben den Angaben in der Literatur und eigenen Erfahrungen auch die Antworten von über 60 Neurochirurgischen Zentren zahlreicher Länder verwertet, die auf übersandte Umfragen eingingen. In diesen Fragebögen wurden hauptsächlich Erhebungen über die Indikationsstellung, die Art der Anästhesie und die operative Technik bei den einzelnen Schmerzoperationen angestellt, wie sie in den verschiedenen Kliniken üblich sind. So wurde z.B. versucht, einen möglichst umfassenden Überblick darüber zu bekommen, in welcher Form und in welcher Lokalisation heute die Durchschneidungen des Tractus spino-thalamicus zur Schmerzbekämpfung durchgeführt werden, weil es sich hier um Operationen handelt, die in der Schmerzbekämpfung eine zentrale Bedeutung haben. Auch über die Art der Komplikationen bei den verschiedensten operativen Eingriffen wurden Erhebungen angestellt.

Durch diese Mitteilungen sollte das Referat auf eine möglichst breite Basis gestellt werden, bei der nicht nur eine Meinung zu Wort kommt.

Beim Niederschreiben dieses Kurzreferates war eine Untersuchungsreihe über einzelne Typen von Schmerzoperationen, wie sie in den letzten Jahren in unserer Klinik ausgeführt wurden, noch nicht abgeschlossen, so daß die endgültige statistische Auswertung einiger Einzelkollektive und ein Teil der dazugehörigen Abbildungen erst im ausführlicheren Vortrag gebracht werden kann.

In den folgenden Ausführungen soll bei den technisch-chirurgischen Erörterungen vor allem ein Überblick über die Chordotomien, die Mesencephalotomien und Thalamotomien einschließlich der stereotaktischen Methoden gegeben werden. Für unser Referat wurden 691 Eingriffe ausgewertet. Da die statistischen Erhebungen z. Zt. noch nicht abgeschlossen waren, wird sich diese Zahl in dem Hauptreferat entsprechend erhöhen. Die Aufschlüsselung dieser Summe erfolgt bei der Erörterung der einzelnen Operationen.

Diagnostische Besonderheiten

Bei der Erörterung des Themas sind einige grundsätzliche Fragen von Wichtigkeit, die sich besonders auf die allgemeine Indikationsstellung beziehen. Wie bei jedem chirurgischen Eingriff, ist eine klare Diagnose von grundlegender Bedeutung und eine Voraussetzung dafür, daß die nachfolgende Operation sich zweckmäßig und erfolgversprechend gestaltet. Bei Patienten, die wegen bestehender starker Schmerzen als Hauptgrund zur Operation kommen, ergibt sich hier eine schwierige Situation. In vielen Fällen werden wir nur annähernd erfahren können, in welchem Ausmaß der Kranke unter Schmerzen leidet, da der Schmerz letzten Endes vom subjektiven Erleben bestimmt wird. Man kann Schmerzen, worauf auch JUNG hinweist, weder auf Grund von elektrophysiologischen Merkmalen, noch auf Grund von vegetativen Begleiterscheinungen quantitativ erfassen. Das subjektive Phänomen des Schmerzes entzieht sich also weitgehend unserem objektiven Nachweis, besonders soweit es sich um chronische Schmerzen leichter oder mittlerer Intensität handelt. Auch die tierexperimentellen Untersuchungen lassen hier im Stiche, da wir nichts über das Schmerzgefühl der Tiere aussagen können. Von der Klinik ist bekannt, daß nur zu häufig die Klagen über Schmerzen der Ausdruck einer abwegigen Persönlichkeitsanlage sind. Ein Versuch, eine solche abwegige Persönlichkeit mit Durchschneidung von Schmerzleitungsbahnen zu behandeln, muß daher von vornherein mit einem Fehlschlag belastet sein. Auch die Beurteilung des Operationseffektes wird oft unter dieser Unsicherheit leiden. Liegen Rentenansprüche vor, so kann in einigen Fällen nur auf Grund anderer Merkmale auf den Erfolg der Operation geschlossen werden (Wiederaufnahme des Berufes, fehlender Medikamentenabusus usw.)

Hinsichtlich der operativen Indikationsstellung ist auch oft die Feststellung wichtig, an welchem Teil der Schmerzbahn ein Schmerz ausgelöst wird. Hierbei spielt besonders die Abgrenzung der sogenannten zentralen Schmerzen eine Rolle. Ein operativer Eingriff, der peripher vom Entstehungsort ansetzt, wird nur einen Teilerfolg haben können. Auch hierbei sind unsere diagnostischen Möglichkeiten nicht immer vollkommen. Als Prototyp für einen zentral ausgelösten Schmerz galt der meist gefäßbedingte Thalamusschmerz, wie er in den klassischen Schilderungen von DEJERINE und ROUSSY eine Beschreibung gefunden hat. Als später dann Operationen im Bereich des Mesencephalons durchgeführt wurden, zeigte es sich in Übereinstimmung mit klinischen Beobachtungen von Spontanschmerzen, daß auch von diesen Hirnstrukturen sehr unangenehme Mißempfindungen ausgelöst werden können, und die klinische Beobachtung ergab, daß auch bei bestimmter Lokalisation der Cortex in der Lage ist, Spontanschmerzen hervorzurufen. So herrscht auch bezüglich des Entstehungsortes eines Schmerzes noch eine gewisse Unsicherheit. Hingewiesen sei nur auf die Anästhesia dolorosa oder auf den Phantomschmerz.

Die Chordotomien

Unter den Schmerzoperationen nimmt die anterolaterale Chordotomie in der Form der Durchschneidung des Tractus spino-thalamicus noch immer eine zentrale Stellung ein. Die Durchschneidung des Tractus spino-thalamicus kann neben der thorakalen Chordotomie gewöhnlich in Höhe von D 2, als hohe cervikale Operation in Höhe von C 2 ausgeführt werden, wobei als Leitmarke der Austritt der 2. Wurzel dient. Außerdem ist der Tractus spino-thalamicus in der Medulla oblongata und im Mesencephalon durchschnitten worden. An unserer Klinik wurden 93 thorakale und cervikale Chordotomien ausgeführt. Von 74 Chordotomien, beidenei die Nachbeobachtungszeit lange genug zurücklag (bis zu 10 Jahren), um sich ein Bild über Recidive, Rückbildung der Anästhesie u.s.w. machen zu können, liegen Nachuntersuchungen und statistische Auswertungen von NADJAFI aus unserer Klinik vor, die im Folgenden verwertet sind.

Ganz allgemein haben sich in der technischen Durchführung der Chordotomie einige Fortschritte ergeben, die sich auf das operative Ergebnis günstig auswirkten. So ließ sich besonders auch auf Grund der klinischen Erfahrungen eine somatotopische Gliederung im Tractus spino-thalamicus besser herausarbeiten. Untersuchungen von HYNDMAN und EPPS, GLEES und BALLEY und eigene Untersuchungen haben gezeigt, daß die Fasern für die Schmerzleitung im Sacralbereich vorwiegend dorsal und oberflächlich gelegen sind, so daß sie in unmittelbarer Nähe des Ligamentum denticulatum nahe am Pyramidenstrang anzutreffen sind. Die Schmerzversorgung für die obere Rumpfhälfte und die obere Extremität wird jedoch vorwiegend durch Leitungsbahnen repräsentiert, die verhältnismäßig weit ventral und zentral liegen. Bei Schmerzzuständen in dieser Region wird also eine Incision nahe der Fiss. ant. des Rückenmarkes notwendig sein. Eine Gefahrenquelle in diesem Falle stellt also nicht der Pyramidenstrang, sondern die Art. spin. ant. dar. Nicht ohne Bedeutung für die Durchschneidung und den Erfolg der Operation sind die Varietäten des Tractus spino-thalamicus. Nach Beobachtungen von FRENCH und PEYTON und von VORIS können die Anomalien in einzelnen Fällen soweit gehen, daß z.B. die Analgesie nicht wie zu erwarten auf der gegenüberliegenden, sondern auf der gleichen Seite auftritt. Über einen ähnlichen Fall berichtet WHITE. Hier war eine doppelseitige Durchschneidung notwendig, um eine Schmerzfreiheit zu erzielen.

Von praktischer Bedeutung ist die Frage der notwendigen *Anästhesie*, wobei zwischen der reinen Lokalanästhesie, der mit einem Kurznarkoticum kombinierten lokalen Betäubung und der Intubationsnarkose zu wählen ist.

Trotz der großen Fortschritte in der Allgemeinanästhesie wird gerade bei dieser Operation die lokale Betäubung bevorzugt, wie dies aus unseren Umfragen und aus der Literatur hervorgeht. Wir haben in 49.4% die örtliche Betäubung, in 39.8% die Intubationsnarkose und in 10.9% ein kombiniertes Verfahren angewandt. Die Lokalanästhesie hat den Vorteil, daß die Ausdehnung der erzielten Analgesie auf dem

Operationstisch überwacht werden kann. Es kommt noch hinzu, daß die gar nicht so seltenen, vorher erwähnten anatomischen Varianten nur bei Anwendung der Lokalanästhesie kompensiert werden können. Eine mangelhafte Analgesie ist der häufigste Grund für das Fortbestehen von Schmerzen nach dem Eingriff. Eine Hypalgesie oder ein Vorhandensein von hypalgetischen Inseln stellt meist den Erfolg der Operation in Frage. Es muß auch immer damit gerechnet werden, daß mit dem Verschwinden des postoperativen Oedems die obere Begrenzung der Analgesie zurückgeht und der schmerzbehaftete Bezirk lediglich hypalgetisch wird. Diese Gefahr besteht besonders bei der hohen cervikalen Chordotomie.

Die Orientierung bei der Durchschneidung erfolgt in der Regel durch die Ansatzstelle des Ligamentum denticulatum, das bekanntlich die dorsale Grenze für den Einschnitt bildet, da bei einer Durchschneidung weiter dorsal die Pyramidenbahn verletzt werden kann. Eine ungewollte Verletzung dieser wichtigen motorischen Einheit kann dadurch zu Stande kommen, daß das Ligamentum denticulatum nicht senkrecht vom Rückenmark abgezogen wird, sondern seitlich nach oben. Dadurch kann der Eindruck entstehen, daß es weiter hinten ansetzt, und dementsprechend wird die Incision zu weit dorsalläufig durchgeführt. *abb.1* Bewährt hat sich uns die Durchschneidung in 2 Höhen, ungefähr im Abstand von einem Rückenmarkssegment. Hierdurch werden abgrenzende Fasern besser erfaßt, und der Einschnitt kann flacher gelegt werden. Bei der thorakalen Chordotomie wurde bei unseren Operationen der Tractus spinothalamicus in 58% der Fälle einfach und in 42 % in zwei verschiedenen Höhen durchgeschnitten. Die Ergebnisse waren bei letzterem Verfahren etwas besser als nach der einfachen Durchschneidung (70.8 %: 64.2 % für die schmerzfreien Fälle).

Die hohe Durchschneidung richtet sich nach der Lokalisation und Ausdehnung der Schmerzzustände. Die thorakale Chordotomie wird in der Regel in Th 2 durchgeführt. Bei Schmerzzuständen im Bereich der Arme und des Halses wird die Operation zweckmäßig in C 2 vorgenommen, wobei als Leitmarke der Austritt der 2. Wurzel dient. Wird der Schnitt verhältnismäßig tief und vorn nach der Fiss. mediana ventralis zu durchgeführt, so gelingt es, eine dauernde Höhe der Analgesie bis C 5 zu erreichen. Es kann günstig sein, je nach Lage des Krankheitsfalles, zusätzlich noch ein- oder doppelseitig hintere Wurzeln zu durchschneiden. Es wird damit ein Höherreichen der Anästhesie erzielt und die Zuverlässigkeit der Durchschneidung vergrößert.

Die sogenannte *medulläre Chordotomie* wird in Höhe der unteren Olive vorgenommen, um eine möglichst weit kranialwärts reichende Grenze der Analgesie zu erreichen. Nach den Erfahrungen von SWEET und WHITE gelingt dies aber für die Dauer nur bis zum Gebiet von C 5, so daß zusätzliche Wurzeldurchschneidungen zu empfehlen sind. Die klinischen Erfahrungen haben außerdem gezeigt, daß es bezüglich der dauernden Analgesie nach der medullären Operation häufiger wohl über Nebenwege, zu Schmerzrecidiven kommt. Als weiterer Nachteil kommt hinzu, daß sie mit einem größeren Risiko verbunden ist. Nach dem Ergebnis der Fragebögen wird eine *dop-*

pelseitige medulläre Chordotomie kaum ausgeführt, teilweise wird vor ihr gewarnt.

Mit der von Earl WALKER angegebenen *pedunculären Traktotomie* ist eine noch weiter rostral sich ausdehnende Grenze der Analgesie zu erreichen. Die Freilegung des Tractus erfolgt von einem occipitalen oder noch besser subtemporalen Zugangsweg in Höhe des hinteren Randes des Coll. sup., beginnend im Sulcus lateralis. In 2/3 der von WALKER operierten 15 Kranken trat eine Besserung der Schmerzen ein, es kam aber auch hier ein Rückgang der Analgesie vor, und vor allem entwickelten sich schmerzhaftige Dysästhesien, in den von DRAKE und McKENZIE beobachteten Fällen in 50% der Operierten. Weiter können als Komplikationen, die den Eingriff belasten, Gesichtsfeldstörungen und eine Herabsetzung der oberen Tongrenze auftreten. Das Operationsrisiko ist relativ groß, so daß der Eingriff älteren Kranken in schlechtem Allgemeinzustand nicht zugemutet werden kann.

Die Frage, ob ein- oder doppelseitig durchschnitten werden soll, ist besonders bei Eingeweidenschmerzen aktuell. Beobachtungen sprechen dafür, daß sich mit einer *einseitigen Chordotomie* *einseitige Schmerzen* auf die Dauer beseitigen lassen (WHITE und SWEET, McKISSOCK u.a.). In unseren eigenen Fällen waren nach der einseitigen thorakalen Chordotomie bei der Entlassung 67 % der Patienten schmerzfrei, in 28.2 % war ein partieller Erfolg vorhanden und in 4.2 % kein Erfolg. Ist eine *doppelseitige cervikale Chordotomie* notwendig, so sollte sie möglichst nicht in einer Sitzung vorgenommen werden, da die Ergebnisse dann schlechter sind.

Komplikationen und Ergebnisse

Die Komplikationen sind besonders durch die enge Nachbarschaft funktionell wichtiger Bahnen vom Tractus spino-thalamicus gegeben. Eine Schädigung des dorsal von dem als Leitlinie dienenden Ligamentum denticulatum gelegenen Pyramidenseitenstranges hat motorische Ausfälle auf der Seite der Durchschneidung zur Folge. In den ersten postoperativen Tagen sind diese Störungen, hervorgerufen durch Oedeme und kleinste Blutungen, meist ausgesprochener. Von Bedeutung sind vor allem die bleibenden Störungen, wie sie bei Nachuntersuchungen aufgedeckt werden. Solche Dauerstörungen können in verschiedener Häufigkeit vorkommen. McKISSOCK hatte unter seinen Operierten bei der einseitigen Operation in 20 % motorsiche Störungen, teilweise in Form eines vollständigen motorischen Funktionsverlustes eines Beines. Nach der *bilateralen Chordotomie* stieg die Zahl der motorischen Störungen auf 50 %. Dabei hatten allerdings teilweise schon motorische Ausfälle infolge des Grundleidens präoperativ bestanden.

Blasen- und Mastdarmstörungen, soweit sie nicht schon vorhanden sind, kommen nach der einseitigen Operation nur sehr selten auf die Dauer vor, sondern sie bilden sich im Verlaufe von Tagen und Wochen zurück. Ausnahmen sind meist Fälle, in denen eine Schädigung einer Funktion durch das Grundleiden bedingt ist. In unserem Gesamtmaterial traten Blasenstörungen *vorübergehender* Natur in 19.1 % auf, wobei 2.7

% sie schon vor dem Eingriff hatten.

Die *Spätkomplikationen* nach der *einseitigen* Chordotomie (60 Fälle, nach einer Beobachtungszeit von 2 Monaten bis 10 Jahren) der von uns operierten Fälle bringt die folgende Tabelle:

	Anzahl	%
a) Mortalität	0	0
b) Blasenstörungen	4	6.6
c) Mastdarmstörungen	3	6
d) Motorische Schwäche	3	5
e) Gürtelneuralgie	1	1.7
f) Paraesthesie, Dysästhesie	5	8.3
g) Hypotonie	0	0
h) Potenzstörungen	2	3.3

Eine sehr unangenehme Beigabe sind hier vor allem schmerzhafte Dysästhesien oder radiculäre Schmerzen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Resultate nach der Chordotomie bezüglich der Schmerzlinderung günstig sind, wenn man bedenkt, daß die Chordotomie nur bei schweren Schmerzzuständen durchgeführt wird. Auch andere angeführte Autoren berichten über ähnliche günstige Ergebnisse. Eine übereinstimmende Meinung herrscht darüber, daß im weiteren Verlauf eine gewisse Recidivgefahr bezüglich der Schmerzen vorhanden ist.

Unsere eigenen Untersuchungen hatten folgendes Ergebnis: In 45 % bestand auch bei einer Nachuntersuchung bis zu 10 Jahren eine vollständige Schmerzf়reiheit, in 35 % eine Besserung der Schmerzen. Ein Recidiv der Fälle trat in 20 % auf. WHITE fand bezüglich der Spätresultate 47 % thorakale Chordotomien und 46 % cervikale Chordotomien auch noch nach 1 bis 12 Jahren erfolgreich. McKISSOCK berichtet über Schmerzlinderung oder vollständige Beseitigung der Schmerzen bei 80 % doppelseitigen und 70 % einseitigen spino-thalamischen Chordotomien.

Es ist von Wichtigkeit, nach den Ursachen der Recidive bzw. Fehlschläge zu suchen, wobei als erwiesen vorausgesetzt werden muß, daß die unmittelbaren postoperativen Ergebnisse wesentlich bessere sind. Besonders in Fällen, in denen die Operation in allgemeiner Betäubung durchgeführt wird, kann es vorkommen, daß die Analgesie sofort nach der Durchschneidung unvollkommen ist. Dieser Fehler kann auf dem Operationstisch korrigiert werden, wenn der Patient in Lokalanästhesie operiert wird. Während der Operation läßt sich auch feststellen, ob etwa eine abnorme Lage der Schmerzbahn für die fehlende Anästhesie verantwortlich zu machen ist. Wie unsere Nachuntersuchungen gezeigt haben, kommt es zu sogenannten hypalgetischen Inselbildungen im analgetischen Gebiet, weil ein Teil der Fasern des Tractus spino-thalamicus nicht durchschnitten wurde. Hiervon können Recidive ausgehen, besonders wenn diese Inseln ungünstig liegen. Bewährt hat sich uns hier die Durchschneidung in 2 verschiedenen Höhen, die ungefähr ein Segment voneinander entfernt sind.

Die Spätrecidive entstehen hauptsächlich dadurch, daß die Analgesiezone absinkt und das vorher vorhandene Ausbreitungsgebiet des ursprünglichen Schmerzes erreicht, oder es läßt sich noch nach Jahren eine fast vollständige Aufhebung der Sensibilitätsausfälle feststellen. Meist-aber nicht immertreten mit der Aufhebung der Analgesie auch die Schmerzen wieder auf. Bei unseren Patienten mit Recidiven ließ sich dieser Rückgang der Analgesie mit dem Einsetzen der Schmerzen meist nachweisen. Die Ursache der späten Restitution der Sensibilität ist unbekannt. In den entsprechenden Fällen von WHITE, RICHARDSON und SWEET zeigten die späteren mikroskopischen Untersuchungen, daß praktisch der ganze vordere Quadrant durchschnitten war.

Eine Analgesie bedeutet aber auch nicht immer eine Schmerzfreiheit. 9 unserer Patienten waren trotz ausreichender Analgesie in früheren Schmerzzonen nicht schmerzfrei. Trotz erreichter Analgesie kommt eine Dissoziation der Thermoanästhesie vor, sie scheint für die Prognose nicht von entscheidender Bedeutung zu sein. Bei unseren Fällen mit vollständiger Analgesie fehlte eine Aufhebung der Wärmeempfindung in 8,1 %. Eine unserer Patientinnen gab während einer thorakalen Chordotomie vorwiegend im dorsalen Anteil spontan an, daß sie ein sehr starkes Wärmegefühl im gegenüberliegenden Bein empfinde. Bei sofortiger Prüfung stellte sich heraus, daß die Temperaturempfindung aufgehoben, während die Schmerzempfindung erhalten war. Auch eine Dissoziation der einzelnen Wärmequalitäten konnten wir feststellen. So setzte bei 2 Patienten die Aufhebung der Wärmeempfindung schon 2 bis 4 Segmente oberhalb der Kälteanästhesie ein.

Trotz der geschilderten Komplikationen, die sich durch eine weitere Ausbildung der Technik noch vermindern lassen, bleibt die Chordotomie die überragende zentrale Operation bei Schmerzzuständen in Bereich des Rumpfes und der Extremitäten. Sie ist in der Lage, auch schwerste chronische Schmerzen schlagartig zu beseitigen. Dem gegenüber wird die Durchschneidung der hinteren Wurzeln, auf die im Folgenden kurz eingegangen werden soll und die hintere commissurale Myelotomie wesentlich seltener angewandt.

Zusammenfassend ergeben sich für die Chordotomie folgende Gesichtspunkte:

Die thorakale Chordotomie ist geeignet, Schmerzzustände im Bereich der unteren Extremitäten und des Abdomens günstig zu beeinflussen. Die Chordotomie von C 2 wird am besten Schmerzen der oberen Rumpfhälfte und oberen Extremitäten bessern. Die primär auftretende Analgesie pflegt allerdings im Laufe der Zeit von C 5 bis D 1 wieder zurückzugehen. Aus diesem Grunde ist eine zusätzliche Durchschneidung von sensiblen Wurzeln häufig zu empfehlen. Eine doppelseitige Durchschneidung sollte nie einzeitig durchgeführt werden, auch sollte die Höhe der Durchschneidung bei der zweiten Operation gewechselt werden.

Nach dem Ergebnis der Fragebögen treten Komplikationen und Todesfälle nahezu ausschließlich bei der doppelseitigen Durchschneidung auf, wenn die Operation einzeitig ausgeführt wurde. Die Mortalität bei der Chordotomie schwankt zwischen

2.7 % und 15 %. WHITE gibt 15 Todesfälle bei 131 anterolateralen Chordotomien an. Dabei gilt es deutlich zu unterscheiden, ob eine ein- oder doppelseitige Chordotomie, eine thorakale oder cervikale Durchschneidung vorgenommen wird. Wir haben unter 97 Operationen 2 Todesfälle während der Klinikaufnahme zu beklagen, was einer Operationsmortalität von 2.1 % entsprechen würde.

In dem ersten Falle trat der Tod noch vor Öffnung der Dura infolge Luftembolie ein. Der zweite Patient verstarb 3 Tage post op. an Lungenödem und Versagen des linken Herzens. Nach der Entlassung aus unserer Klinik sind auf Grund unserer Nachforschungen noch 19 Patienten nach Monaten bis Jahren verstorben. Sie erlagen alle ihren Grundleiden, meistens handelte es sich um maligne Tumoren.

Die Durchschneidung von hinteren Wurzeln

In der Indikationsstellung sind der Durchschneidung von hinteren Wurzeln enge Grenzen gesetzt. Dies hat mehrere Ursachen: Die Versorgungsgebiete der hinteren Wurzeln überschneiden sich oft in erheblicher Form. Um eine ausreichende Anästhesie im Schmerzgebiet zu erzielen, wird es daher nötig sein, zahlreiche Wurzeln zu durchtrennen. Dies macht aber bei den meisten Körpergebieten eine ungewöhnlich große Laminektomie notwendig. Bei einer ausgedehnten Wurzeldurchschneidung kommt ein weiterer Nachteil hinzu: Die Patienten werden in der Gebrauchsfähigkeit der denervierten Extremität infolge der Aufhebung sämtlicher sensibler Qualitäten sehr behindert und namentlich in der ersten Zeit durch ataktische und ausfahrende Bewegungen bei der Willkürinnervation gestört. Weiterhin wird das Indikationsgebiet dadurch eingeschränkt, daß bei malignen Tumoren mit dem Fortschreiten der Erkrankung die Schmerzzone das anästhetische Gebiet häufig überschreitet.

Wegen dieser Einschränkungen wird die hintere Wurzeldurchtrennung besonders bei umschriebenen Schmerzen im Bereich der Interkostalnerven und als zusätzlicher Eingriff bei der hohen cervikalen Chordotomie in Frage kommen. WHITE hat bei 40 Operationen an den hinteren Wurzeln 50 % Recidive und Mißerfolge. Er führt diese besonders darauf zurück, daß im Gegensatz zu den bekannten Dermatomen die Überlagerung der einzelnen Wurzelgebiete für die tiefen Gewebe, wie Muskeln und Knochen, noch weitgehender ist.

Auf unsere eigenen Wurzeldurchschneidungen soll im eigentlichen Referat noch näher eingegangen werden.

Die Gesichtsneuralgien

Die Schmerzen im Bereich des Gesichtes sind besonders hinsichtlich ihrer Genese so vieldeutig, daß hier nur ihre hauptsächlichsten Formen behandelt werden können, wie sie vornehmlich dem Versorgungsgebiet des Nervus trigeminus angehören. Wir haben bei diesen Krankheitszuständen an der Klinik 407 Operationen ausgeführt. Hiervon sind 239 Operationen bis zum Jahre 1959 von Umbach an meiner Klinik

näher untersucht, ausgewertet und in Form einer Monographie veröffentlicht worden. Im einzelnen setzt sich dieses Krankengut folgendermaßen zusammen:

239 Operationen bei Gesichtsneuralgien:

periph. Exhaireesen:	88
V ₁	42
V ₂	33
V ₁₊₂	10
V ₃	3
Frazier	99 (2 zusätzl. V ₁ -Exh.)
Dandy	6
Sjöqvist	10
Elektrokoag. d. Ganglion Gasseri	23 (3 zusätzl. V ₁ -Exh.)
Thalamotomien	10 (3 zusätzl. Leuktotomien)
Stirnhirninfiltr.	3

Hinzu kommen noch 168 Operationen aus den folgenden Jahren (1959-1963), die sich wie nachstehend zusammensetzen:

periph. Exhaireesen	86
Frazier	63

Die Operationen am Ganglion Gasseri und den sensiblen Kernen des Thalamus sind mit unserem Zielapparat ausgeführt worden und im Abschnitt der stereotaktischen Operationen näher behandelt.

Unter den Operationen bei der Trigeminusneuralgie, die im Bereich der mittleren Schädelgrube von einem temporalen Zugangsweg aus durchgeführt werden, nimmt die partielle oder totale Neurotomie des Nerven nach SPILLER-FRAZIER auch heute noch eine zentrale Stellung ein, wenn es sich um Neuralgien im 2. oder 3. Ast handelt. Die Operation, die wir im Gegensatz zu früher meist in Intubationsanrkose durchführen, kann auch Patienten in höherem Alter zugemutet werden. Die Mortalität schwankt zwischen 2 bis 4 %. Kontraindikationen bilden entzündliche Prozesse in der Nachbarschaft, vor allem im Ohrbereich oder eine Beeinträchtigung des Sehvermögens, da eine Gefährdung der Hornhaut durch eine Keratitis neuroparalytica ein Faktor ist, der nicht vernachlässigt werden darf. Der Eingriff sollte auch nicht doppelseitig durchgeführt werden, da in diesen Fällen durch eine intraoperative Mitschädigung des motorischen Astes eine Kaumuskellähmung eintreten kann. Die unangenehmste Komplikation ist die Schädigung der Hornhaut. Sie tritt nach großen Sammelstatistiken in 9 % bis 13 % auf, je nach der angewandten Ausschaltungsart (reine Durchschneidung, Elektrokoagulation des Ganglion Gasseri oder Alkoholblockade).

Nach der Statistik von WHITE ist als nächsthäufigste Komplikation die Facialislähmung zu berücksichtigen, wie sie transitorisch zwischen 3.4 und 9.9 und bleibend

zwischen 0.7 und 1.6 % auftritt. Eine weitere unangenehme Komplikation sind die quälenden Parästhesien, die in 3 bis 4 % beobachtet werden.

Mit einer Recidivmöglichkeit muß immer gerechnet werden. Nach der neuesten Statistik von NORTHFIELD schwankt sie bei der partiellen und totalen Rhizotomie zwischen 34 und 50 %. Wegen der relativ hohen Recidivrate haben wir versucht, den operativen Eingriff hinsichtlich seiner Zuverlässigkeit noch etwas zu modifizieren. Es geschah dies in der Weise, daß wir je nach dem Befallensein des 2. oder 3. Astes diesen nach Eintritt in das Foramen ovale oder rotundum zusätzlich durchschnitten haben und eine Regeneration durch eine Plombe mit Tantalum, die wir mit einem Stahlstift befestigten, verhinderten. Neben dem klassischen Verfahren nach SPILLER-FRAZIER kommt noch eine Elektrokoagulation des Ganglion Gasseri nach KIRSCHNER oder die Alkoholinjektion im Bereich des Foramen ovale in Frage. Von einigen Autoren, wie von STENDER, wird dieses Verfahren jetzt wieder bevorzugt. Das kleinere Ausmaß dieser Eingriffe wird dadurch aufgewogen, daß die Komplikationen und die Recidive bei diesem Vorgehen größer sind. Nach der Übersicht von STENDER beträgt der Anteil der schmerzhaften Parästhesien hierbei 19.7 %, die der Recidive 24.1 %.

Neben diesen Eingriffen im Bereich der mittleren Schädelgrube nehmen die entlastenden Operationen des Ganglion, wie sie von TAARNHOJ im Jahre 1952 zuerst angegeben worden sind, nur eine beschränkte Bedeutung ein. Der Eingriff bringt hier nahezu die gleiche Belastung für den Patienten mit sich, aber die Recidivquote ist wesentlich höher. Der Vorteil dieser Operation besteht darin, daß Sensibilitätsstörungen und damit auch die unangenehmen Zustände der Anästhesia dolorosa vermieden werden.

Unter den Eingriffen in der hinteren Schädelgrube nimmt die 1925 von Dandy angegebene parapontine Neurotomie des Trigeminus noch immer eine führende Stellung ein. Die motorische Wurzel kann bei der partiellen Durchschneidung hier meist geschont werden, und es findet sich ein relativ geringer Sensibilitätsausfall im Gesicht. Prozesse in der hinteren Schädelgrube, die gelegentlich die Ursache einer Neuralgie sind (in unserer Statistik 2 %), können bei der Operation erkannt und behandelt werden. Die Keratitis ist seltener und beträgt nach unseren eigenen und den in der Literatur gesammelten Fällen ungefähr 3.5 %. Es sind bei diesem Verfahren auch Eingriffe an anderen Hirnnerven möglich, was besonders bei malignen Tumoren im Bereich der Schädelbasis und des Nackens von Wichtigkeit ist. Als Nachteil muß vor allem erwähnt werden, daß die Operation als solche durch die Nachbarschaft lebenswichtiger Hirnzentren für den Kranken belastender ist, als die Operationen von der mittleren Schädelgrube aus.

Die *intramedulläre Durchschneidung des Tractus spinalis nervi trigemini nach SJÖQVIST* ist die Methode der Wahl bei den häufig atypischen Neuralgien im Bereich des ersten Astes. Der Eingriff kommt außerdem auch in den Fällen in Frage, in denen sich eine Neuralgie nach einer stattgehabten Operation nach FRAZIER später auch auf

der anderen Seite einstellt, um eine Funktionsstörung des Kauens zu verhindern. Da eine Hornhautschädigung nach der Traktotomie praktisch nicht entsteht, wird der Eingriff auch in all den Fällen vorgenommen, in denen wegen einer herabgesetzten Sehschärfe des Auges der gesunden Seite das Sehvermögen auf der Neuralgieseite unter allen Umständen erhalten bleiben muß. Durch eine entsprechende Modifikation des Einschnittes können auch Neuralgien, die in mehrere Nerven ausstrahlen, günstig beeinflußt werden. Der Eingriff kann außerdem mit einer Durchschneidung der sensiblen oberen Wurzeln des Cervikalmarkes kombiniert werden, was besonders bei malignen Tumoren von Wichtigkeit ist. Die in der ersten Zeit gelegentlich bestehenden Kleinhirnerscheinungen mit Schädigung des Corpus restiforme und der olivo cerebellaren Bahnen waren bei unseren Patienten nur vorübergehender Art. Eine Schädigung der Vaguskerne haben wir nicht beachtet. Ein Nachteil der Operation nach SJÖQVIST ist die relativ hohe Recidivquote.

Bei älteren Patienten in schlechtem Allgemeinzustand kann gelegentlich eine *periphere Exhairese*, die vorwiegend im I. und II. Ast supra- und infraorbital vorgenommen wird, häufig für einige Zeit Schmerzfreiheit bringen. Da der Eingriff den Patienten in keiner Weise belastet, wenden wir ihn gar nicht so selten an. Es gibt auch immer wieder Patienten, die einen großen, intracraniellen Eingriff von vornherein ablehnen.

Die Gesamtzahl dieser Eingriffe betrug 174 in unseren Krankheitsfällen. Bei der gar nicht so seltenen Occipital-Neuralgie haben wir vorwiegend eine periphere Exhairese durchgeführt. Als großer Nachteil der peripheren Exhairese muß die Recidivhäufigkeit genannt werden. In unserem Material fanden wir innerhalb von 2 Jahren 75 % Recidive. Nach GERLACH traten auf Grund einer Sammelstatistik 40 bis 100 % Recidive auf. Gegenüber der Trigeminusneuralgie spielen die Schmerzzustände im Bereich der anderen Hirnnervenzahlenmäßig nur eine untergeordnete Rolle. Die Glossopharyngeus-Neuralgien haben wir mit Erfolg durch die Infiltration des Nerven nach ROVENSTINE PAPPER behandelt.

Stereotaktische Operationen bei der Schmerzbekämpfung

Die Einführung des stereotaktischen Operationsverfahrens durch SPIEGEL und WYCIS hat auch für die Schmerzbekämpfung neue Möglichkeiten gebracht, war es jetzt doch möglich, an zentralen schmerzleitenden Strukturen zu operieren. Bei den ersten Eingriffen wurden die Schmerzbahnen im Mittelhirn in der Ebene des Collicus rostralis corporis quadrigemini vorgenommen, wo der Tractus spino-thalamicus und die Trigeminusbahn eng bei einanderliegen. Es kam zu einer Unterbrechung der Schmerz- und Temperaturempfindung auf der gegenüberliegenden Seite, während das Berührungsgefühl nach dem Eingriff mehr oder weniger deutlich vorhanden war.

Eine zweite Möglichkeit der Schmerzausschaltung mittels eines stereotaktischen Eingriffes ist in der Unterbrechung der Schmerzimpulse im Endigungskern des Tractus spino-thalamicus und der medialen Schleife im Thalamus gegeben. Als Zielpunkt

wurden je nach Lage und Ausdehnung des schmerzbefallenen Bezirkes die caudalen Ventralkerne des Thalamus gewählt und zwar vorwiegend ihr basaler Anteil (V.c. pc, bzw. V.P. nach CROUCH und WALKER). Entsprechend der somatotopischen Gliederung, die wir auch bei den Operationen bestätigen konnten, wurden die caudalen Körperabschnitte vorwiegend im lateralen Anteil dieses Kernes repräsentiert, die rostralen Körperabschnitte waren weiter medial vertreten. Von dieser Lokalisation in den genannten Kernabschnitten gibt es Modifikationen, auf die noch später eingegangen werden soll.

Eine dritte Möglichkeit ist eine, meist zusätzliche Koagulation im Dorso-Medialkern des Thalamus. Sie soll hauptsächlich die zentrale Verarbeitung bestehender Schmerzen im günstigen Sinne beeinflussen und die Recidivgefahr besonders bei einem chronischen Alkaloidabusus vermindern. Über den Leitungsmechanismus des zentralen Neurons zwischen Thalamus und Hirnrinde sind die Kenntnisse noch lückenhaft. TALAIRACH hat 1959 über Operationen mit diesem System berichtet, und zwar führte er mittels radioaktiver Isotope eine Unterbrechung der Leitungsbahnen durch, die sich im Bereich des Parietallappens gegenüber dem 2. sensiblen Feld nach PEN-FIELD, unmittelbar über der Fissura Sylvii befinden. Er konnte durch Reizungen im Zentrum semiovale beim wachen Patienten während der stereotaktischen Operation sensible Effekte und Schmerzen hervorrufen, die häufig den Beschwerden des Patienten entsprachen. Er nahm an, daß diese Phänomene auf Reizungen der direkten oder kollateralen Bahnen beruhen, die vom Thalamus zur sensiblen Area II gehen. Unter dieser Voraussetzung hat er 8 Patienten operiert, wobei 7 Kranke schmerzfrei wurden. Postoperative Sensibilitätsstörungen waren nicht vorhanden. Wir selbst haben zusammen mit HASSLER unter ähnlichen Voraussetzungen die vom Thalamus zur hinteren Zentralwindung ziehenden Fasern nach ihrem Durchtritt durch die innere Kapsel in einem supraclaustralen Bezirk unterbrochen und versuchten, durch eine solche sensible supraclaustrale Radiatotomie die bestehenden Schmerzen zum Verschwinden zu bringen. Vor allen Dingen sollten dabei die Hyperpathien und Dysästhesien vermieden werden, wie sie gelegentlich bei Operationen im Mesencephalon oder Thalamus zur Beobachtung kommen. Auf die Resultate soll später eingegangen werden.

In Anbetracht der zahlreichen typischen und gutentwickelten bisherigen Schmerzoperationen taucht sofort die Frage auf, welche Gründe dazu geführt haben, daß das stereotaktische Operationsverfahren bei der Bekämpfung von Schmerzen herangezogen wurde und welche Vorteile sich bei seiner Anwendung ergeben. Der erste Impuls, dieses Verfahren bei Schmerzen zu versuchen, war darin gegeben, daß der Arzt immer wieder Schmerzzustände beobachten muß, die sich mit den bisherigen Verfahren überhaupt nicht oder nur sehr schlecht beeinflussen lassen. Erwähnt sei hier nur die Anästhesia dolorosa, die Neuralgie nach Herpes zoster und viele Formen des Phantomschmerzes. Damit hängt zusammen, daß in vielen Fällen schwerer chronischer Schmerzen eine Entstehung in subcortikalen Strukturen angenommen werden muß, die

wegen ihrer zentralen Lage mit den typischen offenen Operationsmethoden nicht oder nur unter größten Gefahren für den Patienten zu erreichen waren. Als Beispiel hierfür sei das gefäßbedingte Thalamussyndrom genannt. Das stereotaktische Operationsverfahren machte es erstmalig möglich, mit genügender Sicherheit an diesen subcortikalen Strukturen zu operieren, ohne daß dabei nennenswerte funktionelle Ausfälle der darüberliegenden Hirnschichten auftraten. So konnten jetzt Zustände behandelt werden, für deren Genese eine zentrale Auslösung angenommen werden mußte.

Ein zweiter Grund für die Anwendung des Verfahrens war die Tatsache, daß es relativ ungefährlich ist und den Kranken wenig belastet. Ein stereotaktischer Eingriff kann daher auch bei Schmerzpatienten durchgeführt werden, denen wegen ihres schlechten Allgemeinzustandes oder ihres Alters ein großer operativer Eingriff, wie etwa eine hohe cervikale Chordotomie nicht mehr zugemutet werden kann.

Über stereotaktische Operationen zur Bekämpfung von Schmerzen sind bisher Berichte von einigen Autoren erschienen. Im Verhältnis zu den Eingriffen bei extrapyramidalen Bewegungsstörungen ist die Zahl der operierten Kranken noch immer klein, und es ist daher von Interesse, die bisherigen Resultate kennenzulernen. SPIEGEL und WYCIS berichten über 54 Patienten. Die Operationsmortalität betrug 7.4 %. Sie weisen darauf hin, daß die Sterblichkeit gegenüber den offenen, mesencephalen Tractotomien, die nach WHITE und SWEET 24 % beträgt, bei der stereotaktischen Operation relativ gering ist. TALAIRACH beschreibt 12 Patienten, bei denen er mit seiner Apparatur eine Ausschaltung der sensiblen Thalamuskern wegen eines thalamischen Schmerzsyndroms vorgenommen hat, wobei die Mortalität 6 % betrug. MARK, FRANK und HACKETT berichten über 19 Mesencephalotomien, die sie bei 17 Patienten durchgeführt haben. Teilweise brachten sie hierbei Elektroden, die stereotaktisch in den Thalamus eingeführt waren, zur Einheilung, so daß noch nach Wochen oder Monaten eine erneute Koagulation beim Wiederauftreten von Schmerzen möglich war. Über weitere Schmerzoperationen berichtet NARABAYASHI u.a.

Die stereotaktischen Operationen an unserer Klinik haben wir mit dem von mir zusammen mit meinen Mitarbeitern WOLFF und später MUNDINGER konstruierten Zielapparat durchgeführt. Die Operationen werden in einem eigens hierfür errichteten Operationsraum vorgenommen. Hier ist es möglich, den Abstand der Röntgenröhre vom Patienten möglichst groß zu wählen, um die Röntgenverzeichnung gering zu halten. Die restlichen Fehlerquellen werden rechnerisch eliminiert. Im 2. Stock des Operationssaales sind die Apparaturen für die physiologische Kontrolle der Nadel- lage untergebracht.

Ein unumgängliche Voraussetzung für den Erfolg der Operation ist das Treffen des geplanten Zielpunktes. Da die Hirnstrukturen, die beim Schmerz angezielt werden, auf der Röntgenleeraufnahme nicht sichtbar sind, so müssen wir von Bezugspunkten, die sich im Röntgenbild abbilden, ausgehen. Sorgfältige anatomische

Untersuchungen haben gezeigt, daß Knochenstrukturen hierfür kein zuverlässiges Maß geben. So hat sich heute nahezu allgemein die Meinung durchgesetzt, daß für die Bestimmung dieser subcortikalen Zielpunkte eine Luftfüllung der Hirnkammern notwendig ist. Eine zweite Voraussetzung für den Erfolg der Operation ist von der Art der Ausschaltung des Zielpunktes abhängig. Hierfür stehen heute in erster Linie der Hochfrequenzstrom, die Ausschaltung mittels Kälte in Form einer Cryo-Läsion und das Einführen einer Ölwachsplombe, wie es von NARABAYASHI zuerst vorgeschlagen ist, zur Diskussion. Wir wenden vorwiegend die Hochfrequenz-Koagulation an. Hierbei ist es wichtig, daß die Temperatur an der Elektrodenspitze bei ansteigendem Gewebswiderstand niedrig gehalten wird, um Gefäßschädigungen zu vermeiden. Zusammen mit MUNDINGER und GABRIEL habe ich daher eine Thermosonde und eine Apparatur entwickelt, die eine fortlaufende Überwachung der Temperatur gewährleistet. Wir schalten das Gewebe bei 70 Grad aus. Die Cryo-Läsion zieht COOPER, der zusammen mit LEE 1961 eine Kältesonde angegeben hat, allen anderen Methoden vor.

An unserer Klinik wurde 1950 eine spezielle Kältesonde durch v. BAUMGARTEN entwickelt. Die dazugehörigen histologischen Befunde von experimentellen Vereisungen beim Tier hat BALTHASAR 1957 veröffentlicht. Wir wenden die Kältesonde beim Patienten sowohl diagnostisch wie therapeutisch an. Der größte Wert scheint uns in den diagnostischen Möglichkeiten zu liegen, so daß wir häufig die Kältesonde mit der Hochfrequenzkoagulation kombinieren.

Mit der skizzierten Anordnung haben wir bis Juli 1964, 97 stereotaktische Eingriffe an 88 Patienten bei Schmerzen verschiedener Ätiologie durchgeführt, die subcortikalen Eingriffe zu einem großen Teil zusammen mit HASSLER. Im einzelnen hatten die von uns angezielten Punkte folgende Lokalisation, wie sie in der nachfolgenden Tabelle zur Darstellung kommt (Table 1), Unter den Indikationen treten die Schmerzzustände zahlenmäßig zurück, wie sie dies der folgenden Übersicht über die an unserer Klinik durchgeführten stereotaktischen Operationen entnehmen können (Tab. 2). Die hierfür maßgeblichen Gründe sollen weiter unten ausgeführt werden.

Mit der von uns konstruierten Apparatur sind Schmerzoperationen von BETTAG, YOSHIDA, ROEDER und ORTHNER, KRAYENBÜHL und YASARGIL u.a. durchgeführt worden. Auf Grund von autoptischen Befunden hat es sich gezeigt, daß die von uns in Zusammenarbeit mit HASSLER entwickelte Berechnungstechnik ein genaues Treffen des Zielpunktes gestattet. abb.2 (R. HASSLER und T. RIECHERT: Klinische und anatomische Befunde bei stereotaktischen Schmerzoperationen im Thalamus. Archiv für Psychiatrie und Zeitschrift f.d. ges. Neurologie 200, 93-122 (1959).

Wie sind nun die Ergebnisse dieser, mit einem relativ hohen technischen Aufwand verbundenen Operationen ? Zu ihrer richtigen Einschätzung muß vorausgeschickt werden, daß die Patienten, die zu einer stereotaktischen Operation kommen, ein ausgesuchtes Kollektiv darstellen. Es handelt sich bei ihnen um Schmerzzustände, die

Tab. 1.
Stereotaktische Eingriffe bei Schmerzzuständen (intractable pain)
1950-1964

Ätiologie	Pat.-Zahl	Geschl. ♂ ♀		V.c.pc		Limitans		supracal- strale radie tiotomie		Medialk. u. thalamofr. Bahnen		Pallidum		Ganglion Gasseri u. retrogangl. Koagulation	
Thalamus- syndrom	9	4	5	5	4		2	1		5	3		1		
Unfall, Plexus, viscerale Schm.	10	9	1	6	4	3		1		3	2				
Phantom, Kausalgie	17	16	1	10	4		3	3	2	3	2	1			
Anästhesia dolorosa	16	6	10	5	9	1	4			4	5				
Ganglion Gasseri	36	12	24											19	20
Ges. Zahl	88	47	41	26	21	4	9	5	2	15	12	1	1	19	20
Pat. Eingr.	97							96 Ges. Zahl d. ZP. im Thalamus						39 Ges. Zahl	

Tab. 2
Stereotaktische Operationen Indikationstabelle
(24. 7. 64)

Diagnose	Anzahl	Op. Mortalität	Op. Mortalität in %
SCHMERZ	97	2	2.06
Parkinsonsyndrom	1742	24	1.38
Hyperkinesen	221	4	1.81
Epilepsie (Fornikotomie)	36 (26)	1	2.78
Hypophyse	180	1	0.56
Psychochirurgie	74	—	—
Multiple Sklerose	4	—	—
Gefäßtumor	4	—	—
Sonstige (Splitter)	7	—	—
Gesamt	2365	32	1.35
Thermosonde	1205	10	0.83

jeder anderen Therapie getrotzt haben (intractable pain). Fast immer waren schon andere operative Eingriffe vorangegangen, oder es handelte sich um Schmerzen, bei denen erfahrungsgemäß eine operative Therapie von vornherein keinen Erfolg hatte (Thalamussyndrom, Anästhesia dolorosa, Neuralgie nach Herpes zoster). Die Anfang-

serfolge sind unter Berücksichtigung der vorhin genannten Tatsachen sehr gut. Dabei bestehen noch gewisse Unterschiede bezüglich der Grundkrankheit. So ist gerade der Thalamusschmerz, gegen den es bisher kein operatives Vorgehen gab, besonders günstig auch auf die Dauer zu beeinflussen. Als Frühresultat ergab sich auch bei den anderen Krankheitsgruppen eine Besserung von ungefähr 70 %. Leider trat in über der Hälfte der operierten Kranken ein teilweises oder vollständiges Recidiv ein. Diese Recidivquote wird von nahezu allen Autoren angegeben. Auch eine Rundfrage des Autors an die Neurochirurgischen Kliniken des In- und Auslandes hatte das gleiche Ergebnis.

Die mit dem Eingriff verbundenen Komplikationen sind vor allem durch die enge Nachbarschaft der angezielten Strukturen mit wichtigen funktionellen Hirnteilen bedingt. In den ersten Fällen, bei denen SPIEGEL und WYCIS eine Mesencephalotomie durchgeführt hatten, kam es in einem relativ hohen Prozentsatz durch Schädigungen der hinteren Vierhügel zu audiometrischen Störungen, die nach einer Änderung des Zielpunktes sich auf 16,6 % reduzieren ließen und leicht waren. Die Hörstörungen sind meist objektivierbar durch eine Einengung der Tongrenze, vor allem nach oben. Auch motorische und vegetative Ausfälle wurden beobachtet.

Zu den wichtigsten Spätkomplikationen gehören die oft sehr quälenden Dysästhesien. SPIEGEL und WYCIS beobachteten sie in 14 % der operierten Patienten, allerdings waren sie nur in 3,7 % stark ausgeprägt. Die Autoren weisen darauf hin, daß Dysästhesien nach Chordotomien noch häufiger vorkommen können und daß sie kein Grund sind, die Operationen aufzugeben.

Es bleibt noch die Frage zu klären, inwieweit die häufigen Recidive, die oft noch nach Monaten und Jahren eintreten können, sich vermeiden lassen. Neben einer ungenügenden Durchschneidung kommen für das Wiederauftreten der Sensibilität und der Schmerzen wenigstens zu einem Teil Nebenbahnen als Ursache in Frage. Bei der weiteren Ausbildung der Operationen wurde daher versucht, zum mindesten einen Teil dieser Nebenbahnen auszuschalten. Es kam eine Unterbrechung im Bereich der trunco-thalamischen Neuronensysteme und ferner eine solche der Formatio reticularis und des Höhlengraus des Aquädukts in Frage. TALAIRACH, HECAEN und Mitarbeiter hatten bei Schmerzoperationen schon 1949 auf die Funktion des Centre médian für die Schmerzleitung als rindenunabhängige Struktur bei Schmerzoperationen hingewiesen. Wir haben bei unseren gemeinsam mit HASSLER durchgeführten Operationen neben dem Centre médian vor allem auch den rindenunabhängigen Nucleus limitans ausgeschaltet. Es konnte gezeigt werden, daß er Kollaterale von spino-thalamischen Fasern empfängt und daß die Impulse von hier zu anderen subcortikalen Strukturen weiterlaufen, vor allem zum Pallidum (HASSLER). Auffallend war bei unseren Patienten mit einem Parkinsonsyndrom die Tatsache, daß die so häufig bestehenden Schmerzen (in 37 % unserer Kranken) nach der stereotaktischen Operation verschwanden und zwar in einem relativ hohen Prozentsatz (74 %). Gelegentlich konnten wir auch bei der Reizung im Pallidum ängstliche und unlustbe-

tonte Gefühle und Organschmerzen hervorrufen. Eine zusätzliche Ausschaltung des Pallidums, die wir inzwischen bei einem Patienten durchgeführt haben, liegt daher bei der Bekämpfung der Schmerzen durchaus im Bereich der therapeutischen Möglichkeiten.

Wichtig ist auch zur Vermeidung von Recidiven und zur Erreichung eines wirkungsvollen Effektes, daß eine zusätzliche Koagulation im Nucleus dorso-medialis durchgeführt wird, wenn bei den bestehenden Schmerzen eine starke emotionale Komponente offensichtlich ist.

Die Eingriffe an den caudalen Ventralernen sind wegen der Nähe der Capsula interna mit der Gefahr motorischer Störungen belastet. Wenn auch eine direkte Verletzung dieser Strukturen durch die physiologischen Prüfungen und eine stufenweise Ausschaltung sich meist vermeiden läßt, so können doch lokale Thrombosen oder kleinste Blutungen in diesem funktionell wichtigen Gewebe zu flüchtigen oder bleibenden Funktionsstörungen führen. Von den Operierten unserer ersten Serie (24 Patienten) hatten 3 eine in wenigen Tagen vorübergehende motorische Schwäche, ein Kranker eine leichte Parese der dorsalen Flexoren eines Fußes und eine mäßige Spastik des Beines.

Eine zweite Komplikationsmöglichkeit besteht darin, daß postoperativ ein schmerzhaftes Thalamussyndrom sich entwickelt. Diese Gefahr scheint relativ gering zu sein. In unserem Material konnten wir 2 Mal eine solche Operationsfolge beobachten. Einer dieser Kranken, der ein postoperatives Thalamussyndrom in der Hand hatte, schätzte diese Schmerzen weit geringer ein, als sein Grundleiden, die Anästhesia dolorosa im Trigeminalggebiet. Er erklärte, daß er beim Wiederauftreten der Schmerzen im Gesicht sich wieder operieren lassen würde, selbst wenn er die jetzt bestehenden Beschwerden im Arm in Kauf nehmen müßte.

Indikationen

Der Eingriff kommt vor allem bei schwersten Schmerzzuständen im Bereich der oberen Extremitäten, der Nacken-Halsregion und des Kopfes in Frage, es sind dies Ausbreitungsgebiete, bei denen es schwierig ist, mit den üblichen Operationsmethoden eine genügend weit rostral reichende bleibende Anästhesie zu erreichen. Er ist ferner bei Schmerzzuständen indiziert, die sich mit anderen Operationsmethoden nicht beeinflussen ließen. Rein zufällig haben wir bei einem ganz andersartigen Krankheitsbild eine seit 2 Jahren bestehende Heilung gesehen, nämlich bei einer schwersten Migräne.

Es handelt sich um einen Patienten von 27 Jahren (B.H.) der wegen einer Torsionsdystonie zu einer stereotaktischen Operation zu uns kam. Dieser Patient litt gleichzeitig seit 7 Jahren an schwersten Migräneanfällen, die mit starkem Erbrechen einhergingen und sich 2 bis 3 Mal im Monat wiederholten. Wegen der Übelkeit, des starken Erbrechens und der starken Kopfschmerzen mußte er jeweils bei einem Anfall 2 bis 3 Tage im Bett liegen und war dadurch kaum arbeitsfähig. Medikamente hat er nicht nehmen können, da er sie sofort erbrochen hat. Er wurde deswegen mit Zäpfchen behandelt (5 bis 6 Zäpfchen Cafergot täglich). Wegen der extrapyramidalen Bewegungsstörungen wurde bei dem Patienten eine einseitige Ausschaltung des V.o.i. rechts vorgenommen. Die Hyperkinetik wurde danach befriedigend

gebessert. Das auffallendste, von uns nicht erwartete Ergebnis, war aber die Tatsache, daß nach der Operation kein Migräneanfall mehr aufgetreten ist, so daß der Patient seinen Beruf wieder vollständig versehen konnte. Dies bedeutete dem Kranken mehr, wie die nur mittelmäßige Besserung der Hyperkinesen, und er versicherte, daß er sich allein wegen der Beseitigung der Schmerzen einem solchen Eingriff unterziehen würde.

Eine neue Indikation bildet die Vornahme stereotaktischer Eingriffe am Ganglion Gasseri bzw. an der Trigeminuswurzel mit unserem Zielapparat, ähnlich wie dies von KIRSCHNER bereits im Jahre 1933 mit einer anderen Technik vorgenommen wurde. Es kann prinzipiell eingewandt werden, daß es auch möglich sein sollte, mittels einer freien Punktion das Ganglion Gasseri zu erreichen und hier eine Koagulation durchzuführen. Bei der Trigeminus-Neuralgie ist es keinesfalls die Hauptaufgabe des Zielapparates, die Zielnadel exakt durch das Foramen ovale einzuführen. Von größerer Bedeutung scheinen folgende Punkte zu sein.

- 1) Mit Hilfe des Zielapparates ist es möglich, die Zielnadel im Zielpunkt zu fixieren und exakte, genau abmeßbare Lageveränderungen der Zielnadel vorzunehmen.
- 2) Durch die ausfahrbare Seitenelektrode ist es möglich, einzelne Teile des Trigeminus zu reizen und anschließend auszuschalten. Dadurch kann eine unnötige Ausdehnung der Anästhesie verhindert werden. Es können auch retroganglionäre Teile der Trigeminusbahn auf diese Weise erreicht werden. abb.3
- 3) Mit Hilfe des Zielapparates haben wir das Foramen ovale erweitert und eine basale Dekompression des Ganglion Gasseri ausgeführt. abb.4 Es geschieht dies in der Weise, daß wir statt der Zielnadel einen Bohrer einführen, mit dem der Kanal erweitert wird. Mit dieser Maßnahme ist es auch möglich, das Ganglion in Fällen zu erreichen, in denen dies infolge einer atypischen Form des Foramen ovale bisher mittels der Punktionskanüle bzw. Elektrode nicht möglich war. Wie aus der Tabelle 1) zu erschen ist, haben wir bisher insgesamt 39 Eingriffe im Ganglion Gasseri durchgeführt, ohne daß Komplikationen eingetreten sind. Die Operationsmethode kommt vor allem bei Kranken in Betracht, denen wegen eines ungünstigen internen Befundes oder wegen vorgerückten Alters ein offener Eingriff nicht zugemutet werden kann.

Schlußfolgerungen:

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß die stereotaktischen Schmerzoperationen im Bereich des Mesencephalons und Thalamus mit einer Komplikations- und Mortalitätsrate belastet sind, die bei den stereotaktischen Eingriffen aus anderer Indikation wesentlich niedriger ist. Es kommt hinzu, daß die Recidivquote verhältnismäßig hoch ist, so daß es noch nach Monaten zu Recidiven kommen kann. Aus diesem Grunde sollten die stereotaktischen Schmerzoperationen nur unter folgenden Voraussetzungen durchgeführt werden:

- 1) Es handelt sich um Schmerzarten, bei denen erfahrungsgemäß die bisher bekannten typischen Operationsmethoden zu keinem Erfolg führten oder

- 2) die bestehenden schweren Schmerzzustände sind durch die bisher ausgeführten Schmerzoperationen nicht zu beeinflussen gewesen. Wenn es dabei gelingt, Kranke von ihrem quälenden Leiden zu befreien, so ist damit in der Schmerzbehebung ein großer Schritt vorwärtsgetan worden, und das stereotaktische Operationsverfahren hat auch bei dieser Indikation trotz der hierbei vorkommenden häufigeren Recidive und Komplikationen eine Berechtigung. Wenn heute eine Methode angegeben würde, um bisher inoperablen Carzinomkranken operativ zu helfen, so würde niemand zögern, ein solches Operationsverfahren anzuwenden, auch wenn bei ihm relativ häufig Recidive und Komplikationen zu erwarten sind.

Das Fernziel wird es sein, das stereotaktische Operationsverfahren in der Schmerzbekämpfung technisch so auszubilden, daß die Komplikationsrate weiter absinkt.

Abb. 2

Abb. 2 Übertragung des Zielpunktes auf die Röntgenaufnahme für die stereotaktische Operation mit fixiertem Zielgerät bei einem Patienten (V. O.), 62 Jahre alt, mit Thalamussyndrom und "main thalamique". Nach der Operation schmerzfrei: Exitus 5 Wochen nach der Operation in einer auswärtigen Klinik infolge Thrombose der linken Coronararterie bei Diabetes und Hypertonie.

Sektionsbefund (Prof. HASSLER): 1. Koagulationsherd im linken caudalen Ventrikel (o). 2. Koagulationsherd im Nucleus medialis (⊕), keine Verletzung von Nachbarschaftsstrukturen. (o=Vc. pc, ⊕= Medialkern).

Abb. 3

Abb. 3 Patientin B. M., 67 Jahre. Seitliche Röntgenaufnahme mit fixiertem Zielapparat. Zielnadel im Foramen ovale. Die Saitenelektrode ist für die Koagulation ausgefahren.
→ ausgefahrene Saitenelektrode.

Abb. 4

Abb. 4 Patientin R. M., 67 Jahre. BasisRöntgenaufnahme bei fixiertem Zielapparat. Das Foramen ovale ist dekomprimiert. Die Saitenelektrode ist für die Koagulation ausgefahren.
→ ausgefahrene Saitenelektrode.