Behandlung der Luxationskompressionsfrakturen der Wirbelsäule¹⁾.

Von Prof. Dr. **Karl Robertson**, Santiago in Chile.

(Mit 9 Abbildungen.)

Verschiedene Male hatten wir Gelegenheit, in Fällen von Verletzung der Wirbelsäule oder des Rückenmarks einzugreifen und haben Operationen von Wirbelsäulenfrakturen mit Glück ausgeführt, daher glauben wir einige Schlußfolgerungen anführen zu dürfen, die vielleicht das Interesse der Chirurgen und Neurologen, die sich auf diesem bedeutenden Gebiete beschäftigen, erwecken werden.

Um die Auseinandersetzungen systematischer zu machen, beginnen wir mit dem Studium einiger der interessantesten klinischen Fälle, berichten die experimentell gemachten Beobachtungen, um dann einige verallgemeinernde Schlüsse anzugeben, wozu uns die Praxis auf dem Gebiete der Rückenmarkschirurgie berechtigt.

Sanatorium „Agote Robertson“. Klinische Geschichte: Joseph M. ist ein kräftiger Mann von 40 Jahren, mit nicht zu fetter Haut. Antezedenzen sind ohne Bedeutung.

Am 11. Dez. 1905 lag Pat. auf dem Rücken mit gehobenen Beinen unter einer Getreide-Schneide-Bindmaschine. Die Pferde wurden unvorsichtigerweise angetrieben, und die Maschine in Bewegung gesetzt. Die Folge davon war, daß dem Pat. die unteren Gliedmaßen und das Becken bis zur senkrechten Ebene vorgebeugt wurden, und das ganze Gewicht der Maschine darauf ruhte. Der Druck mit Flexion hatte eine Fraktur der Wirbelsäule zur Folge. Sofort stellte sich vollständige Paraplegie und später Retentio urinae et alvi ein.

Im Monat Januar kam Pat. zu uns in Behandlung. Wir fanden eine leichte Kyphose in der Lendengegend. Die Mittellinie der Dornfortsätze wichen unterhalb des 1. Lendenwirbels nach rechts ab. Der Scheitel des Dornfortsatzes des 2. Lendenwirbels trat stark hervor. Vollständige

1) Vortrag, gehalten auf dem IV. wissenschaftlichen (I. panamerikanischen) Kongreß in Chile.

Lähmung des Unterkörpers (Paraplegie). Paralyse der Bauchmuskeln. Sehnen- und Hautreflexe fehlten gänzlich. Die Blase war ausdrückbar, der Bauch durch Gase aufgetrieben (Meteorismus), die Darmfunktion träge. Hautempfindlichkeit war normal, von Zeit zu Zeit fand sich in den unteren Gliedmaßen Hyperästhesie.

Bei der Untersuchung mit Radiographie wurde folgendes konstatiert: Bruch des 1. und 2. Lendenwirbels. Verrenkung des 1. Lendenwirbels auf dem 2. von vorn nach hinten und seitwärts. Subluxation und Kompression der Zwischenwirbelscheibe zwischen dem 12. Rücken- und dem 1. Lendenwirbel (s. Radiogr. Nr. 1). Dies rief hauptsächlich eine Kompression der vorderen Fläche des Rückenmarks vom 2. Kreuzsegment an bis zur Wurzel des Markes hervor. Doch zeigten die funktionellen Störungen, daß auch alle Lendensegmente in Mitleidenschaft gezogen waren.

Am 31. Januar wurde die subperiostale Laminektomie des 1. und 2. Lendenwirbels ausgeführt. Die verschiedenen Schichten (Schnittflächen) wurden mit Katgut genäht. Gipsverband.

Es tritt Heilung unter *prima intentio*.

Da dieser Eingriff keine weitere Wirkung für den Kranken hatte als die Verminderung der Hyperästhesie, welche durch die Kompression bedingt war, so entschloß ich mich am 7. März zu einer zweiten Operation.

Zunächst spaltete ich die Weichteile und Narbengewebe, die von der ersten Operation herrührten, und gelangte so in den Wirbelkanal. Ich trennte die Dura aus ihrem Knochenlager heraus mittels einer speziellen krummen Nadel. Diese ist vorn stumpf und hat seitliche Ausmündungen¹⁾. Ich steckte sie an eine Luersche Spritze, die mit einer Adrenalinlösung 1:10 000 gefüllt war. So gelang es mir, die Dura aus ihrem Knochenlager loszulösen, ohne sie zu verletzen, und die Lösung, welche ich beim Vordringen der Nadel injizierte, bewirkte eine vollkommene Blutstillung.

Einmal an der Vorderseite des Knochenkanals angelangt, legte ich die Hinterseiten der Körper des ersten und zweiten Lendenwirbels in ihrer ganzen Ausdehnung frei, um den großen Winkel, der durch die gebrochenen und verrenkten Wirbelkörper entstanden war, wegzuschaffen. An dieser Stelle schuf ich eine geräumige Rinne, die geeignet war, die Dura mit ihrem Mark bequem aufzunehmen. Trotzdem aber die Rinne sehr breit war, verharrte die Dura mit

1) Anpassbar an eine Luersche Injektionsspritze.

ihrem Inhalte doch in ihrer Krümmung oder dem Bogen, welchen sie nach hinten und aufwärts bildete. Letztere ist ohne Zweifel dadurch entstanden, daß die Dura von den Wurzeln des ersten Lendenwirbelpaares gewaltsam nach vorn mitgezogen wurde in dem Moment, als das obere Fragment sich in dieser Richtung verschob. Es war daher nötig, das erste Lendenwirbel(wurzel)paar zu resezieren und zwar auf jeder Seite in der Höhe der Intervertebrallöcher. Das nächstuntere Paar wurde verschont, da dies von der größten physiologischen Bedeutung ist, und der Bogen ohnedies durch diese eine Trennung ziemlich zurückgegangen war.

Da die Muskeln in der Gegend des Traumas größtenteils in fibröse Gewebe umgewandelt waren, war es bei der Naht nicht möglich, den Hohlraum, welcher um die resezierten Wirbelplatten herum verblieb, auszufüllen, und um keine Zwischenräume bestehen zu lassen, setzte ich eine Gaze-Drainage ein, um eine Vereinigung *secundae intentionis* zu erzielen.

Das Gipskorsett hielt ich in dieser zweiten Operation nicht für nötig, da die Synostose der Wirbel stark genug sein mußte, nach der Radiographie und der Zeit, die seit dem Unfall verstrichen war, zuschließen.

Durch die Drainage floß während 22 Tagen eine große Menge von Liquor cerebrospinalis und zwar derart, daß man dem Kranken 3—4 mal innerhalb 24 Stunden den Verband erneuern mußte. Am 15. Tage bemerkte man zum ersten Male eine Temperatursteigerung. Pat. hatte 38° und fühlte stechende Schmerzen in den Wirbeln und in den oberen Gliedmaßen. Diese dauerten 2 Tage und verschwanden nach wiederholten Einspritzungen von künstlichem Serum. Von da an verminderte sich sehr rasch der Abfluß der Gehirnflüssigkeit, um bald gänzlich aufzuhören, und die Wunde schloß sich rasch und vollständig.

Damit ließ auch die schmerzhafteste Hyperästhesie nach, die sich wieder eingestellt hatte, jedenfalls infolge einer Blutung. Nach 1 Monat zeigten sich Kontraktionen der Muskeln, und heute bewegt der Kranke seine Beine, das rechte allerdings nicht so gut wie das linke, doch immerhin so, daß er darauf gehen kann.

Die von dem ersten Lendenwirbelpaar versorgte Gegend zeigt keine Sensibilitätsstörungen. Darm- und Blasenfunktion normal, ebenso Erektion und Ejakulation.

J e t z i g e s B e f i n d e n .

U n t e r e E x t e m i t ä t e n .

	rechts	links
Es fehlt der Reflex der Knie Scheibe		id.
„ „ „ „ „ Achillessehne		„
„ „ „ „ „ Planta (Fußsohle)		„
	rechts	links
Hautreflexe	Epigasterreflex normal	id.
	Abdominalreflex normal	„
	Kremasterreflex fehlt	„
	Verteidigungsreflex normal	„

Berührung und Druck leicht geschwächt auf der Innenseite des Oberschenkels und auf Innen-, Außen- und Rückseite des Unterschenkels, ebenso auf dem Fußrücken und der Fußsohle.

Allgemeine Unterempfindlichkeit mit ungleichmäßiger Ausbreitung am Oberschenkel, jedoch stärker markiert auf der Aussenbeite.

S c h m e r z: Sehr stark verringert auf der Innen- und oberen Seite des Oberschenkels, auf der unteren Glutealgegend und der Plantarseite der Calcaneusgegend.

Verringert auf der Außenseite des Ober- und Unterschenkels und der Plantarseite der Ferse.

T e m p e r a t u r: Die Empfindlichkeit für Wärme (Kälte) ist auf alle Gegenden, wo das Schmerzempfinden herabgesetzt ist, gleichmäßig verbreitet.

id.

Der Muskelsinn ist geschwächt, und es braucht längere Zeit bis die Empfindungen zum Bewußtsein kommen.

Die Untersuchung der aktiven Bewegungen zeigt uns:

R e c h t s: Die Beugung des Oberschenkels gegen das Becken kann bei halber Streckung des Beines ausführbar, dasselbe gilt umgekehrt bei der Flexion des Beckens gegen den Schenkel wenn der Kranke liegt.) — Strecken und Beugen des Fußes fehlt, ebenso Strecken und Beugen der Zehen.

L i n k s: Die Bewegungen haben dieselbe Weite und dieselbe Verteilung, nur ist die Beugung des Unterschenkels weniger kräftig.

Strecken und Beugen der Zehen fehlt. ebenso am Fuße,

Das Stehen ist möglich mit Hilfe eines Stockes und durch leichte Schwankungen unterbrochen. Letztere werden bei dem Schließen der Augen merklich stärker, manchmal so stark sogar, daß sie den Charakter einer Incoordinatio motrix erhalten.

Wenn Pat. geht, befindet er sich in leichter Halbbeugung.

Die Fußspitzen sind nach abwärts gerichtet, die Folge der Paralyse. Der Kranke leitet sich nur mit seinem Blick. Er erklärt, daß er den Boden nicht recht fühle und die Bodenbeschaffenheit nicht erkenne, ohne ihn anzusehen, oder wenn er es nicht durch das Gehör vernehme.

Die Untersuchung auf neuromuskuläre Reizbarkeit zeigt: Degenerierte Reaktion der Innervation des Tibialis anticus an beiden Beinen; Beschränkung der faradischen Erregbarkeit in dem Rectus anterior des Triceps, den Halbstreckern, dem Semimembranosus, Rectus internus usw. beider Beine, was die Insuffizienz der Streckung und Beugung erklärt.

Die Kenntnisse über derartige Verletzungen, die mir dieser vorliegende Fall und die Autopsie eines anderen Falles gewährten — in letzterem Fall begnügte sich der Chirurg, eine Laminektomie ohne Wirkung für den Kranken auszuführen —, veranlaßten mich, Experimente an Leichen zu machen, um zu sehen, ob eine Regelmäßigkeit besteht in der Rückenmarkskompression, welche von dem Knochenkeil hervorgerufen ist, der aus der Hinterseite des Wirbelkörpers herausspringt, und ob die von uns in der Radiographie unserer Präparate gemachten Beobachtungen bei den Luxationskompressionsfrakturen konstant sind. Zudem interessiert, daß auch die Krümmung des Rückenmarks dadurch hervorgerufen wird, daß die oberen Wurzeln von dem luxierten Wirbel nach vorn gezogen werden. Vielleicht ist gerade der Umstand, daß alle diese Verletzungen vorhanden aber nicht genug beachtet worden sind, schuld an den verschiedenen Meinungen der Autoren betreffs der Behandlung dieser Krankheit.

So sehen wir die Anhänger K i r m i s s o n s, die wenig Vertrauen zu irgendeiner Behandlungsweise haben, dann G u e r m o n r e z und seine Schule, die alle Frakturen mit Massage und brutalem Drücken heilen wollten. In dritter Reihe kommen K r e i ß, D e l a g e n i è r e, C h i p a u l t, A. L l o b e t, R o u x d e B r i g n o l l e s, F a u r e, H o r s l e y, C o n s t a t e n e s c u, A t h e n e s c u, L i c k, K r a u ß, B u r r e l, V e l f o r t usw., die nur den blutigen Eingriff als den einzig nutzbringenden ansehen.

Ich schließe mich den letzteren vollständig an und billige die Vorwürfe, daß die Behandlung der Extension eine trügerische sei, ganz und gar. Denn die Deformation, die durch das Trauma her-

vorggerufen wurde, ist permanent und durch eine Verschiebung im Knochengewebe entstanden. Wenn man nun auch den Druck und die Beugung beseitigt, kann man nicht erreichen, daß das Mark wieder in seine frühere Lage zurückkehre. Vielmehr wird sich der Knochenkeil in seiner Lage erhalten, solange man ihn nicht chirurgisch entfernt, oder er durch einen ostitischen Prozeß langsam schwindet.

Andererseits sind bei der Extensionsmethode die Handgriffe zu schwach, sie sollten aber sehr stark ausgeführt werden, um ihren Zweck zu erreichen. Die gewaltsame, in einem Moment mit aller Kraft ausgeführte Einrenkung ist brutal, für das Rückenmark sehr gefährlich und ist nur am Platze, wenn die Kompression an den Wirbelplatten oder an den Rändern ihren Sitz hat.

Die operative Behandlung ist weit eher am Platze. Denn handelt es sich um eine Rückenmarksnekrose, dann wird die Operation den Zustand nicht verschlimmern; übrigens sind das Fälle, die bei guten Radiographien auszuschließen sind. Handelt es sich jedoch um eine Kompression oder eine Abweichung der Richtung des Kanals, und somit um eine gewaltsame Krümmung des Duralagers, dann tritt die Operation in Kraft. Wir sehen auch gar nicht ein, wozu warten, bis histologische Störungen sich einstellen. Man muß das Rückenmark freilegen, um zu verhindern, daß Störungen in der Blut- und Lymphzirkulation eintreten.

Die explorative Laminektomie darf nicht vor der Dura halten. Oppenheim, Krause, Harte, Borchart, Nonne, Bernard empfehlen sie von Tag zu Tag mehr, und als Hauptgrund geben sie Schwierigkeit der Differentialdiagnose, zwischen den intra- und extraduralen, zentralen, partiellen und totalen Affektionen des Rückenmarks an.

Wenn auch die exakte Diagnose der Läsion schwierig ist — übrigens ist die Höhendignose mit genügender Sicherheit anzugeben —, hat die explorative Laminektomie viele Vorteile, die für sie sprechen.

Wenn auch bis jetzt — ganz abgesehen von den Fällen von Stewart-Flower und Biggs — die Naht des Rückenmarks oder die Entfernung der Kompressionsursache die anatomische Wiederherstellung nicht gebracht und auch nicht die sekundären Degenerationen verhindert hat, so ist doch die an-

dauernde Druckentlastung, welche die Operation mit sich bringt, zweckmäßig. Sie entfernt die progressive Entwicklung neuer Läsionen im Falle unvollständiger Unterbrechung der Pyramidenbündelchen; denn in diesen Fällen leiden nach der Erfahrung des vorliegenden Falles die längsten Fasern wohl am meisten.

Bei diesem Kranken wurde die rationelle und vollständige Operation erst 2 Monate nach dem Unfall ausgeführt. Es blieb eine geschwächte Paralyse derjenigen Muskeln bestehen, welche vom ersten und zweiten Kreuzsegment versorgt werden, und deren Zerstörung wahrscheinlich durch eine absteigende Myelitis, die durch eine andauernde Kompression jener Bündel entstanden war, bedingt war. Hätte die Kompression fortgedauert, dann wären sicher die anderen kürzeren Faserbündel sukzessive in Mitleidenenschaft gezogen worden.

Andererseits muß auch in Fällen mit Symptomen, wie sie einer totalen transversalen Rückenmarksverletzung entsprechen, die Operation ausgeführt werden, weil manchmal bei der Luxation die Wirbel sich nicht in gleicher Ausdehnung auf der rechten oder linken Seite des Wirbelkörpers verrenken, da die Säule in dem Moment des Traumas mehr nach der einen, als nach der anderen Seite geneigt ist. In einem solchen Falle kann das Rückenmark auf der einen Hälfte zerstört und auf der anderen Hälfte nur komprimiert sein, indem die Fragmente auf dieser Seite weniger vorgedrungen sind. Da man aber weiß, daß in dem Rückenmark eine Ergänzung der Funktionen stattfindet, so wird die komprimierte Hälfte, wenn sie durch die Operation in gute Situation gebracht wird, die zerstörte Hälfte ersetzen, soweit es die Innervation der Extensormuskeln des Oberschenkels, des Knies, der Plantarflexoren des Fußes, sowie der Muskeln der Blase und des Mastdarms betrifft, da diese doppelt innerviert sind. Im schlimmsten Falle wird der operative Eingriff günstigen Einfluß auf die Wiederherstellung der Nebenbahnen haben durch den Sympathicus. (Wiederherstellung des Viszeralsinnes, Parästhesie der unteren Extremitäten.) Dies wäre dann eine Funktionsergänzung durch die unteren Rückenmarks- oder die sympathischen Zentren, d. h. es würde eine normale Funktion der Blase und des Darmes geschaffen, und würde der Priapismus und der Dermographismus beseitigt werden.

Allerdings ist es wahr, daß unter den Autoren, die zu dem so-

fortigen oder späteren Eingreifen raten, wenig Enthusiasmus darüber herrscht, was die Wahrscheinlichkeit des Erfolges betrifft; und ihre Folgerungen stützen sich auf die Statistik der bis jetzt veröffentlichten Fälle.

Wenn wir nun diese Statistiken studieren, sehen wir aus der Beschreibung der ausgeführten Operationen, daß jene sich auf die Laminektomie beschränkt haben, in dem Glauben, sie für beendet halten zu dürfen, wenn nur der notwendige erste Schritt ist, um die unentbehrliche Resektion des nach dem Wirbelkanal vorgeschobenen Knochenfragments oder die Sektion der Wurzeln auszuführen.

Nach G u r l t sterben ungefähr 80 Proz. der nichtoperierten Frakturen. In der Statistik von C h i p a u l t, der 266 Fälle von Rückenmarks- und Wirbelsäulenoperationen mit verschiedenen Verletzungen analysiert hat, finden sich nur 7 Fälle erwähnt, bei denen der Eingriff sich auf die vordere Wand des Wirbelkanals erstreckte, und dies waren größtenteils Fälle tuberkulöser Spondylitis.

Dasselbe gilt von anderen Statistiken von L l o y d und T h o m b u r n, von denen die meisten der beschriebenen Fälle in die septische Epoche fallen, ein wohl zu beachtender Umstand, da es sich um ausgedehnte Operationen handelte, die in einem Gebiete vorgenommen wurden, wo Infektionen leicht sich entwickeln können.

Im allgemeinen ist es nicht schwierig, zu erkennen, ob in einer Wirbelkörperfraktur die Rückenmarkssymptome durch die Kompression seitens eines Knochenfragments bedingt sind. Die Radiographie wird uns immer schätzbare Aufschlüsse darüber geben. Die Radiographien Nr. 1 und 8 sind Durchleuchtungen von vorne nach hinten, die einzige Form, um bei Lebenden ein genaues Bild zu bekommen. Sie geben uns genau an, ob eine Wirbelkörperkompression existiert, und das Rückenmark gekrümmt oder komprimiert sein kann.

Wir halten die Operation für angebracht, auch wenn es sich um Kranke handelt, deren Fraktur schon seit einiger Zeit datiert. In einem Falle, den wir im San-Roque-Hospital behandelten, führten wir die Operation noch aus, nachdem sich schon große Decubitalgeschwüre im Kreuz und an den Fersen eingestellt hatten.

Wir taten dies zu dem Zwecke, um zu sehen, ob die Einschnittswunde prima intentione heilte; was auch geschah, trotzdem der

Einschnitt bis zum Niveau des Schorfes reichte. Da dieser Fall ein direkter Bruch war und nur die Wirbelplatten (lames des vertèbres) beteiligte, will ich seine Geschichte nicht erwähnen.

Die Resektion des Knochenkeils, der aus der Hinterseite des Wirbelkörpers austritt und in den Wirbelkanal, wo das Rücken-

Fig. 1.

mark sich befindet, eindringt und durch dessen Verdrängung die Kompression verursacht, ist keine schwere Operation. Die größten Schwierigkeiten entstehen durch die starken Blutungen beim Durchschneiden der Muskelmassen und hauptsächlich durch die Blutungen, welche beim Auflösen der Dura aus ihrem Knochenlager eintreten, indem man dabei das reiche Venennetz innerhalb des Wirbels verletzt. Diesen Übelstand haben wir durch eine vorhergehende Blutstillung beseitigt. Für die muskuläre Incision führten wir sie folgendermaßen aus. Mittels einer 15 cm langen Nadel

machten wir auf beiden Seiten parallel, im gleichen Abstand vom Dornkamm, über den transversalen Fortsätzen provisorische Nadelstiche, die auf letztere stießen und tief in direkter Richtung ein-

Fig. 2.

Fraktur durch einen Unfall. Durch einen Fund im Autopsiesaal kam ich zu diesem Präparat. Es handelt sich, wie man deutlich sieht, um eine Luxationskompressionsfraktur des ersten Lendenwirbels. Die Laminektomie, welche noch bei Lebzeiten ausgeführt wurde, beseitigte nur die Kompression, die direkt durch jene ausgeübt wurde, nicht aber diejenige, welche durch die Krümmung des Vorderteils des Wirbelkanals entstanden war, eine Erscheinung, welche sich sehr häufig bei Frakturen der Wirbelkörper zeigt. Auf dieser Krümmung reitet das Rückenmark und ist gezwungen, einen Winkel zu bilden, was sehr leicht aus der Figur zu sehen ist. Die Linie, welche die Endpunkte des Rückenmarks verbindet, bricht sich bei Punkt a. Der Kranke hatte, nach später eingezogenen Erkundigungen, Paraplegie, vollständige Anästhesie in den unteren Gliedern und die entsprechenden Erscheinungen in Blase und Darm.

drangen. Zwischen den Ein- und Ausstichen war eine Entfernung von 5 bis 10 cm, so daß die Seide ein gut Teil Muskelgewebe umfaßte, welches letzteres beim Zusammenknüpfen der Endpunkte stark komprimiert wurde.

Die Blutstillung im Knochenkanal führten wir mit Hilfe des besten Instruments, der Hohlsonde, aus und unter Zufluchtnahme zu dem mächtigen Mittel, das uns Adrenalin gewährt. Wir ließen eine krumme Nadel konstruieren, deren Krümmung annähernd der des Wirbelkanals entspricht.

Fig. 3.

Dasselbe Präparat wie Fig. 2. In demselben wurden die Wurzeln reseziert und die Hinterseite der gebrochenen Wirbelkörper ausgehöhlt, um die Krümmung des Rückenmarkes zu beseitigen.

Fig. 4.

Radiographie von vorne nach hinten des Präparates von Fig. 3.

Die Spitze ist stumpf wie die einer Hohlsonde und hat seitliche Ausmündungen, die direkt mit dem vorderen Ende in Verbindung stehen. Durch letztere floß die Adrenalinlösung, die beim Vordringen der Nadel, um die Dura aus ihrem Knochenlager zu lösen, aus einer anpaßbaren Injektionsspritze (L u e r) injiziert wurde.

Auf diese Art erzielt man eine vollkommene Hämostasie, welche

Fig. 5.

Experimentelle Fraktur. Kompressionsfraktur des Wirbelkörpers des XII. Rückenwirbels. Die Bruchlinie hat die gewöhnliche Neigung nach vorn und nach unten. Das untere Fragment komprimiert das Rückenmark und zwingt es zu einem Bogen, dessen Winkel man genau beobachten kann oben und unten am gebrochenen Wirbel.

Fig. 6.

uns erlaubte, ohne Unterbrechung an die Hinterseite des Wirbelkanals zu gelangen und dort mittels des Löffels (Kürette) in genügender Ausdehnung ein gut Teil der hinteren Portion des oder der Wirbelkörper aus dem Wege zu schaffen, was unentbehrlich ist, damit das Rückenmark die geschaffene Höhlung einnehmen und, ohne eine gewalttätige Krümmung erleiden zu müssen, sich dem Segment, welches unter dem Niveau der Fraktur liegt, anschließen kann.

Wenn mit der Fraktur zugleich Luxationen vorhanden sind, dann betreffen die Luxationen auch einen Teil der Intervertebrallöcher und die der Fraktur nächstliegenden Wurzeln des Rückenmarks. Es geschieht dann in der Regel, daß die oberen Wurzeln gewaltsam nach vorn gezogen werden, während die nächstunteren an ihrem Platze verbleiben und also einige Zentimeter hinter jenen zurückstehen. Bei dieser Stellung der Wurzeln in Form von vier Zügeln ziehen die oberen zwei die Dura mit ihrem Inhalt nach vorn und die beiden unteren nach hinten. Das sind Momente, die ge-

naue Beachtung verdienen. In einem meiner Fälle zögerte ich nicht, die beiden unteren Wurzeln zu resezieren, denn es herrschte kein Zweifel, daß sie den wohltuenden Einfluß, den die große Aushöhlung in den Wirbelkörpern dem Rückenmark verschaffte, dadurch entwertete, daß in diesem Punkte das Rückenmark ohne Durchtrennung gekrümmt blieb.

Fig. 7.

Experimentelle Fraktur. Fraktur entstanden durch Kompression und Flexion des 11. Rückenwirbels. Ruptur der Schenkel des 10. u. 9. Rückenwirbels. Subluxation des 10. Dorsalw. gegen den 11. Kompression des Rückenmarks ausgeübt von dem hinteren und oberen Rand des 11. Dorsalwirbels.

Fig. 8.

Dasselbe Präparat wie die vorige Radiographie. Resektion der Wirbelfortsätze, der Wirbelplatten und der Wirbelschenkel, mit Aushöhlung der Hinterseite des 10. und 11. Rückenwirbels. In diesem Präparat wurden die Schenkel und Querfortsätze reseziert, um zu zeigen, wie durch die Aushöhlung des Wirbelkörpers die pathologische Krümmung des Rückenmarks verschwindet.

Wenn bei Luxationsfrakturen die Krümmung nach Aushöhlung des unteren Wirbelkörpers nicht gewichen ist, muß man die nächst-unteren Nervenpartien resezieren, wenn sie von nicht großem physiologischen Werte sind, im anderen Falle die oberen.

Die Resektion muß möglichst extradural am Rande des Konjugationsloches nach Loslösung von ihren Insertionspunkten ausgeführt werden.

Wenn diese Trennung geschickt gemacht wird, bringt sie keinen Schaden, denn *Sherrington* hat bewiesen, daß man drei Nachbarwurzeln resezierieren muß, um ein Gebiet zu anästhesieren oder einen Muskel zu lähmen.

Mich mit der Beschreibung der verschiedenen Tempos bei der Operation aufzuhalten, halte ich nicht für nötig. Nur eins möchte ich noch anführen.

Fig. 9.

Experimentelle Fraktur. Fraktur entstanden durch Kompression und Überdehnung des Körpers des 4. Lendenwirbels Rückenmarkskompression.

Bei der definitiven Resektion des Wirbelfortsatzes und der Platte soll man möglichst viel vom Periost und von den fibrösen Partien schonen. Namentlich gilt das beim Einschnitten in die Aponeurose und in die Muskeln gegen die eine Seite der Mittellinie, um so das Ligamentum supraspinatum intakt zu lassen.

Als eine Komplikation der Operation sowie der Nachbehandlung kann sich Abfluß von Liquor cerebrospinalis aus der Wunde einstellen.

Bei der Operation kann derselbe dadurch verringert werden, daß man dem Tisch eine Neigung gegen den Kopf gibt. Der Abfluß nach der Operation und durch eine Fistel hat keinerlei Folgen. In dem vorliegenden Falle verlor der Patient, wie schon erwähnt, eine derartige Menge von cerebrospinaler Flüssigkeit, daß man 3—4 mal im Tage den Verband wechseln mußte, und dennoch das Bett beschmutzt wurde. In den meisten Fällen aber kann man diese Komplikation durch eine sorgsame Naht der Dura mater beseitigen.

Als postoperative Vorsichtsmaßregel legen wir zur Immobilisierung noch auf dem Operationstisch das Gipskorsett an, besonders bei Kranken mit ventralem oder lateralem Decubitus.

Schl u ß f o l g e r u n g e n.

1. Bei jeder Kompressionsfraktur der Wirbelkörper mit Verletzung des Marks durch Knochenkompression, die mittels Röntgenstrahlen konstatiert ist, ist sofortiges Einschreiten nötig.

2. Der operative Eingriff soll den Zweck haben, die Fläche, wo die Kompression stattfindet, freizulegen. Die isolierte Laminektomie ist nicht genügend. Man muß die Resektion des Knochens auf der Hinterseite der verletzten Wirbelkörper ausführen, um positive Erfolge zu erzielen.

3. Die Sektion der Nervenpaare, die sich unmittelbar über oder unter den verrenkten Wirbeln befinden, ist nötig, um so die durch sie bedingte Krümmung des Rückenmarks und seiner äußeren Hülle zu verhindern.

4. Es muß eine vorhergehende Hämostase angestrebt werden, nicht nur um die Operation zu erleichtern, sondern auch um Schichtenblutungen zu verhindern, was sehr wichtig ist wegen des Gefäßreichtums in jener Gegend. Diese kann man erzielen:

a) bei Weichteilen mittels großer provisorischer Umstechung. Diese führt man in der Gegend, wo man den Einschnitt machen will, auf beiden Seiten in Längsrichtung auf dem Niveau der Querfortsätze, indem man die Haut und die tiefen Muskelschichten in einer Länge von einigen Zentimetern mitfaßt.

b) die Blutstillung der Dura in den Knochenteilen erreicht man mittels Injektion einer Adrenalinlösung. Diese Injektionen werden mit einer speziellen, oben beschriebenen Hohlsonde ausgeführt.

5. Der Liquorverlust bei dem Operationsakt wird durch geneigte Lage vermindert. Der Liquorverlust an den Tagen nach der Operation ist nicht von Bedeutung. Die Nachteile, die man bei bedeutendem Abfluß beobachtet, können durch subkutane Einspritzung von physiologischem Serum beseitigt werden.

6. Man soll bestrebt sein, die Unbeweglichkeit nach der Operation durch Gipsverband herzustellen, und zwar noch auf dem Operationstisch.