

XII.

Die Altersveränderungen der Zwischenwirbelknorpel.

Von Prof. H. Luschka in Tübingen.

Obschon ich bereits an einem andern Orte (Zeitschr. für rationelle Medizin Bd. VII. Hft. 1.) dargelegt habe, was ich über den Bau der Intervertebralknorpel des Menschen in den Blüthenjahren seines Lebens ermitteln konnte; so will ich es doch nicht unterlassen, das Wesentlichste davon zu wiederholen, theils zum besseren Verständnisse des nachher zu Erörternden, theils um diese Gelegenheit zu benutzen, manche das früheste Kindesalter betreffende, neuere Erfunde vorzulegen.

Die *Cartilaginee intervertebrales* auch des erwachsenen Menschen sind nicht, wie bisher irrig gelehrt worden ist, durchgreifend solide Verbindungsmittel der Wirbelkörper, sondern sie enthalten Höhlen und besitzen überdiß noch andere Attribute eines Gelenkes, Knorpelplatten nämlich und Fasercapseln.

Die Höhle der Zwischenwirbelcapsel, wie ich die *Cartilago intervertebralis* nunmehr nennen möchte, wird am besten durch horizontale Schnitte zur Ansicht gebracht. Sie liegt im hinteren Drittel der Knochenverbindung und ist größtentheils von der Masse des sogenannten Gallertkernes, zum geringeren Theile von einer synoviaähnlichen Flüssigkeit erfüllt. Es wird bei dem Erwachsenen aus den jüngeren Jahren jederzeit gelingen, durch Aufheben der locker eingelagerten, innersten

Substanz des *Nucleus pulposus* die Höhle frei zu machen und ihre Form und Ausdehnung zu bemessen. Die Größe wechselt begreiflich nach dem Umfange der Wirbel sehr und reicht z. B. am Lendentheil des Rückgrates eben hin, eine mittelgroße Bohne in sich aufzunehmen.

Die Gelenksknorpel sind die je zwei, $1\frac{1}{2}$ Millim. dicken, an den Berührungsflächen der Wirbelkörper befindlichen Scheiben. Vor der Vollendung des Höhenwachsthumes erstrecken sich dieselben nicht allein über die ganze obere und untere Fläche der Wirbel, sondern umsäumen noch den ganzen Rand derselben. Sie lassen sich in dieser Periode an der macerirten Wirbelsäule leicht und vollständig ablösen und besitzen an ihrer dem Knochen zugekehrten Fläche eine Anzahl radiär gestellter Furchen und Erhabenheiten. Nach dem Abschlusse des Wachsthumes wird ihr Verband inniger und die Ablösung ist schwieriger, oder auch gar nicht mehr möglich. Ferner ist es zu bemerken, daß sich die Knorpelscheibe nicht mehr über die ganze obere und untere Fläche des Wirbels erstreckt, sondern im äußeren Viertel derselben, in der Bildung von Knochen-substanz, untergegangen ist.

Man hat, seitdem Ungebauer (*Epist. osteologica de oss. trunc. Lips.* 1739.) und J. Fr. Meckel (Handbuch der menschl. Anatom. Bd. II. S. 30.) die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt haben, die vor dem Abschlusse des Höhenwachsthumes leicht trennbaren Knorpelplatten, sehr mit Unrecht als scheibenförmige Epiphysen der Wirbelkörper bezeichnet und behauptet, daß in ihnen Knochenkerne auftreten. Diefs findet jedoch nicht statt, sondern es schreitet die Verknöcherung vom Wirbelkörper aus allmählig, ohne Dazwischenkunft eines besonderen Knochenkernes, bis zu einer gewissen, ihrer Natur als Gelenksknorpel entsprechenden Grenze fort.

Einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten zeigt der feinere Bau. Insoweit jene, im normalen Zustande milchweißen Knorpelscheiben die Höhlen der Zwischenwirbelcapseln begrenzen, ist ihre eine Fläche frei, aber in den meisten Fällen schon für das bloße Auge nicht glatt, sondern mit allerlei kleineren Er-

habenheiten versehen. Untersucht man dünne, durch perpendiculäre Schnitte gewonnene Scheibchen bei mäßiger Vergrößerung, dann sieht man an der freien Fläche zahllose, meist blattähnlich gestaltete, einfache und ramificirte, gewöhnlich homogene, häufig aber auch Knorpelzellen einschließende Auswüchse. Ferner überzeugt man sich davon, daß die Knorpelscheibe aus zwei Schichten besteht, welche ohne Grenze in einander übergehen, und von welchen die dem Knochen zugewendete aus hyalinem Knorpel besteht und nur kleine, längliche, mit der Längsaxe der Knochenfläche parallel verlaufende Zellen enthält, die gegen die Gelenkhöhle gerichtete Schichte aber eine feingefaserte Grundsubstanz besitzt, welche viele, zum Theil ausgezeichnet grose Knorpelzellen trägt, und von welcher eben jene Binde substanzfortsätze ausgegangen sind.

Die Faser capsel des Wirbelkörpergelenkes ist in der Form des sogenannten *Annulus fibrosus* gegeben. Bei dem Erwachsenen geht er nach innen aus der Grundsubstanz der äußeren $\frac{2}{3}$ der Knorpelplatten hervor; außen hängt er direct mit der Knochensubstanz zusammen. Der Faserring zeigt, wie bekannt, einen auffallend geschichteten Bau. Die innersten Schichten erscheinen an perpendiculären Schnitten der frischen Wirbelsäule einwärts gebogen nach der Höhle, als dem Orte des geringsten Widerstandes, wodurch dann auch die Masse des Gallertkernes vorgedrängt wird und nicht allein die Höhle erfüllt, sondern noch über die Schnittfläche hinausquillt. Derlei Schnitte sind daher eben deshalb wenig geeignet, sich über die Existenz einer Höhle im Zwischenwirbelknorpel Aufschluß zu verschaffen.

Dem feineren Baue nach, stellt das Gewebe des Faserringes ein eigenthümliches Balkenwerk dar, welches besonders deutlich nach Zusatz von Essigsäure hervortritt, mit zahlreichen, mannigfaltig untereinander verbundenen Ausläufern und unregelmäßig eingestreuten Knorpelzellen. Nach innen, gegen die Höhle des Intervertebralknorpels, wird die Masse des *Annulus fibrosus* allmählig unter Verschwinden der concentrischen Schichtung weicher und geht schließlich in die Bildung

zahlreicher, auf das Manigfaltigste verästigter Fortsätze über, welche zum größten Theile die Höhle erfüllen und gewissermaßen die Synovialzotten anderer Gelenke repräsentiren.

Es wird nach diesen Erörterungen wohl von selbst verständlich sein, daß Weitbrecht's „*Nucleus gelatinoso-cartilagineus*“ der sogenannte Gallertkern außer der inneren, nicht mehr geschichteten weichen Substanz des Faserringes, durch die Gesamtheit jener in die Höhle der Zwischenwirbelcapsel eingelagerten Auswüchse hergestellt wird.

Für die Beantwortung der Frage über die Ernährungsweise der Zwischenwirbelknorpel habe ich mir zur Auffindung von Blutgefäßen viele Mühe gegeben. Bisher ist es mir aber nur gelungen, sehr wenige derselben zwischen den äußeren Schichten des Faserringes nachzuweisen, ohne daß ich inzwischen über die Art ihrer Endigung eine zureichende Kenntniß erlangt habe.

In einer viel frappanteren Weise als beim Erwachsenen erscheint der sogenannte Zwischenwirbelknorpel als eine Capsel im frühesten Kindesalter. Wie ich erst in jüngster Zeit durch literar-historische Nachforschungen in Erfahrung gebracht habe, war diese Thatsache schon Fr. Ruysch bekannt, indem er vom Aussehen einer senkrecht durchschnittenen kindlichen Wirbelsäule berichtet: *Videri hic possunt cavitates notabiles, sitae in interstitiis corporum vertebrarum; suntque in corpore vivo ut et recens denato, limpidi et tenaciori humore repletæ, quemadmodum in caeteris juncturis.* (*Thesaurus anatomicus.* IV. No. LXIII. 2^o.)

Später war es meines Wissens zuerst E. H. Weber (Meckel's Archiv 1827.), welcher die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt hat, indem er von der Existenz einer Flüssigkeit, von der Beschaffenheit eines zähen Schleimes, in der Mitte der Zwischenwirbelknorpel des Neugeborenen, Nachricht gegeben hat. Detailirtere Angaben wurden im Verlaufe der Zeit durch Donders (Holländische Beiträge Bd. I. Hft. 2.) gemacht. Nach ihm sind $\frac{2}{3}$ vom Zwischenwirbelknorpel des ausgewachsenen Foetus außerordentlich durchsichtig und weich,

ähnlich dem Glaskörper des Auges. Es kommen, bemerkt Donders, in einer structurlosen Flüssigkeit viele Gruppen einfacher Zellen vor, welche durch Zusatz von Wasser stark aufquellen, vollkommen rund werden und hierdurch erst mit Sicherheit als isolirte Zellen zu erkennen sind. Jede Zelle habe einen Kern, jeder Kern ein Kernkörperchen. Endogene Zellenbildung finde sich nicht. Je mehr man sich dem peripherischen Theile des Faserknorpels nähere, desto körniger werde die Zwischensubstanz, endlich werde sie feinfaserig, während die Zellen mehr in Reihen gelagert seien und schmaler werden.

In vieler Hinsicht förderlicher sind die von Virchow (Verhandlungen der physik.-med. Gesellsch. in Würzburg. Bd. II. S. 283 u. 284.) vorliegenden, die chemischen und morphotischen Eigenthümlichkeiten jener gallertigen Substanz betreffenden Mittheilungen. Es reagirte dieselbe im frischen Zustande alkalisch. Beim Kochen blieb sie unverändert. Zusatz von Essigsäure zeigte keine erhebliche Veränderung. Salpetersäure gab beim Kochen eine Spur von Trübung. Das Millon'sche Reagens brachte eine große, beim Kochen hellrosaroth Fällung hervor. Essigsäures Blei eine leichte, beim Kochen flockige Trübung, die sich in Essigsäure löste.

Nach dem Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung war die Substanz zusammengesetzt: aus mehr oder weniger großen, blasigen Haufen von Zellen und einer klaren, vielfach mit hellen colloiden Körperchen gemengten, im Allgemeinen homogenen Grundmasse. Bei der mikrochemischen Untersuchung wurden durch destillirtes Wasser die colloiden Körper heller, ohne daß sie jedoch ganz verschwanden. Essigsäure machte die Grundmasse heller, ohne die Körner zu verändern, während die blasigen Haufen dunkler und streifig wie Schleim wurden. Nahe an dem festen Knorpel gab concentrirte Essigsäure eine starke Trübung und darauf folgendes Eisencyankalium eine gelbliche Fällung. Nach der Anwendung verdünnter Essigsäure und darauf zugesetztem Eisencyankalium wurden die blasigen Räume auch in der Mitte der Substanz trübe, während die Körner und die Zwischensubstanz unver-

ändert blieben. Salpetersäure machte die Zwischensubstanz heller, die Körner hier und da etwas granulirt, dagegen die blasigen Haufen trüb, körnig und gelblich.

In jüngster Zeit hat es F. J. Kaufmann (dies. Archiv. Bd. VI. S. 412.) versucht, den Bau der kindlichen Zwischenwirbelknorpel und die Geschichte ihres Wachsthumes zu enthüllen und ist zu dem sonderbar formulirten Schlufssatze gelangt: dafs eine Capsel in den Lücken der Knorpellamellen der Wirbelkörper existire; dafs dieselbe mit der Mutterzellenmembran identisch sei; dafs diejenigen Körper, die sie enthalte, entweder schon ausgebildete Zellen seien, oder doch die Dignität von Zellen beanspruchen, indem sie die Fähigkeit besitzen, sich unmittelbar in solche zu transformiren.

Bei Darlegung der Ergebnisse eigener Untersuchungen über die Natur der Wirbelkörperverbindungen des frühesten Kindesalters, werde ich jedem ihrer dreierlei Bestandtheile eine gesonderte Aufmerksamkeit zuwenden.

a. Die Höhlung und ihr Inhalt.

Der Raum im Innern des Zwischenwirbelknorpels ist im Verhältnisse zu dem beim Erwachsenen auffallend grofs, über die Hälfte der ganzen Verbindung ausmachend. So betrug z. B. am Intervertebralknorpel zwischen dem dritten und vierten Lendenwirbel die ganze Breite 1 Centim. 3 Millim.; die Höhe in der Mitte des perpendicularären Schnittes $\frac{1}{2}$ Centim., die Breite der Höhle 9 Millim., ihre grösste Höhe 2 Millim. Die innere Oberfläche der Höhle erscheint nach Entfernung ihres Inhaltes für das blofse Auge glatt und gleichförmig. Erfüllt ist dieselbe mit einer hellen, farblosen, durchscheinenden, gallertartigen Substanz, welche bei der Betrachtung zwischen Glasplatten schon ohne Vergrößerungsmittel zahlreiche, weifsliche Klümpchen zu erkennen giebt. Die mikroskopische Untersuchung belehrt darüber, dafs diese sehr wechselnde Formen besitzen, indem sie theils sphärisch, theils länglich rund, öfters auch kolbenartig gestaltet und wie mit einem Stiele versehen sind, auch wohl ein unregelmäßige Maschenräume einschließendes Balkenwerk

darstellen. Die meisten dieser Formbestandtheile der Zwischenwirbelgallerte erscheinen wie Aggregate hyaliner, scharf und dunkel contourirter Tropfen. Untersucht man aber die Sache näher, dann sieht man bald, daß die meisten dieser scheinbaren Tropfen wahre Zellen sind, welche, zu Klumpen vereinigt, in der mannigfaltigsten Art neben- und übereinander liegen und daß sie je nach der Lagerungsbeziehung bald rund, bald eckig geformt sind und eine durchschnittliche Breite von 0,04 Millim. besitzen. Die Wandungen der meisten dieser Zellen zeigen doppelte Contouren und sind zum Theil so untereinander verbunden, daß das ganze Object wie ein feines Netzwerk aussieht, dessen Räume eine homogene Substanz enthalten. Bei den meisten dieser Zellenhaufen ist es sicher, daß ihre Elemente durch keine besondere Masse untereinander verbunden oder von einer solchen umhüllt sind; bei manchen aber ist es augenfällig, daß ein structurloser bindesubstanzähnlicher Stoff gleichsam das Lager für die Zellen bildet, und über sie vom Knorpel und Faserring aus hinweg gewachsen zu sein scheint.

Der Inhalt nicht aller Zellen ist gleichförmig. An manchen vermag man schon ohne Anwendung eines Reagens einen runden, granulirten, 0,01 Millim. breiten Kern zu unterscheiden. Setzt man einem frischen Objecte concentrirte Essigsäure bei, dann zeigt sich in kurzer Zeit an fast jeder Zelle ein Kern. Bei verhältnißmäßig nur wenigen dieser Zellen ist der Inhalt zum Theil fein granulirt und auch diese enthalten fast regelmäßig einen oder mehrere Tropfen einer hyalinen Substanz, welche von der sie umgebenden moleculären Masse scharf abgegrenzt sind.

Zwischen den wie immer beschaffenen Zellen gewahrt man fast regelmäßig auch freie solche Tropfen von sehr wechselndem Umfang. Ferner kann man sich oft genug davon überzeugen, daß derlei Flüssigkeitsportionen theils durch Austreten durch die unverletzte Zellenwandung, theils durch Schmelzung der ganzen Zelle frei werden, und zwar ohne daß dem Objecte Wasser oder irgend ein anderes Mittel beigelegt worden ist.

Während das Vorwalten homogen erscheinender Zellen für die Zwischenwirbelgallerte des frühesten Kindesalters charakteristisch ist; findet man beim 12wöchentlichen Fötus, dessen Wirbelkörperverbindungen schon von Gallerte erfüllte Höhlen besitzen, in jenen eine überwiegende Anzahl von fein granulirten, kernhaltigen, platten, den Bestandtheilen des Mundepithelium sehr ähnlichen Zellen. Es gewährte mir ein besonderes Interesse, unter diesen Zellen Formen zu begegnen, welche in der Vermehrung begriffen waren. Nicht allein fanden sich in einer Zelle mehrere Kerne, sondern ich habe auch Wahrnehmungen von gröfseren Mutterzellen mit einer Anzahl von fertigen Tochterzellen verzeichnet. Bei manchen Fötus des Menschen ist es mir besonders aufgefallen, wie ein nur allmäliger Uebergang statt hatte von der ganz granulirten zur völlig hyalinen Zelle, und dabei klar geworden, wie die letzteren entstehen. In manchen Zellen fand sich nur erst neben dem Kerne ein kleiner, heller, homogener Tropfen. Dieser zeigte sich bei den zahlreich nebeneinanderliegenden Formen immer gröfser und gröfser, bis schliesslich der ganze Zelleninhalt gleichartig und flüssig war und dann bald portionenweise austrat, bald durch den völligen Untergang der Zellenwand frei wurde. Alles dies ereignete sich ohne den mindesten fremden Zusatz und namentlich auch ohne Beimischung von Wasser und wurde überdies beim ganz frischen, eben abgegangenen Fötus gefunden.

Die Existenz ganz ähnlicher, heller Tropfen habe ich auch im Innern der Zellen gefunden, welche die Zwischenwirbelgallerte der Knochenfische (ich untersuchte besonders bei *Chondrostoma nasus*) hauptsächlich zusammensetzen und unzweifelhaft aus der Vermehrung der Zellen der *Chorda dorsalis* hervorgegangen sind.

Welcherlei chemischer Natur jener helle Inhalt der Zellen sei, wage ich noch nicht zu entscheiden und will mich namentlich davor hüten, denselben mit der nachgerade als Lückenbüfserin erscheinenden Bezeichnung „Colloid“ zu belegen. Darüber jedoch, glaube ich, wird ein ernstlicher

Zweifel nicht obwalten können, daß eben jene hyaline Substanz das Product einer normalen Zellenthätigkeit ist, in dessen Bildung denn auch schließlicly alle jene Zellen der Gallertsubstanz aufgehen.

Welches die Herkunft jener Zellen und welches ihre Bedeutung sei, läßt sich zur Stunde eher vermuthen als stringent beweisen. Bei sehr jungen Säugethierembryonen fand ich zwischen den schon knorpelig vorgebildeten Wirbelkörpern noch keine Höhle, sondern an ihrer Stelle eine geringe Anzahl von Zellen, welche mit jenen der *Chorda dorsalis* dieser Thiere die größte Aehnlichkeit hatten. Ich hege nun die Vermuthung, daß diese von Knorpelsubstanz, gefasertem Bindegewebe und Bindegewebskörperchen umgebenen Zellen der Wirbelsaite, sich im Verlaufe der Zeit durch endogene Bildung vermehren und dann allmählig eine Verflüssigung erfahren, wodurch dann die Höhlenbildung zunächst eingeleitet und durch die Antheilnahme des umgebenden Gewebes an der Schmelzung weiter geführt wird.

b. Die Knorpelplatten.

Für das unbewaffnete Auge sind dieselben milchweiße, homogene Scheiben, welche nach der Verschiedenheit der Wirbel eine wechselnde zwischen 1 und $1\frac{1}{2}$ Millim. schwankende Höhe besitzen und um den Rand des Wirbelkörpers, denselben in seinem ganzen Umfange einfassend, eine Art von Krempe bilden.

Mit Hilfe stärkerer Vergrößerungen kann man an jeder solchen Knorpelscheibe dreierlei Substanzen unterscheiden. Zunächst der Ossificationsgrenze finden sich die bekannten, pyramidenartig aufgereihten Knorpelzellen; zweitens an diese anstoßend hyaliner Knorpel mit länglichen, häufig lanzettförmigen kleineren Knorpelzellen, deren Längsaxen mit der Wirbelfläche parallel laufen. Die dritte, die gallerthaltige Höhle zunächst begrenzende Schichte besitzt theils eine ganz homogene, weichere Grundsubstanz, theils ist diese in feinste, gegen die Höhle ausstrahlende Fasern zerfallen. In ihr liegen ohne Ordnung rund-

liche, sehr lichte Zellen, welche scharf contourirte mit 1—2 Kernkörperchen versehene Nuclei enthalten. Es verliert sich jene Grundsubstanz allmählig mit so unbestimmter Grenze gegen die Höhle hin, dafs es allen Anschein hat, dafs sie in einer theilweisen Verflüssigung begriffen ist. An manchen Objecten findet man, dafs sich die Grundsubstanz über einzelne Gruppen jener Zellen der Gallertmasse hinwegerstreckt, so dafs diese wie gestielt erscheinen. In der Ausdehnung des Faserrings geht die Masse des letzteren in Form dünnerer und dickerer Faserbündel ganz allmählig aus der hyalinen Grundsubstanz der Knorpelplatten hervor.

c. Der Faserring.

Er besitzt eine im Verhältnifs zum *Annulus fibrosus* des Erwachsenen viel geringere Dicke, zeigt aber an scharfen Durchschnitten ein schon deutlich geschichtetes Gefüge. Die Schichtung erstreckt sich bis an die mit bloßem Auge erkennbare Grenze der Gallertmasse. Wird diese entfernt, dann erscheint die innere Fläche des *Annulus fibrosus* fast eben so glatt, wie die der Höhle zugekehrten Flächen der Knorpelscheiben.

Der feinere Bau des Faserrings des Neugeborenen gewährt sehr viele Aufklärung über die beim Erwachsenen bestehenden Verhältnisse. Zunächst erkennt man an feinen, durch perpendicularäre Schnitte gewonnenen Objecten, dünnere und dickere meist deutlich gefaserte Zellstoffbündel, welche verschieden gestaltete gröfsere Zwischenräume umgrenzen. Sie verbinden sich unter einander mehrfach durch unter spitzen Winkeln abtretende Bündelchen, so dafs schliesslich ein grobes Maschenwerk gesetzt wird. Die Hauptmasse jener Bündel sind Fasern, welche aus dem Zerfall der Grundsubstanz der Knorpelplatten hervorgingen und mit dieser in Continuität stehen. Eingelagert sowohl zwischen die Fasern der Bündel, als auch in die Maschenräume, sind gröfsere und kleinere Knorpelzellen, sowie zahllose in allen möglichen Entwicklungsstufen zu elastischen Fasern befindliche Bindegewebskörperchen. Das Verhalten der Bindegewebskörperchen, welche nach Zusatz von

concentrirter Essigsäure ausnehmend scharf hervortreten, verdient eine ganz besondere Aufmerksamkeit. Weitaus die meisten dieser Formelemente liegen in den von dickeren Zellstoffbündeln umgebenen Zwischenräumen. Hier sind dieselben in der mannigfaltigsten Weise verästigt und die Ausläufer der Zellen untereinander zu Netzwerken verschmolzen, die rundliche Maschenräume einschließen, und in welchen theils Querschnitte von anderer Seite hergekommener Zellstoffbündel, theils Knorpelzellen oder auch homogene Binde substanz gefunden werden. Die fast überall noch vorhandenen Zellenkerne bilden dickere, dunklere, gleichsam als Knotenpunkte des Netzwerkes erscheinende Stellen. Die beim Neugeborenen noch sehr feinen Elemente jenes Netzwerkes sind beim Erwachsenen sehr dick und hier ihrer Entstehung nach nicht mehr kenntlich, worauf vielleicht die Angabe Harting's (Canst. Jahresbericht 1854. S. 66.) zu beziehen ist: am Faserringe der Zwischenwirbelbänder mache Essigsäure nur undeutliche Spuren elastischer Fasern sichtbar.

Gegen die Höhle zu wird die Substanz des *Annulus fibrosus* merklich weicher. An glücklich gewählten mikroskopischen Objecten sieht man, wie sich zahllose feine Fasern und auf alle mögliche Weise ramificirte und vielfach untereinander oft zu zarten Netzen verbundene Bindegewebskörperchen bis in die Gallertmasse hineinerstrecken und die Grundlage des späteren *Nucleus pulposus* darstellen, welche schliesslich in frei endigende Fortsätze auswächst.

Im Greisenalter zeigen die Wirbelkörperverbindungen mehrfache Abweichungen, welche sowohl die Höhle als auch die Knorpelscheiben und den Faserring betreffen.

Die Höhle im Zwischenwirbelknorpel älterer Individuen ist bald ungewöhnlich enge, bald von ganz excessiver Weite. Das Erstere ist der gewöhnliche Fall. Es findet sich nämlich meist nur eine sehr niedere Spalte, die besonders an perpendicularen Schnitten deutlich ist und meist nicht allein den in früherer Zeit freien Partien der Knorpelscheiben entspricht, sondern auf Kosten des Faserringes viel weiter in die Peripherie

greift. Man muß sich wohl merken, daß die gewöhnlich dickeren und zerklüfteten Knorpelplatten oft so dicht aufeinander liegen, daß es für den ersten Blick den Anschein hat, als seien sie in völliger Continuität. Daß dem nicht so ist, wird nicht allein durch Hin- und Herbiegen der senkrecht zersägten Wirbelsäule deutlich, sondern noch ganz besonders dadurch, daß es gelingt an den sich berührenden Flächen der Knorpelscheiben durch Abschaben blattartig gestaltete und scharf abgegrenzte Bindegewebsfortsätze zu gewinnen. Anstatt einer einfachen Spalte bestehen häufig zwei, welche dadurch entstanden sind, daß der frühere Gallertkern, gleichsam eine *Cartilago interarticularis* darstellend, nicht, wie sonst, in eine einfache Höhle hinein frei endet, sondern zu einer die ursprüngliche Höhle durchsetzenden, continuirlichen, dicht verfilzten Masse geworden ist.

Ungleich seltener ist das andere Extrem der Höhlenbildung, die Existenz einer weiten, mit Verdünnung des Faserringes und dem Schwunde des Gallertkernes einhergehenden Räumlichkeit, welche eine Wiederholung des kindlichen Typus darstellt. Ich fand diese Bildung an der Lendenwirbelsäule eines 70jährigen Mannes. Die synoviaähnliche Flüssigkeit der Höhle enthielt viele freie Knorpelzellen und andere in der Auflösung begriffene Gewebstrümmer. Die Wandung der Höhle war nicht glatt, sondern, einem groben Sammet ähnlich, aufgefasert. Die Wahrnehmung hatte für mich deshalb ein großes Interesse, weil eine derlei Veränderung an der, mit den Zwischenwirbelknorpeln morphologisch sehr verwandten Schambeinfuge öfters in ganz ähnlicher Weise gefunden und namentlich schon von J. B. Morgagni (*De sedib. et causis morb.* Lib. III. *De morb. ventr.* Epist. XLVII.) und Weitbrecht (*Syndesmologia* p. 131.) gesehen wurde.

Nicht selten kommt es in späteren Lebensjahren vor, daß die Höhle einzelner Zwischenwirbelcapseln von einer röthlichen, succulenten Masse erfüllt ist, die ohne scharfe Grenze in das nachbarliche Gewebe übergeht oder vielmehr dessen Bestandtheile durchsetzt. Dabei ist ohne Ausnahme die eine oder beide

Knorpelscheiben an der entsprechenden Stelle zerstört. Leicht kann man sich davon überzeugen, daß das röthliche Gewebe nicht aus einer Metamorphose des Knorpels, sondern von der spongiösen Knochensubstanz des Wirbelkörpers ausgegangen ist. Die jene Masse zusammensetzenden Formbestandtheile sind theils Trümmer des Gewebes der Knorpelplatten und des Faseringes, unter welchen mir einmal mit Blutfarbestoff erfüllte Knorpelzellen aufgefallen sind und öfters bernsteingelbe Aggregate von Pigmentmoleculen; theils Gewebelemente neuer Bildung. Unter den letzteren machen sich in der Entwicklung zu Zellstoffasern begriffene Zellen, sowie Blutgefäße besonders bemerklich. Die Gefäße, deren Zusammenhang mit denen der Knochensubstanz des Wirbelkörpers unverkennbar sind, bilden öfters Schlingen und zeigen da und dort blasenartige Erweiterungen.

Die Knorpelscheiben sind bei hochbetagten Menschen fast ohne Ausnahme schmutzig gelb gefärbt und meistens auffallend verdickt. Die grössere Dicke rührt nicht vom hyalinen Abschnitte derselben, sondern von ihrer faserigen, der Gelenkhöhle zugekehrten Schichte her. Diese ist es denn auch, welche schon für das bloße Auge aussieht wie durch senkrecht gestellte Blätter und Fasern zusammengesetzt. Die freie Fläche ist bald von einer weichen, schmierigen Masse bedeckt, bald mit reichlichen, allerlei Formen darbietenden, und in die Zwischenwirbelspalte hineinragenden Binde substanzfortsätzen besetzt. Außerordentlich häufig kommt es vor, daß die Knorpelplatten in ihrer ganzen Dicke, d. h. bis auf den Knochen faserig zerfallen und reichlich, theils mit freiem, theils in Knorpelzellen eingeschlossenem Fette versehen sind. Es erinnert dieser Zustand sehr an die sogenannte Usur der Knorpel in anderen Gelenken.

Eine nicht selten auftretende Veränderung der Knorpelscheiben der Wirbelkörper besteht in einer theilweisen Ablösung vom Knochen. Sie kommt sowohl für sich vor, als auch besonders dadurch zu Stande, daß von den Markräumen der Wirbelkörper aus Blutgefäße und Zellgewebe neuer Bildung

gegen den Knorpel andrängen. Dieser erfährt dann eine allmählig gegen seine innere Fläche fortschreitende Usur, wobei er verdünnt und schliesslich durchbrochen wird.

In vielen Fällen habe ich gefunden, dass diese Zerstörung der Knorpel eingeleitet wird durch aneurysmatisch erweiterte kleinere Gefässe, die in den durch Altersosteoporose der Wirbelkörper gesetzten größeren Markräumen auftreten und für das bloße Auge, wenn sie in gröfserer Menge beisammen liegen, das Ansehen von kleineren apoplectischen Heerden darbieten. Untersucht man nun eine solche Stelle näher, dann sieht man häufig schon ohne alle Vergrößerungsmittel rundliche, rothe Punkte. So sehr es oft den Anschein hat, als seien dieses isolirte, blutkörperchenhaltige Blasen, so weist doch eine genauere mikroskopische Untersuchung nach, dass es eben nur mehr oder weniger deutlich gestielte Ausbuchtungen kleiner Blutgefässe sind, die überdiess noch in allen möglichen anderen Gestalten vorkommen, spindelartig, sackähnlich, beutelförmig u. s. f. gestaltet sind. Daneben ist gewöhnlich durch Ruptur solcher Ausbuchtungen frei gewordenes Blut, sowie Zellen in ihrer Umwandlung zu Fasern, in verschiedener Menge sichtbar. Auch an den bekannten, feingranulirten, kernhaltigen sogenannten Markzellen fehlt es nicht. Bei dieser Gelegenheit will ich bemerken, dass mir unter diesen Formelementen, zumal bei jüngeren Personen, öfters Mutterzellen derselben und in der Theilung begriffene Kerne begegnet sind und ferner, dass ich die sogenannten Markzellen nicht allein in den Räumen der spongiösen Knochensubstanz, sondern auch in der ganzen Länge der Haupthöhle der Röhrenknochen, besonders reichlich an der Oberfläche des Markes, zwischen ihr und der sogenannten Markhaut vorgefunden habe.

Jene bald nur linsen-, bald erbsengrofsen, braunrothen oder selbst stellenweise schwärzlichen Heerde befinden sich sowohl in der Mitte, als auch gegen die Endfläche der Wirbelkörper. Diese letztere Localität ist es nun, welche die Veranlassung zur Destruction der Knorpelscheiben giebt und zum Hereinwuchern in die zwischen ihnen befindliche Höhle. Derartige

Wucherungen von spongiöser Knochensubstanz aus, habe ich vor längerer Zeit auch an der Lehne des Türkensattels gesehen und in dessen Markräume zahllose blasig erweiterte Gefäßchen gefunden, während eine von dort aus durch die *Dura mater* in die Schädelhöhle gedrungene weiche, etwas gelappte Masse vorwiegend aus homogener Bindesubstanz mit reichlichen Kernen zusammengesetzt war, aber im feineren einen ebenfalls gelappten Bau zu erkennen gab.

Neben den wie immer zu Stande gekommenen Veränderungen der Knorpelscheiben findet sich sehr häufig auch eine Neubildung von Knorpelsubstanz, welche als kleine, weißse Partikeln in das Gewebe des Wirbelkörpers in der Nähe seiner Endfläche eingesprengt ist, oder als größere Lamelle erscheint, welche die im Verfall begriffene Knorpelplatte zu ersetzen bestimmt ist. Hin und wieder findet aber auch das Gegentheil statt, indem die Knorpelscheibe als schmutzig gelbe, faserig zerfallene Masse ganz abgestoßen ist und sich an ihrer Stelle eine Schichte compacter Knochensubstanz befindet, welche durch ihre Festigkeit sehr an die im sogenannten *Malum senile* der Gelenke öfters vorkommende, steinharte und abgeschliffene Knochenfläche erinnert.

Der Faserring und der mit ihm in nächster Beziehung stehende *Nucleus pulposus* zeigen im höheren Alter regelmäßig bedeutende Veränderungen. Vor Allem fällt es auf, daß ihre Masse schmutzig gelb und besonders das Gewebe des sogenannten Gallertkernes trocken und wie lamellös zerklüftet ist. Sehr gewöhnlich sieht man da und dort grüne oder braune Flecken mit oder ohne Erweichung. Die Dicke des Faserringes unterliegt vielen Verschiedenheiten. Bald reicht die Gelenksspalte weit in denselben hinein, so daß er sehr reducirt ist, bald aber auch hat er eine excessive Ausdehnung erreicht und den Umfang der Höhle auf ein Minimum beschränkt. Die von ihm ausgehende, in jüngeren Jahren weiche, in die Gelenkhöhle frei endigende, den Gallertkern hauptsächlich zusammensetzende Substanz ist in selteneren Fällen in einen bräunlichen

Detritus verwandelt, viel gewöhnlicher hat sie an Consistenz und Umfang beträchtlich zugenommen und zieht sich in völliger Continuität durch die ganze Wirbelkörperverbindung hindurch, jedoch so, daß sie mit den beiden Knorpelplatten zwei engere oder weitere Spalten begrenzt.

Eine gar nicht selten vorkommende Veränderung besteht in theilweiser Verknöcherung des Faserringes. Diese tritt gewöhnlich am vorderen Umfang desselben auf und betrifft bald nur ihn allein, bald zugleich das *Lig. longit. ant.* Es verbindet sich mit dieser Verknöcherung sehr oft das Auftreten kleinerer und größerer bisweilen sehr zahlreicher Exostosen entlang dem Rande des Wirbelkörpers. Diese zeigen sich inzwischen auch häufig genug ohne wesentliche Veränderung des Faserringes. In jüngster Zeit habe ich am 3ten und 4ten Lendenwirbel wallnufsgroße Exostosen gefunden, welche sich vom Rande aus über die vordere Fläche des Wirbelkörpers ausbreiteten, ohne daß daran der Faserring Theil genommen hat. Bisher habe ich nur wenige Male vollständige Synostosen zwischen einzelnen Wirbelkörpern als Altersveränderung gefunden, wie sie an den unteren Wirbeln des Kreuzbeines als Regel bestehen; dagegen mehrere Male in dem Grade, wie sie sich zwischen dem 1sten und 2ten, und 2ten und 3ten Kreuzbeinwirbel selbst bei Greisen finden, wo nämlich nur der Umfang knöchern, während das Innere der Verbindung zum Theil wenigstens noch faserknorpelig ist.

Als eine von der Verknöcherung zu unterscheidende Abweichung muß ich die einfache Absetzung von Kalksalzen in das Gewebe des Faserringes bezeichnen. Man findet es bisweilen, daß kleinere, kreideweisse Kalkkörner zwischen die Faserung eingestreut sind, welche sich leicht zerdrücken lassen und durch Zusatz von Salzsäure unter reichlicher Gasentbindung zur Lösung gebracht werden.

Unter den Formbestandtheilen des nicht verknöcherten Faserringes machen sich außer sehr dicken Faserzügen ausgezeichnet große Knorpelzellen bemerklich. Ich habe deren

schon vom Umfange eines Mohnsamenkornes gefunden, erfüllt von einer unübersehbaren Brut von Tochterzellen. Außerdem fallen besonders viele sehr dickwandige mit ganz kleiner Höhle versehene, sowie sogenannte eingeschachtelte, eine reiche concentrische Streifung darbietende Zellen auf. Zu wiederholten Malen habe ich auch Zellen zu Gesichte bekommen, welche pflanzlichen Porenzellen glichen und viele Aehnlichkeit mit der von Henle (Allgem. Anatomie Taf. V. Fig. 8.) gegebenen Abbildung einer Knorpelzelle aus der Epiglottis dargeboten haben.

