

(Aus dem Pathologisch-anatomischen Institut Dresden-Friedrichstadt
[Direktor: Prof. Dr. Geipel].)

Der äußerlich sichtbare Bandscheibengewebsprolaps der Wirbelsäule.

Von

Dr. W. Hammerbeck,
Oberarzt am Institut.

Mit 14 Abbildungen im Text.

(Eingegangen am 20. August 1934.)

Am hiesigen Institut sind bisher mehrere verschiedene Formen von Bandscheibengewebsverlagerungen beschrieben worden. *Schmorl* verdanken wir die Entdeckung und pathogenetische Klärung der allgemein unter dem Namen „*Schmorlsche* Knorpelknötchen“ bekannten Bildungen an der Wirbelsäule, deren Entstehung auf einem Einbruch von Bandscheibengewebe in die Spongiosa der benachbarten Wirbelkörper beruht.



Abb. 1. Nach dem Spinalkanal vorragendes hinteres Knorpelknötchen.

Die Bezeichnungsweise „Knorpelknötchen“ ist jedoch, wie *Schmorl* in einer seiner letzten erst nach seinem Tode erschienenen Arbeiten: „Über Verlagerungen von Bandscheibengewebe und ihre Folgen“ ausführt, nicht in jedem Fall anwendbar. Man müsse streng zwischen Knorpelknötchen und Bandscheibengewebsprolaps unterscheiden. Das Primäre ist der Vorfall von Bandscheibengewebe und erst an zweiter Stelle, reaktiv, tritt die Knorpelwucherung und die Umwandlung in ein Knorpelknötchen ein. Häufig findet anschließend an die Ausbildung eines

knorpligen Mantels eine Knochenwucherung in der Umgebung statt, wodurch das Knötchen dann auch röntgenologisch erkennbar wird.

Weiterhin hat *Schmorl* auf die hinteren nach dem Spinalkanal zu gelegenen Knorpelknötchen hingewiesen, die man bei *Lusehka* bereits erwähnt findet, die jedoch in Vergessenheit geraten waren. Sie sind später von *Andrae* eingehend beschrieben worden (Abb. 1). Auch hier handelt es sich um Prolapse von Bandscheibengewebe und zwar unter Vorwölbung des hinteren Längsbandes nach dem Spinalkanal zu. Erst an zweiter Stelle wandeln sie sich knorplig und unter Umständen auch noch knöchern um.

In der gleichen, anfangs erwähnten Arbeit beschreibt *Schmorl* noch zwei weitere Formen von Bandscheibengewebsverlagerung, die bis dahin noch nicht bekannt waren. Die vielfach als Frakturen der Wirbelkörper-ecken oder als „persistierende Epiphysen“ (*Jankner*) angesehenen Bil-dungen vorwiegend an den Lendenwirbeln erwiesen sich auf Grund der letzten Forschungsergebnisse als Eckenabtrennungen der Wirbelkörper (Abb. 2), ein Vorgang, der sich nach Art der Knorpelknötchenbildung *allmählich* vollzieht. Damit stellt *Schmorl* das Vorkommen der ähnlich

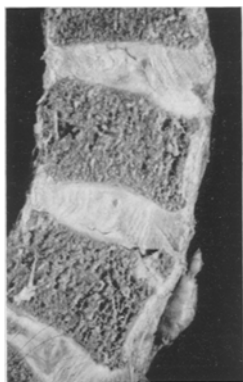


Abb. 2. Sagittalschnittfläche des 4. und 5. Lendenwirbelkörpers. Abgetrennte Wirbelkörper-ecken vorne. (Keine Frakturen!)

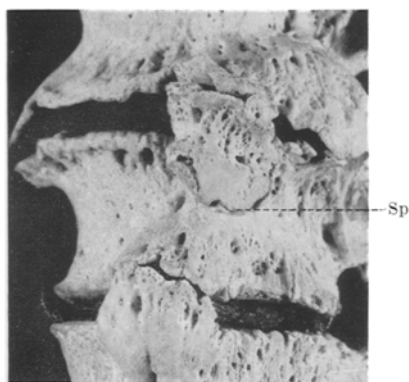


Abb. 3. Seitliche Aufnahme macerierter Wirbelkörper. Abgetrennter knöcherner Randwulst. (Keine Fraktur!) Sp Spalt.

aussehenden Frakturen nicht in Abrede, sie kommen jedoch erfahrungsgemäß recht selten vor. Viel häufiger bahnt sich das Bandscheibengewebe Schritt für Schritt unmittelbar hinter der Randleiste einen Weg schräg durch den Wirbelkörper und trennt dabei ein dreieckförmiges Knochenstück ab.

Der Ausdruck „persistierende Epiphyse“ sollte nach *Schmorl* im pathologischen Sinne nicht verwendet werden. Denn die Epiphyse bleibt ja als Randleiste physiologischerweise dauernd bestehen. Man könnte höchstens von einer Persistenz des Intermediärknorpels, der als Knorpelstreifen die Epiphyse vom Wirbelkörper bis zu deren Verschmelzung trennt, sprechen. Außer bei gewissen endokrin bedingten Wachstumsstörungen (*Paltaufsche* Zwergwuchs, manche Formen des endemischen Kretinismus) konnten wir jedoch ein Erhaltenbleiben dieser Trennung nicht finden. Gegen die Ansicht, daß es sich bei den im Lendenteil im Röntgenbild nicht selten anzutreffenden dreieckförmigen Knochenfeldern um eine mit dem Wirbelkörper nicht verschmolzene Epiphyse handelt, spricht schon allein die Tatsache, daß diese Knochenstücke, in manchen Fällen größere Knochenspannen, wesentlich höher sind, als wie die dem Alter entsprechenden Randleisten (*Schmorl*).

Außerdem weist *Schmorl* daselbst auch noch auf Abtrennungen von Randwülsten hin (Abb. 3), ein Vorgang, der bisher sonst im Schrifttum noch nicht Erwähnung gefunden hat. Man findet nicht selten bei Spondylosis deformans Randwülste an ihrer Basis, d. h. an der Stelle, wo sie den Wirbelkörperändern aufsitzen, durch schmale Spalten (Sp.), die von Bandscheibengewebe ausgefüllt sein können, vom Wirbelkörper getrennt. Mitunter findet auch eine Zerlegung des Randwulstes in kleine Knochenstücke statt. Es handelt sich auch hier um keine Fraktur, die allerdings auch vorkommt und im frischen Zustande an der Blutung, im älteren Zustande an der Callusbildung zu erkennen ist, sondern desgleichen um einen sich langsam abspielenden Vorgang. Wie fallende Wassertropfen einen Stein auszuhöhlen imstande sind, so durchtrennt auch das vordrängende Bandscheibengewebe, den Knochen zur Einschmelzung bringend und sich immer tiefer bohrend, den Randwulst.

Allen diesen Vorgängen liegt das gleiche Prinzip zugrunde. Bei Belastung der Wirbelsäule findet im Nucleusgebiet eine Drucksteigerung statt, die zur Folge hat, daß der Nucleus in erhöhtem Maße bestrebt ist, sich nach allen Seiten hin auszubreiten. Außer der knöchernen Schlußplatte, der Randleiste und der Knorpelplatte kommt dabei auch dem Annulus lamellosus — worauf bisher noch nicht mit entsprechendem Nachdruck hingewiesen worden ist — unter anderem die Rolle einer Wand zu und zwar zum Unterschiede von der knöchernen Wand, die relativ unnachgiebig ist, einer solchen, die elastisch ist. Die Wände haben die Aufgabe dem Nucleusdruck entgegenzuwirken und ermöglichen überhaupt erst die Funktion des Nucleus pulposus, die im wesentlichen in der Erhöhung der Pufferungsfähigkeit der Bandscheibe besteht (*Fick*). Sie sind dagegen nicht imstande dem anprallenden Druck von seiten des Nucleus pulposus den erforderlichen Widerstand entgegenzusetzen, wenn sie (1) lädiert sind, ihre Festigkeit an irgendeiner Stelle durch degenerative Vorgänge geschwächt ist, oder (2) angeborenerweise eine Schwäche irgendwo vorliegt, oder (3) die Höhe der Wirbelsäulenbeanspruchung das physiologische Maß weit übersteigt.

Die Knorpelplatten und die Knochenschlußplatten können dabei einbrechen, oder an der geschwächten Stelle zur Einschmelzung gebracht werden, der Lamellenring kann einreißen, oder unter gleichzeitiger Vorwölbung gedehnt werden. Es kann allein Nucleusgewebe durch den Wanddefekt austreten, oder auch Annulusgewebe mit hinausgedrängt werden. Je nach dem Sitz der Hernie sind jedenfalls die verschiedensten Kombinationen möglich.

Bereits im Sommer 1931 wurde ich bei der äußeren Präparation der Wirbelsäule auf Bänder auf Gebilde an der äußerlich sichtbaren Bandscheibenbegrenzung aufmerksam (Abb. 4), die durch ihr knötchenförmiges Vorwölben den Bandscheibengewebsverlagerungen an der hinteren (hintere Knorpelknötchen) nach dem Spinalkanal zu gelegenen Bandscheibenseite

außerordentlich ähnlich waren. *Schmorl* hat sie bereits in seiner im Herbst 1932 erschienenen Arbeit erwähnt und deren genaue Beschreibung durch mich angekündigt. Es stellte sich heraus, daß es sich um Bandscheibengewebsprolapse handelt, die unter Vorwölbung des vorderen Längsbandes zum Vorschein kommen. *Erdheim* erwähnt kurz in seiner Arbeit: „Über Wirbelsäulenveränderungen bei Akromegalie“ ein mikroskopisch kleines Gebilde dieser Art und bezeichnet es als „vorderes Knorpelknötchen“.

Dem ersten von uns gemachten Funde schlossen sich, nachdem wir darauf aufmerksam geworden waren, zahlreiche weitere an. Eine statistische Erhebung über die Häufigkeit des Vorkommens, nach Art wie eine solche mit den hinteren Knorpelknötchen angestellt worden ist, ist nicht unternommen worden. Während die hinteren Prolapse, die unter dem hinteren Längsband gelegen sind, nach Abtrennung der Wirbelkörperbögen von den Wirbelkörpern durch Entfernung des Rückenmarkes und Abziehen der Dura mater mit wenig Mühe sichtbar gemacht werden können, erfordern die nicht selten recht kleinen vorderen und seitlichen Prolapse eine ziemlich mühsame äußere Präparation der Wirbelsäule. Nur besonders große Knoten lassen sich durch das den Bandscheiben anhaftende Muskel-, Fett- oder Bindegewebe durchtasten. Sie kommen bedeutend seltener vor wie die inneren und hinteren Prolapse. Die von uns beobachteten gehörten ausschließlich Individuen jenseits des 50. Lebensjahres an.



Abb. 4. An der 7. Brustbandscheibe etwas links seitlich gelegener Bandscheibengewebsprolaps, der oben und unten von kleinen Randwülsten begrenzt wird.

Unter den dem Aussehen nach recht mannigfaltigen Gebilden findet man solche, die weich sind und solche, die sich derb wie Bandscheibengewebe anfühlen. Die derben unterscheiden sich zumeist in der Färbung kaum vom normalen durch das Längsband durchschimmernden Bandscheibengewebe. Die weichen haben ein graugelbliches bis graubräunliches Aussehen. In ihrer Größe schwanken sie zwischen einem Stecknadelkopf und einer großen Erbse. Der größte von uns beobachtete Knoten (Abb. 5 und 6) hatte einen Durchmesser von 1,2 cm. Die kleinen bis mittelgroßen Knoten trifft man am häufigsten. Sie sind entweder rund oder länglich und wölben sich entweder halbkuglig vor oder sie sind flach. Manchmal beobachtet man an deren Oberfläche eine leichte Einschnürung durch darüberziehende Längsbandfasern, so daß sie bucklig aussehen. Nicht selten trifft man ganz kleine verkalkte Knötchen.



Abb. 5. An der 5. Lendenbandscheibe rechts seitlich gelegener großer Bandscheibengewebsprolaps. Zu beachten ist noch die starke Vorwölbung der 5. Lendenbandscheibe.

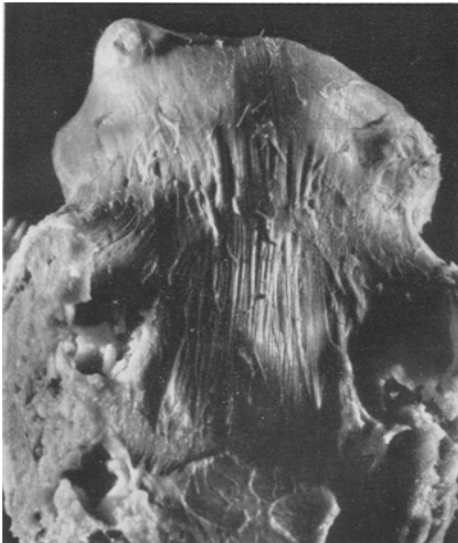


Abb. 6. Präparat der Abb. 5. Ansicht von unten.

Eine besondere Regelmäßigkeit in der Lokalisation scheint nicht vorzuliegen. Die Gebilde kommen an der konkaven wie konvexen Seite der physiologisch oder krankhaft gebogenen Wirbelsäule vor.

Einige Prolapse sahen wir auf dem verschmälerten und vorge-schobenen Bandscheibensaum zwischen zwei sich gegenüberliegenden Randexostosen. Allgemein waren die zugehörigen Wirbelkörper fast stets, wenn in vielen Fällen auch von sehr unbedeutenden spondylotischen Veränderungen befallen. Selten fanden wir die Knoten auch zu mehreren an der gleichen Scheibe am oberen oder unteren Bandscheibenrande, doch erreichten sie dann kaum Stecknadelkopfgröße.

Die Bandscheibengewebsverlagerungen waren fast stets vom Längsband überzogen, freiliegendes, herausgedrängtes Gewebe haben wir bisher nicht angetroffen. Zwei Knoten waren von einem dünnen Häutchen überzogen, das man vielleicht als Perichondrium ansprechen kann. Sie stellten nachgiebige ballonförmige Gebilde dar, die aus weichen graubräunlichen Massen bestanden, die man mit dem Finger, wenn auch nur wenig, in die Bandscheibe zurückpressen konnte. Zwei weitere Gebilde von noch weicherer Beschaffenheit traten erst beim Verbiegen der Wirbelsäule an der konkaven Seite auf. Bog man die Wirbelsäule wieder gerade, so wurde der

breiige Inhalt in die Bandscheibe zurückgesogen und die ballonförmigen Vortreibungen wandelten sich zu schlaffen Säcken um. Sämtliche Knoten, die äußerlich ein gräuliches Aussehen hatten, waren in der Hauptsache von einem ähnlichen, wenn auch weniger stark destruierten Gewebe aufgebaut. Diejenigen Knoten dagegen, die sich in der Färbung vom normalen Bandscheibengewebe nur wenig unterschieden, hatten entweder ein ziemlich homogenes, fibrös-knorpeliges oder ein mehr faseriges leicht gelbliches Gewebe zum Inhalt.

Überraschenderweise sind die Bandscheiben, die sich äußerlich durch solche Knoten auszeichnen, nicht in dem Maße krankhaft verändert, wie man es vielleicht erwarten könnte. Ja, in manchen Fällen ist der Nucleus pulposus sogar noch recht gut erhalten und wölbt sich auf der Schnittfläche fast völlig normal vor. Allerdings ist dieses nicht die Regel, denn wir konnten in verschiedenen Fällen z. B. bei den ballonförmigen Vortreibungen eine sehr bedeutende Höhenabnahme und Zermürbung der Bandscheibe feststellen. Es genügt jedoch bereits die Tatsache, daß die Entstehung dieser Gebilde nicht unbedingt an eine weitgehende Degeneration der Scheibe gebunden ist, um den Gedanken auftauchen zu lassen, daß anderen Zusammenhängen hierbei eine maßgebendere Rolle zukommt.

Wir fanden mit absoluter Regelmäßigkeit im Annulus lamellosus Risse und Spalten, wie sie *Schmorl und Geipel* durch Injektion von Röntgenkontrastmitteln an einer nicht aufgeschnittenen Bandscheibe zur Darstellung gebracht haben. Dabei waren stets solche festzustellen, die quer zum Lamellenverlauf durch den Randleistenannulus (nach *Schmorl* der zwischen den Randleisten [Epiphysen] gelegene Annulusabschnitt) nach dem Knoten hingen. Häufig beschränkten sich die Risse und Spalten auf den Randleistenannulus, in anderen Fällen wiederum nahmen sie ihren Anfang im Nucleusgebiet und erreichten entweder auf einem gebogenen, geraden oder auf einem Zickzackwege den Knoten.

Den Rissen und Spalten im Randleistenannulus und in dem unmittelbar dahinter gelegenen Lamellenabschnitt hat *Schmorl* eine ganz wesentliche Bedeutung bei der Entstehung der Spondylitis deformans zugeschrieben. Sie liegen in einer Ebene, die entweder parallel oder unter einem Winkel zur knöchernen Schlußplatte der Wirbelkörper steht. Sie können den Randleistenannulus von der Randleiste trennen, oder

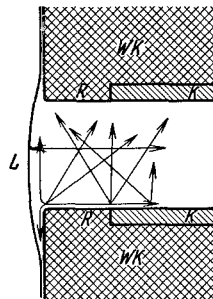


Abb. 7. Schematische Darstellung der in der Sagittalebene im Randleistengebiet der Bandscheibe am häufigsten vorkommenden Risse und Spalten. Eingezeichnet sind nur die von unten ausgehenden. Spiegelbildlich können sie ihren Verlauf auch von oben her nehmen, wie sie auch eine verschiedene und von der Zeichnung abweichende Länge aufweisen können. WK Wirbelkörper, R Randleiste, zwischen R und R Randleistenannulus, K Knorpelplatte, L vorderes Längsband.

schräg durch die Scheibe von oben nach der unteren Wirbelkörperkante, oder auch umgekehrt von unten nach der oberen hinziehen. Auch beobachtet man die verschiedensten Modifikationen und Kombinationen (Abb. 7). Das Wesentliche dabei ist, daß Teile vom Randleistenannulus den festen Halt verlieren und bei jeder Belastung, besonders beim Verbiegen der Wirbelsäule an der konkaven Seite über die normale äußere Bandscheibenbegrenzung vorgedrängt und wie auch das Perichondrium und Längsband abnorm und übermäßig stark beansprucht werden. Eine jede Druckschwankung innerhalb der Scheibe löst Zerrungen an den Ansatzstellen des Längsbandes am Knochen aus und hat im Randleistenannulus ein Scheuern und Reiben der Spaltränder gegeneinander zur Folge. So ist es auch zu erklären — worauf *Schmorl* wiederholt hingewiesen hat — weswegen man bei spondylotisch veränderten Wirbelkörpern an den zugehörigen Bandscheiben äußerst häufig einen relativ noch gut funktionsfähigen Nucleus pulposus vorfindet. Erst ein solcher verleiht der Bandscheibe diejenige Pufferungsfähigkeit, die an den Wirbelkörperecken die für die Exostosenbildung erforderlichen mechanischen Bedingungen schafft.

Man trifft die Risse und Spalten nicht immer mit einem parallel zu den Knochenschlußplatten geführten Schnitt. Mitunter klaffen sie so wenig, daß man sie leicht übersehen kann. An einer sagittal durchsägten Wirbelsäule kann man sie durch stärkeres Verbiegen der Wirbelsäule nach den verschiedensten Richtungen häufig sichtbarer machen. Aber auch dann können noch Risse vorliegen, die nur für ein geübtes Auge erkennbar sind. Man darf sich daher beim Untersuchen niemals mit einem einzigen Schnitt begnügen, sondern muß mehrere in den verschiedensten Ebenen anlegen. Auch ist es empfehlenswert, wie das *Schmorl* getan hat, den Randleistenannulus mit einer Hakenpinzette auf seine Festigkeit, auf den Zusammenhalt der Lamellen untereinander und die Befestigung an der Randleiste hin zu prüfen.

Im folgenden unterziehen wir einige der von uns beobachteten, an der äußerlich sichtbaren Bandscheibenbegrenzung gelegenen Knötchen einer mikroskopischen Betrachtung. Wir unterlassen es dabei die Beschreibung durch zu genaues Eingehen auf mit der Knötchenbildung in keinem direkten Zusammenhang stehende, die Degeneration der Bandscheibe betreffende Einzelheiten zu komplizieren und beschränken uns nur auf das Wesentlichste.

In Abb. 8 haben wir ein kleines Knötchen vor uns, das außerhalb des Bereiches der Bandscheibe, unterhalb einer kleinen knöchernen Randzacke liegt. Es wird fast ausschließlich von einem nekrotischen, verkalkten zwischen eine äußere und eine innere Lage des vorderen Längsbandes gedrängten Gewebe gebildet. Der Randleistenannulus weist einen oben beginnenden breiten Spalt auf, der nach der unteren knöchernen Randzacke abbiegt und bis fast an den Knochen heranreicht. Kleinere

Spalten und Risse zweigen von diesem großen Spalt ab und durchsetzen in den verschiedensten Richtungen den mittleren Bandscheibenabschnitt. Die normale Bandscheibenstruktur ist weitgehend gestört. Im Gebiet der kleinen und großen Spalten sind die Lamellen stark verworfen.

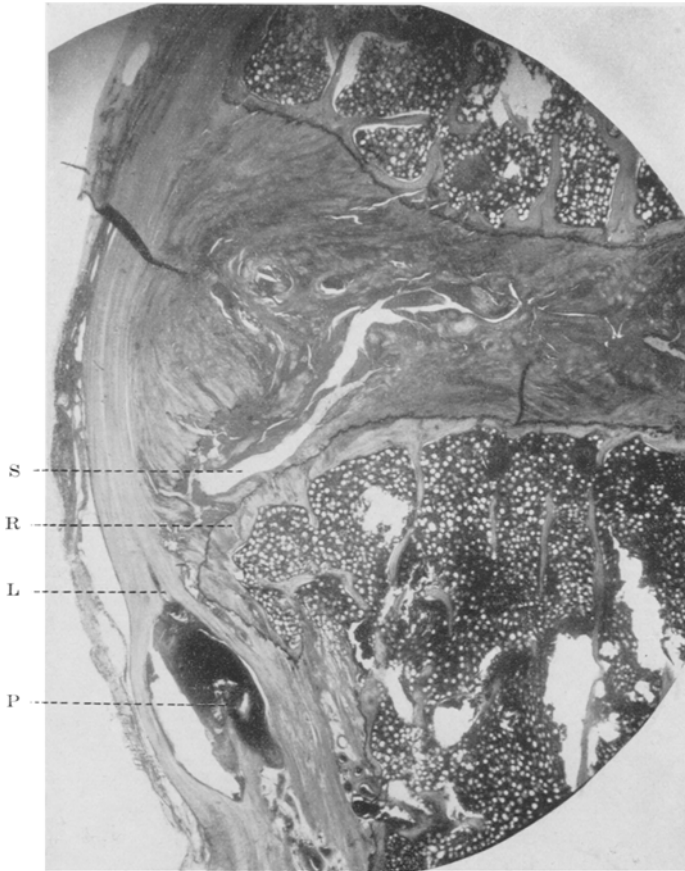


Abb. 8. P verkalkter Bandscheibengewebsprolaps, S großer Spalt, L das vordere Längsband spaltet sich in einen vorderen und einen hinteren Anteil, R knöcherne Randzacke.

Fast sämtliche größere Spalten sind von einem breiten Saum degenerierten, sich mit Eosin zum Teil leuchtend rot, zum Teil rosa färbenden, homogenen, oder fein gekörnten Gewebes umgeben, das verschiedentlich großblasige Knorpelzellen enthält. Aber auch sonst finden sich noch Inseln degenerierten Bandscheibengewebes, die stellenweis mitten in noch verhältnismäßig gut erhaltenem Lamellengewebe gelegen sind.

Auf der Abbildung endet der große, schräg verlaufende Spalt über der Randzacke, tatsächlich aber, wie wir das an Serienschnitten feststellen konnten, biegt er um die Randzacke herum und mündet in das Knötchen. Ein Riß in der inneren Lage des Längsbandes in der Höhe

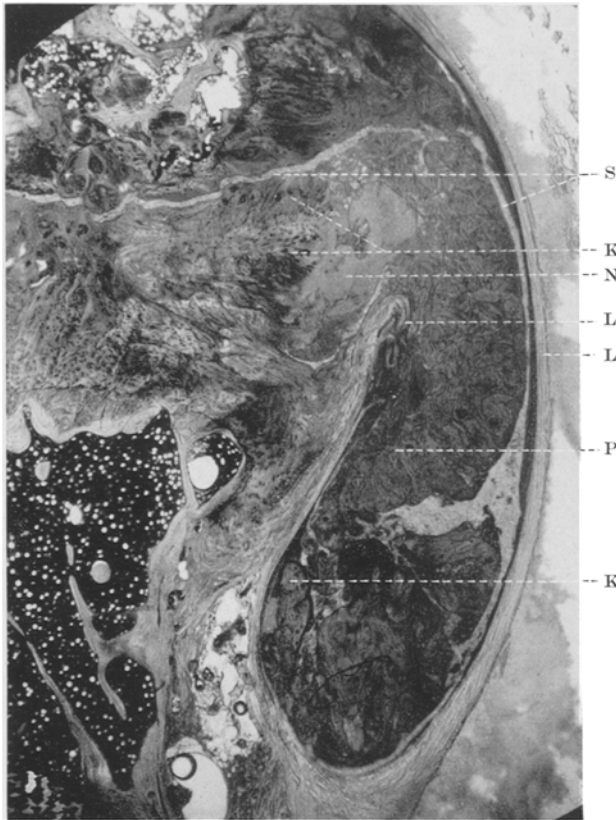


Abb. 9. P großer Bandscheibengewebsprolaps, S großer Spalt, L₁ das abgebogene Ende der durchrissenen inneren Längsbandschicht, L₂ äußere Längsbandschicht, N nekrotische Gewebsinsel, K große Knorpelzellen.

der Randzacke ermöglichte dem Spalt sich weiter nach unten hin auszudehnen. Auch das zentrale Ende des Spaltes liegt nicht, wie es die Abbildung zeigt, zwischen den Randleisten, sondern in einer anderen Schnittebene viel näher zum Nucleus pulposus.

Die Abb. 9 gibt uns einen Sagittalschnitt durch einen ungewöhnlich großen, der 1. Lendenbandscheibe außen anliegenden Knoten wieder. Er reicht unten weit über die Wirbelkörperrecke hinaus und macht den Eindruck eines ziemlich prall mit zum größten Teil weitgehend destruiertem Gewebe angefüllten Sackes. Zum Unterschiede vom vorher-

gehenden Knoten ist der Inhalt hier schollig und nicht verkalkt und zeigt neben homogen aussehendem, fein gekörntes und stellenweise auch leicht gefasertes Gewebe. Einige Schollen sind durch Eosin rot, andere blaß-rosa gefärbt. Daneben finden sich recht zahlreiche, stellenweise zu Gruppen angeordnete Knorpelzellen. Es überwiegen solche mit einem großen, mäßig stark blau gefärbten Kerne und einem breiten Hof herum. Weit seltener trifft man kleinere Zellen mit intensiv blau gefärbtem Kern und ohne Hof an.



Abb. 10. P Bandscheibengewebsprolaps, S Spalt, von nekrotischem Gewebe N umsäumt, L gerissene innere Längsbandschicht, A schräg von WK zu WK verlaufende Lamellen.

Ein großer Spalt zieht der oberen Wirbelkörperbegrenzung entlang durch das Gebiet des Randleistenannulus, dringt in das Knötchen ein und wendet sich der äußeren Wand des Knötchens folgend nach unten. Der Inhalt des Knotens steht in breitem Zusammenhang mit der Bandscheibe und zwar durch eine Pforte, die nicht wesentlich niedriger ist als die Bandscheibe hoch. Im Randleistenannulusgebiet finden sich zwischen noch ziemlich gut erhaltenen Lamellen größere und kleinere Inseln bald mehr bald weniger stark degenerierten Gewebes, das seinen Eigenschaften nach dem im Knoten enthaltenen gleicht. Auch die gleichen zelligen Bestandteile erkennt man hier, gehäuft im Degenerationssaum der Spalten und Risse, aber auch inmitten von Degenerationsinseln.

Das vordere Längsband erweist sich in zwei hintereinander gelegene Schichten gespalten. Die äußere Lage bildet die äußere Knotenwand,

die innere begrenzt den Knoten an der Bandscheibenseite. An der Verbindungspforte ist die letztere unterbrochen und hakenförmig nach dem Knoten zu abgebogen. Der Inhalt der Spalten ist ziemlich homogen und bestand wohl ursprünglich aus Flüssigkeit, wie man sie nicht selten hier beim Aufschneiden der Bandscheiben vorfindet. Daneben erkennt man aber auch noch Bröckel nekrotischen Gewebes.

Ein ähnliches Bild liefert ein Schnitt durch einen Knoten der 12. Brustbandscheibe (Abb. 10). Auch hier ist die innere Längsbandschicht durchgerissen und steht der weitgehend destruierte Knoteninhalte mit der Bandscheibe in Zusammenhang. Ein Spalt zieht oben parallel zur Wirbelkörperbegrenzung nach dem Knoten und zeigt einen breiten Saum feinkörnigen mit Eosin sich rötlich färbenden Gewebes. Es finden sich die gleichen zelligen Bestandteile wie in dem vorher beschriebenen Knoten. Weite Gebiete des Randleistenannulus machen einen noch ziemlich gut erhaltenen Eindruck. Die Lamellen sind noch deutlich erkennbar, verlaufen jedoch nicht in einem gleichmäßigen Bogen von Wirbelkörper zu Wirbelkörper, sondern weichen mit ihrem oberen Ende infolge des Verlustes der Befestigung am Knochen nach außen hin ab.

Die mikroskopische Untersuchung bestätigte das Vorhandensein von Rissen und Spalten im Randleistenannulus. Bei einem jeden der untersuchten Knoten fanden wir mindestens einen großen Riß oder Spalt den Randleistenannulus durchqueren und in das Knötchen eindringen. Die Knoten waren zum Teil wenn auch aus weitgehend degeneriertem, so doch als vom Annulus lamellosus herstammend erkennbarem, zum Teil aus weitgehend destruiertem, homogen aussehendem, oder körnigem mit Eosin sich rötlich färbendem Gewebe aufgebaut. Einige Knoten bestanden nur allein aus einer homogenen Masse, die sich rötlich färbte. In einigen Fällen glaubten wir in den Spalträumen Flüssigkeit vor uns zu haben.

Der den Knötchen angrenzende Bandscheibenabschnitt an erster Stelle der Randleistenannulus erweist sich stets beträchtlich in seinem normalen Aufbau geschädigt. Neben den Rissen und Spalten liegt eine starke Verwerfung der Lamellen vor (*Rokitansky, Beneke*). Sie verlaufen unregelmäßig und nicht mehr, wie es sich für eine normale Bandscheibe gehört, geradlinig oder leicht nach außen konvex. Durch die Zerreißung der sog. Spannfasern (*Schmorl*), feinen silberglänzenden Fasern, die die benachbarten Lamellen miteinander verbinden und zur Aufgabe haben die Verschieblichkeit derselben gegeneinander einzuschränken und damit die Festigkeit des Annulus lamellosus zu erhöhen, tritt eine Auflockerung des Gefüges ein, die zur Folge hat, daß beim Komprimieren die Lamellen aus der regelrechten Lage herausgebracht und stellenweise dorthin verdrängt werden, wo durch Degeneration und teilweisen Schwund anderer Lamellen Platz frei geworden war. Wenn zum Teil im Randabschnitt der Scheibe auch ein großes Durcheinander herrscht, so läßt

sich doch eine gewisse Lagerung der Lamellen in der Richtung nach dem Knötchen hin erkennen.

Wie in den Knötchen, so findet man auch in dem Randleistenannulus und häufig auch in den angrenzenden nach innen zu gelegenen Schichten zum Teil mitten in noch gut erhaltenem Lamellengewebe zahlreiche kleine und häufig auch große Inseln, ja sogar ganze Bezirke weitgehend degenerierten Gewebes, das entweder homogen oder fein gekörnt ist und



Abb. 11. Brustbandscheibe. Die Pfeile zeigen den Verlauf der aus Degenerationsherden bestehenden Kettenreihe an.

sich mit Eosin leuchtend rot färbt (Fibrinoid nach *Erdheim*). Mit Vorliebe bildet es einen bald schmäleren, bald breiteren Saum um Spalten und Risse herum. Ja, sogar deren kleinste sind häufig von dem roten Gewebe umrandet, wodurch man sie nach *Schmorl* und *Erdheim* von artifiziellen Produkten unterscheiden kann. Nicht selten trifft man die roten Herde in einem sonst noch gut erhaltenen Bandscheibenabschnitt zu Reihen und Ketten angeordnet, in einer gewissen Entfernung voneinander, an Stellen, wo sonst Spalten und Risse liegen. Es erscheint daher berechtigt diese Herde als deren Vorläufer anzusehen (Abb. 11). Sie treten dort auf, wo die Lamellen am stärksten beansprucht werden, wo Druck und Zug sich am stärksten auswirken. Den weiteren Vorgang stellen wir uns folgendermaßen vor: die Herde vergrößern sich und verschmelzen miteinander, oder es genügt ein geringer Anlaß, damit die zwischen den Degenerationsinseln gelegenen, noch erhalten

gebliebenen Lamellentteile durchreißen und auf diese Weise ein großer durch sämtliche in Kettenform angeordnete Herde durchgehender Spalt entsteht. Die Spaltränder werden als Ausgleich der im Randleistenannulus auftretenden Spannungen bei Belastung der Bandscheibe gegeneinander verschoben, reiben aneinander, was eine Degeneration auch noch tiefer vom Spalt gelegener Lamellenabschnitte zur Folge hat. Gleichzeitig damit können, wie auch *Erdheim* beobachtet hat, Stücke nekrotischen Gewebes vom Spaltrande abgerissen werden und so in den Spaltraum zu liegen kommen.

Die Spalten und Risse können den Randleistenannulus in den verschiedensten Richtungen durchziehen und dadurch ganze Teile vollkommen aus dem Zusammenhang mit dem übrigen Bandscheibengewebe herauslösen.

Die Übereinstimmung der Gewebsbestandteile des Knotens mit denen des Randleistenannulus erstreckt sich auch auf die teils isoliert, teils zu mehreren im Verbande stehenden Knorpelzellen. Man kann zweierlei Formen unterscheiden, solche, die klein sind und keine Kapseln besitzen und deren Kerne sich gut färben lassen und solche, die einen sich nur schlecht färbenden großen Kern haben und einen breiten Hof. Die ersteren sind als Regenerationsformen, die letzteren als Degenerationsformen anzusehen. Beide Formen findet man am Rande von Spalten und Rissen im hyalinen oder körnigen roten Saum, aber auch in tieferen Schichten mitten in noch leidlich gut erhaltenem Bandscheibengewebe. In den Knoten liegen sie zwischen den zusammengewürfelten und durcheinandergemengten Lamellen.

Ein neues bis vor kurzem noch nicht bekanntes Verhalten zeigt im Zusammenhang mit den Knoten in einer Anzahl von Fällen das vordere Längsband. Erwähnt hat es *Schmorl* bereits in dem von ihm 1931 in Rotterdam gehaltenen Vortrag. Das Lig. longitudinale ant. erweist sich in zwei hintereinander gelegene Schichten aufgespalten. Die innere Schicht besitzt eine durch Riß entstandene Lücke, die in einigen Fällen nur klein ist, in anderen und zwar bei den größeren Knoten, eine weite Pforte darstellt, durch die der Knoteninhalt in breitem Zusammenhang mit dem Randleistenannulusgebiet steht. Die aufgelockerten und zum Teil degenerierten Lamellen und Fasern des Randleistenannulus ziehen, begleitet von mindestens einem Spalt oder Riß bis in das Knötchen hinein.

Auf Grund dieses Befundes, sowie der zum Teil weitgehenden Degeneration der den Knoten aufbauenden durcheinandergemengten Gewebsbestandteile kommt eine Entstehung der Knoten durch Wachstum an Ort und Stelle nicht in Frage. Es kann sich nur um eine *Verlagerung von Bandscheibengewebe* handeln. Das Längsband, das gegenüber der Bandscheibe unter anderem die Rolle einer Wandverstärkung hat, hält den Druck von Seiten des anprallenden degenerierten Gewebes nicht

aus, wird gedehnt und vorgewölbt. Entsteht in der Innenschicht des Längsbandes ein Riß, so kann dieser zu einer Durchgangspforte für die andrängenden Gewebsmassen umgewandelt werden. Unter Abdrängung der beiden Längsbandschichten voneinander kommt es dabei zu einer sackförmigen Bildung, die man als *Prolaps (Schmorl)* oder als *herniöse Vorwölbung (Geipel)* bezeichnen kann.

In anderen Fällen stellten wir eine Abweichung von dieser als klassisch zu bezeichnenden äußeren Hernienbildung fest. Es handelte sich zwar auch um eine knötchenförmige Vorwölbung, die mikroskopische Untersuchung ergab jedoch, daß das Längsband unversehrt war, die Bruch-sackmassen sich zwischen dem Längsband und der äußeren Bandscheibenbegrenzung angesammelt hatten. Das Längsband hatte in seiner ganzen Dicke die Rolle der äußeren Hernienwand übernommen, während die innere Wand des Bruchsackes hier von einer dünnen Lage des äußeren Randleistenannulusabschnittes, welcher eine Durchgangspforte enthielt, gebildet wurde.

Um dieses ganze Geschehen verständlicher zu machen, unterziehen wir noch einige verwandte sich häufig am Randleistenannulus abspielende Vorgänge einer näheren Betrachtung. Wie wir bereits bei der kurzen Besprechung der Spondylosis deformans hervorhoben, hat ein Riß oder Spalt im Randleistenannulus zur Folge, daß derjenige Bandscheibenabschnitt, der seiner Befestigung an der Randleiste verlustig geworden ist, oder dessen Lamellen durch einen Riß eine Unterbrechung erfahren haben, dem auf dem Annulus lastenden Druck beim Belasten und Verbiegen der Wirbelsäule nicht mehr den erforderlichen Widerstand entgegenstellen kann und vorgedrängt wird. Dieses Vordrängen kann man bei Anwesenheit entsprechend großer Risse und Spalten häufig experimentell an der konkaven Seite durch starkes Verbiegen der Wirbelsäule erzeugen. Es handelt sich dabei natürlich um eine Vorwölbung, die nicht in Form von Knoten in Erscheinung tritt, sondern sich auf einen größeren Abschnitt des Bandscheibenumfanges erstreckt. Nur in äußerst seltenen Fällen treten die von uns oben beschriebenen ballonförmigen Vortreibungen auf, die eine weitgehende Degeneration der Bandscheibe zur Voraussetzung haben. Wird die gewaltsam gebogene Wirbelsäule in ihre Ausgangsstellung gebracht, so zieht sich auch der Randleistenannulus wieder zurück und die Vorwölbung der Scheibe nimmt eine normale Form an. Es ist dieses ein abnormes Verhalten der Scheibe, das nur bei Beanspruchung der Wirbelsäule zutage tritt. Sobald die einwirkende Kraft wegfällt, nimmt der Randleistenannulus auf Grund der ihm noch erhalten gebliebenen Elastizität seine normale, oder annähernd normale Stellung wieder ein. Wird eine solche Scheibe im Leben stark beansprucht, so wird die abnorme Vorwölbung zu einem Dauerzustand, wie es die Abb. 12 an der 3. Lendenbandscheibe wiedergibt. Kennt man den Entstehungsvorgang nicht, so ist man bei einer nur äußerlichen Betrachtung

der Scheibe geneigt sie als normal zu bezeichnen, oder sogar noch einen erhöhten Nucleusdruck zu vermuten. Schneidet man sie parallel zu den Wirbelkörperendflächen auf, so erhält man in extremen Fällen häufig



Abb. 12. Sagittalschnittfläche der 2. und 3. Lendenbandscheibe. Abnorm starke über die Wirbelkörperecke hinausgehende Vorwölbung des Randleistenannulus.

2. L.B.

3. L.B.

Bilder, wie sie *Schmorl* auch bei der Osteochondrosis der Lenden- und Halsbandscheiben beobachtet hat. Die zentralen Abschnitte mit Ausnahme des Randleistenannulus und einer angrenzenden schmalen nach innen zu gelegenen Schicht Annulusgewebes sind fast völlig degeneriert, die Bandscheibe hier hochgradig verschmälert (Abb. 12, 2. Lendenbandscheibe). Der Gewebsschwund kann so hochgradig sein, daß die mehr oder weniger krankhaft veränderten Knorpelplatten sich fast berühren. Sie zeigen in solchen Fällen häufig besonders schön die für Osteochondrosis typischen, teils aus Knorpel, teils aus von Knorpel überzogenem Knochen bestehenden warzenförmigen Wucherungen (*Schmorl*) (Abb. 13). In weniger fortgeschrittenen Fällen liegt nur eine mit starker Auflockerung des Gefüges und einer Verwerfung der Lamellen und brauner Degeneration einhergehende

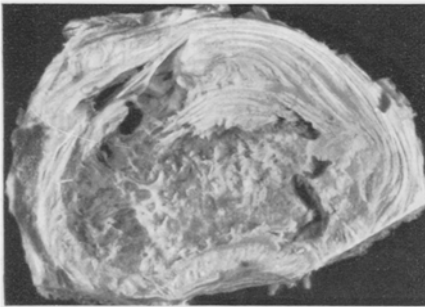


Abb. 13. Osteochondrosis der 5. Lendenbandscheibe.

Höhenabnahme der Scheibe vor. Der Randleistenannulus dagegen, wenn auch von Spalten durchzogen und von der oberen und unteren Randleiste abgetrennt, kann in allen diesen Fällen eine normale oder annähernd normale Höhe und nicht selten einen auffallend regelmäßigen Lamellenverlauf zeigen. Beides verdankt er dem Umstände, daß er infolge des Vorgeitens über die Wirbelkante hinaus der Kompressionswir-

kung von seiten der Wirbelkörper sich entzogen hat und sich ausbreiten konnte.

In noch weniger fortgeschrittenen Fällen finden sich Spalten und Risse nur einseitig, oben oder unten. Der Randleistenannulus wölbt sich

dann nicht gleichmäßig stark vor, am weitesten vorgerückt ist der dem Spalt oder Riß am nächsten gelegene Abschnitt. Die Lamellenfasern verlaufen mehr oder weniger schräg nach vorne, wie es Abb. 10 zeigt.

Das auffällig häufige Vorkommen von Spalten und Rissen im Randleistenannulus hat darin seine Erklärung, daß der Randabschnitt in besonders hohem Maße beim Verbiegen der Wirbelsäule komprimiert und dabei auf Druck und Zug beansprucht wird. In Anpassung an die hohe Inanspruchnahme des Randleistenannulus hat sich eine besondere Befestigungsform der Lamellenfasern am Randleistenknochen ausgebildet. Sie sind als sog. *Sharpeysche* Fasern verankert, deren Vorhandensein durch *Roux* und *Gebhardt* festgestellt, durch *Schmorl* bestätigt worden ist, während *Erdheim* deren Existenz bezweifelt.

Die Kompression der Bandscheibe bewirkt eine Drucksteigerung in ihren sämtlichen Abschnitten. Für den Verlust an Höhe, den sie dabei erleidet, breitet sie sich entsprechend stark nach den Seiten hin aus und wölbt sich nach außen hin vor. Nur die besonders sichere Befestigung der Scheibe mit den Wirbelkörpern und der Zusammenhalt der Lamellen untereinander hindert sie am Abgleiten vom Wirbelkörper.

Durchzieht den Annulus lamellosus ein radiärer, oder annähernd radiärer Riß oder Spalt, so gewinnt dieser beim Belasten der Wirbelsäule die Bedeutung eines Kanals, längs dem Nucleusgewebe, das unter dem Einfluß des Druckes seine Form verändern kann, nach der Peripherie hin unter Umständen bis vor das Perichondrium und Längsband gedrängt werden kann. Ein einfaches, bereits bekanntes Experiment beweist das Vorhandensein einer solchen Druckwirkung. Unterstellt man eine Bandscheibe mitsamt den zugehörigen Wirbelkörpern mit Hilfe eines Schraubstockes einer starken Kompression, so wird eine Nadel, die man von außen her vorne, hinten oder seitlich in den Annulus hineinsticht, wieder hinausgestoßen, sobald man sie losläßt. Anschließend quillt Nucleusgewebe vor.

Auf dem gleichen Prinzip beruht nach *Schmorl* und *Andrae* auch die Verlagerung von Nucleusgewebe nach hinten und die Entstehung der hinteren Knorpelknötchen. Bei einer jeden Belastung der Wirbelsäule erfolgt eine Drucksteigerung innerhalb des Nucleus. Das Nucleusgewebe wird in den Degenerationsspalt im hinteren Annulus lamellosus-Abschnitt hineingedrängt und längs dem Spalt bis vor das hintere Längsband geschoben, das es dehnt und knötchenförmig vorwölbt.

Wie unsere Kompressionsversuche uns zeigten, müßte eine Verlagerung von Nucleusgewebe auch nach vorne und nach den Seiten hin vorkommen. Wie die unzähligen Untersuchungen von Bandscheiben jedoch lehren, ist sie verhältnismäßig eine Seltenheit. Abb. 14 gibt eine von *Schmorl* beobachtete besonders schöne Verlagerung dieser Art wieder.

Der Grund für die häufige Verlagerung von Nucleusgewebe nach hinten und seltener nach vorne und nach den Seiten ist nach *Schmorl*

und *Andrae* in der verschiedenen Dicke des den Nucleus in horizontaler Ebene ringförmig umgebenden Annulus lamellosus zu erblicken. Der Nucleus liegt der hinteren äußeren Bandscheibenbegrenzung, besonders an den Brustbandscheiben, näher als der vorderen und seitlichen. Daher ist der Lamellenring, der, wie wir anfangs ausführten, gegenüber dem Nucleus die Bedeutung einer Wand hat, hinten auch nicht in gleichem Maße befähigt dem anprallenden Gewebe Widerstand zu leisten. Es

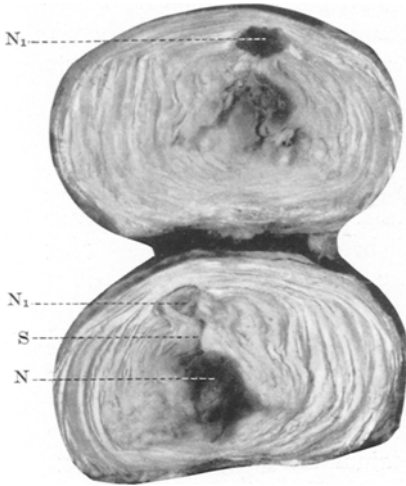


Abb. 14. Beide Hälften einer flach aufgeschnittenen Bandscheibe. Im Zerreißungsspalt des vorderen Annulus lamellosus-Abschnittes liegt ein bei der Zerreißung abgetrenntes und verschobenes Stück des Nucleus pulposus. N braun degenerierter Nucleus, N₁ verlagertes Nucleusgewebe, S Spalt.

kommt hier wesentlich leichter zu degenerativen, den hinteren Lamellenabschnitt in seiner ganzen Breite durchziehenden Rissen und Spalten.

Auch die mit vorderen oder seitlichen Hernien behafteten Intervertebralscheiben wiesen nicht in allen Fällen Spalten und Risse auf, die vom Nucleusgebiet bis in den Herniensack reichten. Eine Verlagerung und Beteiligung von Nucleusgewebe am Aufbau dieser Knoten war somit auszuschließen! Man könnte dem einwenden, daß die Spalten und Risse ausgeheilt seien, was jedoch unter Bildung eines fibrösknorpeligen Gewebes erfolgt, das dem Bandscheibengewebe nicht gleichwertig ist (*Schmorl*), da es ein Narbengewebe darstellt, das man an dem festeren Gefüge, an der weißlichen Farbe und an der Verziehung der umgebenden Lamellen erkennen müßte. Auch der Hernieninhalt bestand nur zum geringen Teil

aus so weitgehend degeneriertem Gewebe, daß man ihm die Herkunft nicht ansehen konnte. Im wesentlichen zeigte es eine leichte Faserung, die es als Lamellengewebe erkennen ließ. Bei den anderen Gewebsmassen wird es sich jedoch nicht um Nucleusgewebe, sondern um Degenerationsprodukte von Spalträndern gehandelt haben, die längs dem Spalt in den Herniensack gelangt waren.

Um den Druckablauf innerhalb eines Spaltes einer belasteten Bandscheibe unter Ausschließung des Nucleus pulposus zu untersuchen, stellte ich folgenden Versuch an. Ich bohrte mit Hilfe eines Korkbohrers von 0,5 cm Durchmesser von vorne oder seitlich in den Annulus lamellosus einen Kanal, stellte ihn dabei so her, daß er nur bis vor das Nucleusgebiet reichte. Ein in den Kanal hineingeschobener Holzstab ungefähr vom Durchmesser des Korkbohrers wurde, wenn man die Wirbelsäule so verbog, daß die Ausgangsöffnung an der konkaven Seite zu liegen kam,

in weitem Bogen hinausgestoßen. In gleichem Sinne werden auch die innerhalb der Scheibe in den Spalträumen befindlichen Degenerationsbestandteile beeinflusst. Sie werden als Fremdkörper behandelt unter Umständen nach dem peripheren Ende des Spaltes gedrängt. Anschaulich ließ sich dieser Vorgang an den von uns anfangs bereits erwähnten sog. ballonförmigen Vorwölbungen der äußeren Bandscheibenbegrenzung verfolgen, die überhaupt erst beim Verbiegen der Wirbelsäule an der konkaven Seite auftraten. Bog man die Wirbelsäule gerade, so wurden auch die vorgedrückten destruierten Massen in die Bandscheibe zurückgesogen und das zurückbleibende gedehnte Längsband und Perichondrium wandelte sich zu einem schlaffen Sack um.

Da die hinteren Bandscheibengewebsprolapse nach *Schmorl* im Laufe der Zeit knorpelig und auch knöchern umgewandelt werden können, erscheint auch in bezug auf unsere Gebilde die Frage nach deren weiterem Verhalten in dieser Richtung berechtigt. Eine Vascularisation haben wir bisher mit Sicherheit nicht beobachtet. Nicht selten trifft man dagegen fibrös-knorpelige Vorwölbungen an der äußeren Bandscheibenbegrenzung an, die den hinteren Knorpelknötchen zum Verwechseln ähnlich sind. Leider wird die Beurteilung, ob es sich tatsächlich um verknorpelte Prolapse handelt, dadurch erschwert, ja sogar fast unmöglich gemacht, daß es auch fibrösknorpelige Neubildungen daselbst gibt, die ihre Entstehung, wie *Schmorl* das in seiner letzten nach dem Tode erschienenen Arbeit dargelegt hat, abnormer Beanspruchung des Perichondriums verdanken. Knorpelneubildungen aus vorgefallenem Gallertgewebe und Annulusgewebe am vorderen Umfang der Scheibe hat *Lob*, der übrigens diese spät erscheinende Arbeit erwähnt, im Tierversuch feststellen können. Bei den von uns hier behandelten Prolapsen handelt es sich vorwiegend um weitgehend degeneriertes Bandscheibengewebe, innerhalb dessen sichere Regenerationsvorgänge nicht nachzuweisen waren. Aber wir geben zu, daß diese Lücke durch noch ausgedehntere Untersuchungen, als wie sie bereits von uns durchgeführt worden sind, sich überbrücken lassen könnte. In solchen Fällen, wo wachstumsfähige Knorpelzellen in den Prolaps nicht mit verschleppt werden, ist mit einer knorpeligen und anschließend auch knöchernen Umbildung über eine Vascularisation zu rechnen. Die *Schmorlsche* Ansicht in bezug auf die hinteren und inneren Bandscheibengewebsprolapse würde somit auch für die an der äußeren Begrenzung vorne und seitlich gelegenen Geltung gewinnen.

Bemerkenswert ist noch die Feststellung von *Lob*, daß aus prolabiertem Nucleusgewebe sich Schaltknochen bilden können. Das, womit *Schmorl* bereits fest gerechnet hat, hat sich somit experimentell als richtig erwiesen. Natürlich bildet sich nicht ein jeder Prolaps knöchern um — wir haben, wie bereits erwähnt, auch verkalkte Knoten gesehen — wie

auch umgekehrt es nicht zulässig ist einen jeden Schaltknochen von prolabierte Bandscheibengewebe abzuleiten.

Zusammenfassung.

Es wird eine an der äußerlich sichtbaren Bandscheibenbegrenzung vor längerer Zeit von uns beobachtete, von *Schmorl* bereits bekannt-gegebene Bandscheibengewebsverlagerung beschrieben. Es handelt sich dabei entweder um eine Verlagerung von Nucleusgewebe — was seltener der Fall ist — oder von Inseln degenerierten Annulusgewebes aus dem Randleistengebiet oder auch von Spalträndern aus tiefer gelegenen Bandscheibenabschnitten.

Schrifttum.

Andrae, R.: Beitr. path. Anat. **82**, 464 (1929). — *Beneke, R.*: 69. Vers. dtsh. Naturf. u. Ärzte, Braunschweig 1897. — *Erdheim, J.*: Virchows Arch. **281**, 197 (1931). — *Fick, R.*: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. Jena 1911. — *Geipel, P.*: Fortschr. Röntgenstr. **46**, 4 (1932). — *Janker, R.*: Fortschr. Röntgenstr. **41**, 597 (1930). — *Lob, A.*: 1. Mitteil. Dtsch. Z. Chir. **240**, 421. — 2. Mitteil. Dtsch. Z. Chir. **243**, 283. — *Luschka, K.*: Die Halbgelenke des menschlichen Körpers. Berlin 1858. — *Rokitansky, C.*: Rückgrat. Lehrbuch der pathologischen Anatomie. Wien 1855. — *Schmorl, G.*: Verh. dtsh. path. Ges. 22. Tag, 250. — Verh. 21. Kongr. dtsh. orthop. Ges. 1927. — Arch. klin. Chir. **150**, 420 (1928); **153**, 35 (1928). — Fortschr. Röntgenstr. **38**, 265 (1928). — Klin. Wschr. **1929**, 1243. — Fortschr. Röntgenstr. **39**, 629 (1929). — Zbl. Path. **48**, 7 (1930). — Bruns' Beitr. **151**, 360 (1931). — Arch. orthop. Chir. **29**, 389 (1931). — Geneesk. Bl. uit Kliniek en Laboratorium Dertigste Reeks (holl.) **6** (1932). — Arch. klin. Chir. **172**, 2, 240 (1932). — Virchows Arch. **290**, 2 u. 3, 396 (1933). — *Schmorl u. H. Junghanns*: Fortschr. Röntgenstr. Ergänzungsband **43** (1932).