DIE

ARCHITECTUR DER KINDLICHEN SKOLIOSE

VON

DR. CARL NICOLADONI,
O. Ö. PROFESSOR DER CHIRURGIE AN DER K. K. UNIVERSITÄT INNSBRUCK.

(Mit 22 Tafeln und 6 Textfiguren).

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 12. OCTOBER 1893.

Digitized by the Harvard University, Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Copyright Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

In meiner letzten Arbeit über Architectur der Skoliose[1] habe ich zum ersten Male auf eigenthümliche Befunde an den Bogenepiphysen einer noch jugendlichen hochgradigen Skoliose aufmerksam gemacht, welche ich durch eine, zwischen concaver und convexer Hälfte der skoliotischen Wirbel höchst ungleich vertheilte Wachsthumsenergie zu erklären suchte.

Ich habe mich dabei speciell auf den jugendlichen zweiten Lendenwirbel einer Skoliosis lumbalis sinistro convexa und den siebenten Brustwirbel der dazu gehörigen hochgradigen Skoliosis dorsalis dextro convexa bezogen, welche nach gründlicher Maceration noch die Epiphysenfugen der Bogenwurzeln an ihrer oberen und unteren Fläche, und zwar an der concaven Seite tief und deutlich, an der convexen Seite jedoch nur in Spuren erkennen liessen.

Fig. 1.

Ich muss in gegenwärtiger Abhandlung auf diese beiden Wirbel wieder zurückkommen, weil sie den Ausgangspunkt neuer Untersuchungen bildeten, welche ich, angeregt durch die Einwürfe Albert's[2] in seiner Abhandlung: »Zur Theorie der Skoliose«, an kindlichen, mindergradigen Skoliosen angestellt habe und im Nachfolgenden mittheilen werde.

Ich erlaube mir daher, die beiden wichtigen Wirbel in ihrer Abbildung an die Spitze dieser Arbeit zu stellen und auf die Äusserungen zurückzugreifen, welche ich vor vier Jahren über das Zustandekommen ihrer merkwürdigen morphologischen Verhältnisse gemacht habe, und will daran gleich die höchst anregenden Einwände fügen, die Albert der Deutung meiner Befunde entgegenstellte.

In Fig. 1, dem zweiten Lendenwirbel einer jugendlichen Skoliosis lumbalis sin. convexa, finden »wir trotz der Mindergradigkeit der Verkrümmung den Napf des Nucleus pulposus weit excentrisch in der

[1] Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissensch. in Wien, Bd. LV, 1889.
[2] Albert, Zur Theorie der Skoliose. Wien 1890. Alfred Hölder.

Convexität gelegen und auch die hier allein deutlich sichtbare concavseitige Bogenepiphysenfuge in weitem Abstande von ihrer kurzen, aber um so massigeren Bogenwurzel. Man beachte aber wohl den Stand des Venenemissariums an der hinteren Wirbelkörperfläche, wie genau der Lage des Nucleus pulposus entsprechend dasselbe gegen die convexe Seite der Verkrümmung hinausgewandert ist«.

Was bedeuten nun diese sonderbaren Befunde?

Ich habe damals dafür folgende Erklärung gegeben: »Sobald einmal ein höherer Grad von habitueller Skoliose eines jugendlichen Individuums entwickelt, also im Bereiche der concaven Seite der Krümmung eine beträchtliche Contractur ausgebildet ist, ruht die ganze, ober einem skoliotischen Scheitelwirbel befindliche Last gar nicht mehr im Wirbelkörper, sondern auf den Processus articulares, welche daher sehr frühzeitig schon bedeutende, den neuen statischen Leistungen entsprechende, auch von Lorenz[1] des Näheren gewürdigte Form- und Grössenveränderungen eingehen. An dem Tragen dieser Last nehmen höchstens noch die der Bogenwurzel unmittelbar benachbarten Partien des Wirbelkörpers theil, während alle anderen Regionen desselben schon von der concavseitigen Bogenepiphyse angefangen nur mehr ein Minimum der Körperlast zu tragen haben, und zwar um so weniger, je mehr sie sich der convexseitigen Wirbelhälfte nähern. Entsprechend diesem in die Processus articulares hineinfallenden excentrischen Drucke der Körperlast erfährt der Scheitelwirbel durch die Neigung der benachbarten Wirbel auf ihre concavseitigen Gelenkfortsätze eine solche Vertheilung zwischen Maximum der Pressung und Druckentlastung, dass dadurch das Gros des Wirbelkörpers gegen die convexe Seite der Krümmung hinübergedrückt würde, wenn derselbe aus einer weichen Masse bestünde. Anstatt dessen antwortet der Wirbel durch ein energisches Wachsthum gegen die Convexität, d. i. die druckfreie Seite, hinaus, welche aber schon um die concave Bogenepiphyse herum beginnt, und die ihr fest stehendes Centrum im Proc. articularis der concaven Seite besitzt.«

Albert stellt dieser Deutung mit Recht die Thatsache gegenüber, dass die jenseits des Emissariums gelegene (convexseitige) Hälfte des Wirbelkörpers doch auch in die Quere wachsen wird, und zwar noch mehr als die concavseitige, weil hier die Entlastung noch bedeutender ist. Es wird also der convexseitige Wirbelkörperrand und die convexseitige Bogenwurzel durch das vermehrte Wachsthum nach der Seite der Convexität hinausrücken und somit die Distanz zwischen Emissarium und der convexseitigen Bogenwurzel sich auch vergrössern müssen. Wenn nicht, dann macht das quere Wachsthum am Emissarium Halt und der ganze Vorgang spielt sich nur am concavseitigen Theile des Wirbelkörpers ab.

Albert hat ferner an einer doppelt gekrümmten, den 2.—9. Dorsalwirbel umfassenden Columna, an deren einzelnen Wirbelkörpern die sogenannten Körperscheiben noch so ziemlich erhalten waren, jenen eigenthümlichen morphologischen Befund der concaven Wirbelhälfte, in dessen Deutung ich einem entschiedenen Irrthume ausgesetzt war, bestätigen können.

Er gibt darüber folgende Beschreibung: »An ihren drei oberen Wirbeln sah man, wie sich die obere Fläche nach rechts, d. i. nach der Concavität verlängert, indem sie gleichzeitig auch schmächtiger wird. Fünfter und sechster Wirbel sind Interferenzwirbel. Am siebenten beginnt aber bereits wieder die skoliotische Form der Basalfläche. Da die Krümmung des Segmentes eine entgegengesetzte geworden ist, so ist die Basalfläche nach links verlängert, sie läuft förmlich in einen Zipfel aus. Am achten und neunten Wirbel ist auch das Wirbelloch entschieden ovoid, die Basalflächen sind, wie die Reste der Körperepiphyse zeigen, auf der convexen rechten Seite noch von nahezu normaler Configuration, aber auf der concaven Seite wächst die Fläche in einen schmäleren Zipfel aus, der sich bis über die concave Bogenwurzel legt.«

Er fügt diesem Befunde folgendes Urtheil hinzu: »Wenn ich einen der vorliegenden Wirbel z. B. den siebenten betrachte und, die Mitte der hinteren Wirbelfläche in's Emissarium verlegend, frage, welcher Theil des Wirbels in die Quere gewachsen ist, so kann ich nur sagen, der linke concave; an der convexen Hälfte sehe ich keine auffallenden Gestaltveränderungen, insbesondere aber nicht ein Wachsthum in die Breite; eine entschiedene Verbreiterung finde ich links.«

[1] Lorenz, Pathologie und Therapie der Skoliose. 1886.

Albert wendet sich dann wieder zu einer in meiner Abhandlung unter Fig. XXV gelieferten Abbildung des siebenten skoliotischen Brustwirbels der oben erwähnten jugendlichen Skoliosis dorsalis d. convexa, welche ihm für das zu Stande kommen dieser eigenthümlichen Gestaltveränderungen als Aufschluss gebend erscheint.

Meine für diesen wichtigen Punkt angezogene Erklärung lautete:

»Wir sehen an ihm bei der Betrachtung von oben (Fig. II) den kurzen, mit einer Apophyse versehenen linken Proc. transversus, die kurze, schmächtige linke Bogenwurzel, den breit gedrückten Proc. articularis. Bei *a* findet sich die tiefe, dem Nucleus pulposus entsprechende Lücke, rechts und links davon die noch kennbaren Furchen der ehemaligen Bogenepiphysen. (*bb.*) Was daher diese beiden zwischen sich fassen, ist unzweifelhaft Wirbelkörper. — Und wo steht dieser? Mit seiner ganzen Masse in der convexen Seite der Krümmung, und zwar gegen diese Seite hinübergedrängt durch ein grosses Knochenstück *bc*, welches sich zwischen concavseitiger Bogenepiphyse und Ursprung der schmächtigen concaven Bogenwurzel eingeschoben hat. Unmittelbar vor Abgang der letzteren zeigt das eingeschaltete Knochenstück die Spuren von Pressung in Gestalt einer die Wandung des Wirbelkörpers überragenden Verbreiterung. Die gleichen Verhältnisse finden sich an der unteren Fläche (Fig. III) dieses Wirbels mit derselben Deutlichkeit wieder.

Fig. II.

Albert kritisirt darüber folgendermassen:

»Wir könnten die Beschreibung von Wort zu Wort acceptiren, bis auf einen Punkt. Dass der Wirbelkörper durch das Knochenstück *bc* bis gegen die convexe Seite hinübergedrängt ist, das sehen wir nicht. Wir sehen einfach, dass neben der concavseitigen Bogenepiphysenlinie ein grosses Knochenstück liegt; die Lage kann man sehen, den Vorgang des Hinüberdrängens nicht, das ist hinein interpretirt. Wir sehen also auf der concaven Seite zwischen der Grenze des Wirbelkörpers und der Bogenwurzel ein grosses Knochenstück *bc*, dieses wird sich wohl an dieser Stelle entwickelt haben. Diese Stelle gehört aber der Concavitätsseite an.

Fig. III.

Der concave Theil des Wirbels ist dadurch vergrössert, insbesondere verbreitert, das Knochenstück hat sich zu Gunsten des concaven Theiles des Wirbels entwickelt. Dem entsprechend ist auch die Distanz des Emissariums von der concavseitigen Bogenwurzel bedeutend grösser geworden. Die concavseitige Wirbelhälfte ist also in die Fläche vergrössert, an der convexen sieht man keine Zeichen der Vergrösserung. Genau dieselben Verhältnisse zeigt die Ansicht desselben Wirbels (Fig. III) von unten her. Auch hier sieht man neben dem Wirbelkörper an der concaven Seite ein grosses und an der convexen Seite ein kleines Knochenstück.«

Bei Betrachtung dieses Wirbels bemerkte ich:

»Unmittelbar vor Abgang der concaven Bogenwurzel zeigt das eingeschaltete Knochenstück die Spuren der Pressung in Gestalt einer die Wandung des Wirbelkörpers überragenden Verbreiterung.«

Albert erblickt »in der gesammten flächenhaften Ausdehnung des eingeschalteten Knochenstückes den Ausdruck der Pressung« und glaubt »dass dieses Stück nach allen Richtungen in die Fläche wächst, ja am Rande förmlich überquillt.«

Ich habe diese Punkte so ausführlich wiedergegeben, weil es jene sind, auf welchen Albert und ich in der Skoliosenfrage uns begegneten.

Ich glaube sie sind äusserst wichtige, weil in diesen eigenthümlichen, auch von Albert so sehr gewürdigten Verhältnissen um die concavseitigen Bogenepiphysen herum, mir der Schlüssel zum Verständnisse der Gestalt des skoliotischen Wirbels gelegen zu sein scheint.

Gleich nach der Einsicht in Albert's l. c. gegebene Ausführungen über diesen Gegenstand habe ich sofort die Haltlosigkeit meiner ersten Deutung erkannt. Ich wurde durch die zähe Mühe, am alten skoliotischen Wirbel durchaus ein ehemaliges Vorn und Hinten und damit die ehemalige sagittale Axe heraus zu construiren, auf den Abweg geführt, in seine convexe Seite ein vermehrtes Wachsthum, in die concave jedoch einen Stillstand desselben zu verlegen, eine Deutung, die in ihrer Consequenz mich dahin führte, jene eigenthümlichen Verhältnisse um die Bogenepiphyse herum damit zu erklären, dass das vermehrte Wachsthum bereits weit hinter der concavseitigen Bogenepiphyse mit der Richtung nach der Wirbelkörpermitte zu beginne.

Es war daher für mich nach den klaren und sachlichen Einwänden Albert's die Anregung gegeben, diese eigenthümlichen Verhältnisse näher zu studiren. Dass das hiefür allein brauchbare Material nur an kindlichen skoliotischen Wirbelsäulen gewonnen werden konnte, war natürlich; denn mit Recht bemerkt Albert: »An Präparaten hochgradiger alter Skoliosen — und in der Regel sind es nur solche, die uns in den Museen zur Verfügung stehen — findet man nur die letzten stehen gebliebenen Phasen der Umänderungen; was mag Alles vorausgegangen sein?«

Herr Professor Chiari in Prag, der mich schon bei meinen früheren Arbeiten so wesentlich gefördert hat, lieferte mir durch die gütige Überlassung und Zusendung von kindlichen Skoliosen allein die Möglichkeit, das vielumworbene Thema nach dieser Richtung hin zu bearbeiten, und wenn es mir gelungen ist, dieselben mit einigem Nutzen durchforscht zu haben, so danke ich es der Liebenswürdigkeit dieses Collegen, der dadurch an dem Fortschreiten meiner Specialstudien das aufmunterndste Interesse an den Tag gelegt hat.

Es waren vorzüglich zwei Hauptgesichtspunkte, von denen aus die Untersuchungen von Neuem wieder aufzunehmen waren.

Der erste wurde eben ausführlicher besprochen; er erforderte eine Reihe neuer Flächenschnitte, die an decalcinirten, in Celloidin eingebetteten kindlichen Skoliosenwirbeln gewonnen wurden.

Ich verweise in Bezug darauf auf eine von mir l. c. gemachte Äusserung, wonach, entsprechend dem in die Proc. articulares hinein fallenden excentrischen Druck der Körperlast, ein skoliotischer Wirbel eine solche Vertheilung zwischen Maximum der Pressung und Druckentlastung erfährt, dass dadurch das Gros des Wirbelkörpers gegen die convexe Seite der Krümmung hinübergedrückt würde, wenn derselbe aus einer weichen Masse bestünde.

Der zweite galt der Formveränderung des skoliotischen Wirbels in der Richtung von hinten nach vorne.

Albert bezeichnet das Gesammtresultat derselben an der Columna als Reclination, deren Wesen darin gelegen ist, dass der skoliotische Wirbelkörper in doppeltem Sinne keilförmig wird; er ist nicht nur von einer Seite zur anderen, sondern auch von vorne nach hinten abgeschrägt.

In der Fig. 9 seiner hier des öfteren citirten Abhandlung findet sich dieses Verhältniss bereits deutlich hervorgehoben.

Mit dieser Gestaltveränderung, die, wie ich später zeigen werde, nicht so sehr direct von hinten nach vorne gerichtet ist, sondern vom Proc. articularis aus in der verlängerten Axe der concaven Bogenwurzel weiter verläuft, verknüpft sich eine eigenthümliche Ummodelung der Gelenkflächen. Sie erscheinen nach Albert an der convexen Seite stärker aufgerichtet, an der concaven nach vorne geneigt.

Die Aufhellung dieser zweit wichtigen Verhältnisse erforderte eine Reihe von Schnitten, welche, in der Axe der Bogenwurzel verlaufend, die Gelenke der Processus articulares und jenen Theil des Wirbelkörpers enthielten, welcher in der verlängerten Axe der Bogenwurzeln gelegen war.

Daran mussten schon der Vollständigkeit halber sich frontale Schnitte schliessen, die in verschiedener Tiefe des skoliotischen Wirbels geführt wurden.

Bei den beiden letzten Untersuchungsreihen musste auf Wirbelpaare, die in ihren Gelenksverbindungen belassen wurden, zur Aufdeckung wichtiger Formverhältnisse Rücksicht genommen werden.

Die Anregung, namentlich zu diesen letzteren Untersuchungen, entnahm ich vorzüglich dem Kapitel »Reclination« der Abhandlung Albert's.

Digitized by Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original downloaded from The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ich kann nicht umhin, aus demselben folgende für das Endergebniss meiner Arbeit bedeutsame Worte besonders hervorzuheben:

»Ein entschieden skoliotischer Wirbel zeigt die Asymmetrien seines Baues nach so verschiedenen Richtungen, dass kaum ein Punkt der concavseitigen Hälfte zu dem entsprechenden Punkte der convexseitigen Hälfte die normale Relation zeigt. Der Umbau ist ausserordentlich gründlich. Der Gesammteindruck ist wohl der, dass, was in der einen Dimension verloren geht, in der anderen gewonnen wird.« — — —

»Im Ganzen und Grossen macht es den Eindruck, als ob die convexe und concave Wirbelhälfte jede ein gleiches Quantum an Materiale, aber in asymmetrischer Verwendung aufwiese.«

Nach meinen letzten Untersuchungen an kindlichen Skoliosen muss ich gestehen, dass in diesen wenigen Worten der ganze Inhalt des Wesens der Skoliose niedergelegt ist.

Bevor ich zum beschreibenden Theile dieser Abhandlung übergehe, muss ich es vorausschicken, dass ich das Hauptgewicht derselben in die Abbildungen verlegt habe.

Sie sind Reproductionen von Photographien, in $1^1/_2$ der natürlichen Grösse, nach Schnitten abgenommen, die aus einer grossen Anzahl wegen ihrer Klarheit und Anschaulichkeit ausgewählt wurden. — Ich habe die Fournierschnitte in der Dicke von 0·1 *mm* angefertigt und dieselben in Carmin, welches für die photographische Abbildung eine sehr taugliche Farbe gibt, färben lassen.

Mein Schüler, Operationszögling Dr. Erlacher, hat im Einschliessen und Aufstellen der Präparate mir mit vielem Geschick und Eifer für die Sache eine grosse, dankenswerthe Hilfe geleistet, mit der ich, wie ich glaube, im Stande war, Bilder zu liefern, welche manches Neue und Wichtige in der Anatomie der Skoliose zu Tage förderten.

Ich muss darauf rechnen, dass, wer immer sich für diese Frage interessirt und an Allem, was in letzter Zeit über Skoliose gearbeitet und gedacht wurde, empfänglichen Antheil genommen hat, diese Abbildungen einer genauen Durchsicht unterziehen werde, weil an ihnen nichts gekünstelt ist, sondern sie Alle ihre natürliche Sprache sprechen, die für den in dieses Thema bereits Eingeführten so verständlich ist, dass ich hoffen darf, sie werde dem, die Abbildungen aufmerksam Studirenden dieselben Gedanken erregen, zu welchen ich selbst über das Wesen der skoliotischen Verbildungen schliesslich gelangen musste.

Skoliose I. (Taf. I—IX).

Länge der Wirbelsäule vom ersten Brustwirbel bis zum letzten Lendenwirbel 28 *cm*.

$6^1/_2$ jähriges Mädchen, keine Zeichen von Rhachitis. Skoliosis dorsalis sin. convexa des zweiten und dritten Brustwirbels minderen Grades.

Skoliosis dorsalis dextro convexa höheren Grades mit siebentem und achtem Brustwirbel als Scheitelwirbel.

Abweichung der Falx der Fascia longit. anterior von der Medianlinie am dritten Brustwirbel $^3/_4$ *cm*,
» » » » » » » » » » achten » 2 *cm*.

Weder an der oberen noch an der unteren Brustkrümmung berühren sich an der concaven Seite die Rippen, auch nicht die Querfortsätze; dem entsprechend fehlen an diesen Knochen und Knochentheilen alle Spuren von gegenseitiger Pressung.

Diese kindliche Wirbelsäule wurde zerlegt und mit Ausnahme des siebenten Brustwirbels für horizontale Fournierschnitte verwendet. — Letzterer wird in Schnitte zertheilt, welche in der Axe der Bogenwurzeln durch die Gelenkfortsätze und benachbarten Theile der Wirbelkörper verlaufen.

Die von den einzelnen Wirbeln angefertigten Serienschnitte, welche auf Taf. I—IX, Fig. 1—50, wiedergegeben sind, lassen folgende eigenthümliche Verhältnisse erkennen:

Fig. 1. Zwei Brustwirbel aus der kurzen linksconvexen Verkrümmung des oberen Dorsalsegmentes. Schnitt von oben und hinten gesehen, aus der oberen Wirbelhälfte. Beide Proc. transversi verlaufen in

Digitized by the Harvard University Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original Downloaded from The Biodiversity Heritage Library (http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at)

einer Geraden, die als Grundlinie des Flächenbildes sich darstellt. Zu ihr bildet die Axe der rechten concavseitigen Bogenwurzel einen Winkel von 120°, während die der linkseitigen convexen auf ihr nahezu senkrecht steht.

Die erstere ist schlank, die letztere breit und plumper, während hingegen der concavseitige Proc. transversus den der anderen Seite in jeder Richtung an Ausdehnung und Masse übertrifft.

Die Bogenepiphysenfuge der rechten Seite ist in ihrer ganzen Ausdehnung erhalten und gut entwickelt, an der convexen Seite jedoch ist sie nur durch zwei kurze, 2 und 3 *mm* lange Stücke angedeutet, welche von einander und von der benachbarten Compacta durch dazwischen tretende Spongiosa getrennt sind.

Ihre Entfernung in der Richtung der Bogenwurzelaxe von der Basis des Grundrisses ist sehr verschieden, sie beträgt an der concaven Seite 18 *mm*, an der gegenüberliegenden 14 *mm*, die Neigung der letzteren Epiphyse zur Grundlinie 18°, die der ersteren 30°.

Das Wirbelloch ist nach links hin verzogen. Das von den medialen Enden der Epiphysenfugen begrenzte hintere Längsband ist gegen die convexe Seite hin verrückt und der von diesem Punkte aus zur Spitze *a* gemessene Umfang wird von dem concavseitigen zur Spitze *a'* um ein Beträchtliches übertroffen.

Der zwischen den Epiphysenfugen liegende Theil des Körpers hat eine vordere und zwei seitliche Begrenzungslinien; letztere stehen zur Grundlinie im selben Grade schief wie die gleichnamigen Bogenwurzeln, wodurch der ganze Körper in gleicher Weise wie das hintere Längsband gegen die Convexität der Krümmung hin verrückt erscheint.

Dasselbe gilt natürlich von der vorderen Begrenzungslinie, welche überdies stark nach links hinsieht und daher ebenso wie die dahinterliegende, dem Wirbelkörper entsprechende Fläche eine deutliche Schwenkung von rechts nach links hin, gegen die Convexität der Krümmung, ausgeführt hat.

Das daneben angedeutete Rippenende schmiegt sich dem Verlaufe der concavseitigen Bogenwurzel an.

In Fig. 2, welche einer tieferen Schichte entspricht, ist der Unterschied zwischen convex- und concavseitigem Proc. transversus noch auffallender. Ferner ist die convexseitige Bogenepiphyse bis auf zwei ärmliche Knorpelstreifen verschwunden, die in Fig. 3 nur mehr eben wahrnehmbar angedeutet sind.

Fig. 4 liegt bereits in der Höhe des Intervertebralloches, unterhalb der Proc. transversi. Als Basis des Flächenrisses tritt ein zwischen beiden Bogengelenken liegendes Stück des Wirbelbogens auf, das ich als Segmentum interarticulare besonders bezeichnen will, weil es bei diesen tiefen Schnitten als Grundlinie eine besondere Rolle spielt.

Bei *a* und *a'* tauchen eben die Spitzen der Bogengelenke knapp nach innen von den Enden des Segmentes auf.

Die Distanz zwischen *a a'* und dem benachbarten Wirbelkörper ist an der concaven Seite um reichlich 1 *mm* breiter, als an der convexen.

Der ganze Wirbelkörper erscheint gegen das Segmentum interarticulare nach links, d. i. gegen die Convexität verschoben und die vordere Begrenzungslinie des Wirbelkörpers hat eine merkliche Schwenkung gegen die Convexität ausgeführt, der Art, dass die Entfernung der Ecke *b* von *a* 19·5, die der Ecke *b'* von *a'* hingegen 23·5 *mm* beträgt.

Die unmittelbar vor der ebenfalls nach links verrückten Fascia long. posterior stehenden Marklücken neigen sich nach links und an der convexen Seite ist die Bogenepiphysenfuge vollständig verschwunden.

In Fig. 5 neigt sich die Verbindungslinie zwischen der Symphysenenge des Segmentes und dem hinteren Längsbande merklich gegen die linke Seite.

Die concave Hälfte des Segmentes dieses Schnittes überragt in der Länge und Dicke die convexe um ein Beträchtliches.

In Fig. 6 beginnt die convexseitige Bogenepiphyse in Form eines am Wirbelloche beginnenden Knorpelstreifens wieder zu erscheinen und in dem schon nahe der Basis des Wirbelkörpers geführten Schnitte der Fig. 7 sind beide Knorpelstreifen entwickelt, die zum Segmentum interarticulare dieselben

Digitized by Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original uploaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; http://www.zobodat.at

Neigungsverhältnisse besitzen, welche in Fig. 1 bereits gewürdigt wurden. Sie lassen die Schwenkung der zwischen den Fugen liegenden Körpermasse nach links hin noch auffälliger erscheinen.

Der Fig. 8 entsprechende Schnitt liegt bereits in der basalen Epiphyse; der getroffene Rest des Wirbelkörpers liegt stark in der Convexität. Eine diesen Rest halbirende Linie neigt sich stark gegen die linke convexe Seite und ist gegen eine, die Andeutung des Dornfortsatzes und hinteres Längsband verbindenden, ebenfalls nach links geneigten Gerade, convexwärts abgebrochen.

Am dritten Brustwirbel wurden analoge Verhältnisse aufgedeckt.

Der vierte Brustwirbel bot einen eigenartigen Formenreichthum.

Die Schnitte Fig. 9, 10, 11, 12 fallen in die obere Körperepiphyse. Wir erkennen zuvörderst (Fig. 9) den in der Convexität stehenden Nucleus pulposus, neben welchem in den nächst tieferen Schichten ein an Umfang stetig zunehmendes Knochenstück auftritt, das der concaven Hälfte angehört und diese stark nach vorne herauswölbt. Dadurch erscheint die vordere Begrenzungslinie des Wirbelkörpers aus zwei Stücken zusammengesetzt: einem kleineren schwächer gekrümmten, den Nucleus pulposus umkreisenden und einem viel grösseren, stärker gebogenen, der concaven Wirbelkörperhälfte entsprechenden, welche beide in einer seichten, gegen die Convexität schauenden Bucht aneinanderstossen.

In Fig. 9 und 10 sind beide Proc. articulares in der Nähe ihrer Basis getroffen. Der concave ist von vorne nach hinten zusammengedrückt, überragt aber sein Gegenüber um 2 *mm* in der Breite.

Der ihren Gelenksflächen angehörende Knorpelstreifen sieht an der convexen Seite direct nach hinten, an der concaven hingegen noch überdies stark nach aussen, und ein Blick auf Fig. 11 und 12 lehrt, dass diese eigenthümliche Stellung direct mit der Neigung der Bogenwurzel, aus welcher die Gelenkfortsätze emporsprossen, zu der Grundlinie des Flächenrisses zusammenhängt.

Verbindet man *a a'* mit einer Geraden, welche als Grundlinie anzusehen ist, so erscheint die concave Bogenwurzel gegen diese Horizontale in einem Winkel von 115°, die convexe in einem solchen von 94° geneigt.

In gleicher Neigung wie die Bogenwurzeln verläuft die laterale Begrenzung des Wirbelkörpers und mit ihr das daran sich schmiegende Rippenende, dessen Verlauf und Stellung wie Fig. 11 und 12 deutlich zeigen, durch das Verhalten der Bogenwurzeln und dem dazu gehörenden Körpertheile bestimmt wird.

Dem entsprechend geschieht es auch, dass in Folge der starken sagittalen Entwicklung der concavseitigen Wirbelhälfte das concave Rippenköpfchen stark nach vorne gezogen ist und der übrige Theil der concavseitigen Rippe dieser mit der Axe der rechten Bogenwurzel parallel verlaufenden Richtung folgt, während an der convexen Seite das Rippenköpfchen zurücksteht und im Sinne des Verlaufes der linken Bogenwurzel convexwärts aufgebogen erscheint.

Es beträgt die Entfernung *a b* Fig. 12 17 *mm*, *a' b'* 18·5 *mm*. Auffallend ist ferner, wie das in die Verlängerung der concavseitigen Bogenwurzel fallende Terrain des Wirbelkörpers jenes der convexen Seite überragt. Durch den in Fig. 12 auftretenden Knochenkern erscheint in dessen medialer Begrenzungslinie der Wirbelkörper eine schief zur oben erwähnten Contourbucht ziehende Axe eingezeichnet erhalten zu haben, welche den Flächenriss des Wirbelkörpers in eine kleinere convexe und beträchtlich grössere concave Hälfte abtheilt.

Es beträgt die Entfernung *a c* 23·5, die *a' c'* 28 *mm*.

In Fig. 13 fällt die Verziehung des Wirbelloches nach der convexen Seite, mit der starken Verschiebung des hinteren Längsbandes in der nämlichen Richtung, besonders auf, und ein näherer Blick auf den Wirbelkörper lehrt, dass hier zum ersten Male die Maschen der Spongiosa in der convexen linken Hälfte weiter gewoben sind, als in der concaven Hälfte.

In den innerhalb und unter der Mitte dieses Wirbels geführten Schnitten Fig. 14, 15 und 16 obwalten ähnliche Form- und Gestaltverhältnisse. Es verdient aber an diesen hervorgehoben zu werden, dass hier die convexseitige Bogenepiphyse zu verschwinden beginnt, und dass die zu dem hier deutlich erkennbaren, hinteren Venenemissarium gehörenden grösseren Spongiosalücken stark nach links zur Convexität neigen,

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und in ihrer idealen Verlängerung gerade auf die oben hervorgehobene Bucht im vorderen Wirbelcontour hinzielen.

In Fig. 16 sieht man wieder die weiteren Maschen der linksseitigen Spongiosa und in allen letztgenannten drei Figuren imponirt der rechte Proc. transversus durch seine überwiegende Mächtigkeit.

In dem nahe der Basis des vierten Brustwirbels geführten Schnitte fliesst die concavseitige Epiphysenfuge mit der basalen Epiphyse zusammen und an der convexen Seite ist sie in $^2/_3$ ihrer Ausdehnung wieder erschienen. (Fig. 17.) In nächst tieferer Schichte hat letztere wieder ihre volle Länge erreicht, um später ebenso wie ihr Gegenüber mit der basalen Epiphyse zu verschmelzen.

Der nächst untersuchte achte Brustwirbel gehört der Höhe der zweiten, mit der Convexität nach rechts gerichteten, stärkeren skoliotischen Verkrümmung an.

Er zeigt analoge Verhältnisse, aber entsprechend der Skoliosis dextro convexa in entgegengesetzter Vertheilung und in einem höher entwickelten Grade.

In Fig. 18 und 19 reicht ein Stück der terminalen Körperepiphyse in den Beginn der linken concavseitigen Bogenwurzel herein, und ist mit dem anliegenden Rippenköpfchen verschmolzen. — In der convexen Hälfte des Körpers steht eine stark nach rechts sehende Spongiosa, die excentrisch rechts weitmaschiger gewoben ist, als in ihrer übrigen Ausbreitung.

Die rechte Bogenwurzel ist bereits steil übergeneigt, die linke concavseitige in einem Winkel von 112° zur Linie $a\ a'$ gestellt.

In Fig. 20 und 21 erkennt man an der starken Neigung der Bogenwurzeln den höheren Grad der Skoliose. Die concave bildet mit der Grundlinie $a\ a'$ einen Winkel von 116°, die convexe einen solchen von 95°.

Die linke Bogenwurzel ist lang und, wie der Verlauf und die Stellung ihrer Epiphyse zeigt, weit in den Wirbelkörper hineingeschoben. In diesem der Mitte des Wirbels angehörenden Schnitte fehlt die convexseitige Bogenepiphyse vollständig und nur das, im stark nach rechts hin verzogenen Wirbelloch weit convexwärts stehende, hintere Längsband deutet die Stelle an, wo jene zu stehen hätte. Es überragt die concave Bogenwurzel mit ihrem grossen Körperstücke die convexe um ein Bedeutendes in ihrer Längenausdehnung von hinten nach vorne.

Der rechte Proc. articularis ist lang und schlank, der linke concavseitige kurz, dabei aber sehr breit, wie aufgetrieben.

Das in Fig. 20 und 21 sehr scharf ausgeprägte Maschenwerk zeigt in der convexen Wirbelhälfte excentrisch stehende weite Lücken, von zarten Bälkchen eingeschlossen, die in der Nähe der concaven Bogenepiphyse dicker werden und viel engere Lücken umfassen. — Im Vergleich zur convexen Seite fällt an der linken Bogenwurzel das compacte Gefüge auf; nur der gedrungene breite Proc. articularis enthält eine weitmaschige und mehr zartbalkige Spongiosa. Am dichtesten gefügt ist der Knochen an jenem, der Basis der beiden Proc. articulares entsprechenden Punkte *b* (Fig. 21), an welchem die Axen der Bogenwurzel des Processus transversus und das Segmentum interarticulare aufeinander treffen. —

Die Neigung der die Mitte des Segmentum mit der Fascia longit. posterior verbindenden Geraden zur Linie $a\ a'$ beträgt in Fig. 20 112°.

Im nächstfolgenden neunten Brustwirbel, der bereits ausser dem Bereich des Scheitels der skoliotischen Krümmung liegt, finden wir dem entsprechend eine geringere Neigung der Bogenwurzeln zu $a\ a'$.

Man erkennt aber wieder in Fig. 22, 23 und 24 die asymmetrische Structur in der Spongiosa des Wirbelkörpers mit den grossen Maschenräumen in der Convexität, ferner die fast voll entwickelte concave Bogenepiphyse, sowie deren gänzlichen Mangel an der convexen Seite dieses Schnittes, welcher knapp unterhalb der Mitte des Körpers durch den geschlossenen Bogenring geführt wurde.

In Fig. 25 und 26, welche tieferen, der Basis des Wirbelkörpers sich nähernden Schnitten angehören, taucht die convexe Bogenepiphyse allmählich an Ausdehnung zunehmend wieder auf, wird aber von der

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library (http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologie.uni.hamburg.de)

concaven an Länge und Breite weitaus übertroffen. Letztere steht in den Fig. 26, 27 und 28 vor einem enorm grossen Körperstücke der concaven Bogenwurzel, und die Distanz dieser von dem Segmentum interarticulare ist an ihrer Seite um ein Beträchtliches grösser als drüben. So beträgt in der Fig. 27 die Distanz des Punktes *a* von der Mitte der concaven Bogenepiphyse 22 *mm*, die des Punktes *a'* von seinem benachbarten Epiphysenknorpel nur 16 *mm*. Durch diese Differenz erscheint der eigentliche Wirbelkörper nach rechts hin geschwenkt und durch eine Überentwicklung der concavseitigen Wirbelhälfte in die Fläche hat der vordere Körpercontour wieder eine hochgradige Frontverschiebung gegen die rechte, d. i. die convexe Seite hin ausgeführt. — Am auffallendsten tritt diese Gestaltveränderung in Fig. 29 und 30 zu Tage, wo sich dazu noch eine stark nach rechts hin gerichtete Verschiebung des ganzen Wirbelkörpers gesellt.

Die Neigung der Axe des Wirbelloches zum Segmentum beträgt an diesen Schnitten 75°, und verbindet man das hintere Längsband der Fig. 27 mit der bälkchenärmsten und am lockersten gewobenen Stelle der Körperspongiosa, so ist diese Körperaxe gegen die Axe des Wirbelloches in einem Winkel von 172° gebrochen.

An allen letztgenannten Schnitten übertrifft der Proc. transversus der concaven Seite an Dicke sein Gegenüber um ein Beträchtliches.

Am zehnten Brustwirbel führen die ersten Schnitte in den Bereich der Zwischenwirbelbandscheibe. Man sieht an ihnen (Fig. 31 und 32) die excentrische Lage des Nucleus pulposus in der convexen Hälfte der Scheibe, welche mit einem mächtigen, bis fast an den concavseitigen nach aussen gestellten Proc. articularis heranreichenden Zipfel die concave Bogenwurzel überdacht. Im Bereiche desselben besteht die Scheibe aus vielen weit von einander abstehenden, aus einer homogenen, die hintere Körperpartie deckenden Knorpelmasse, entspringenden, concentrischen Faserzügen, während an seiner convexen Seite der Nucleus pulposus nur von einem 4·5 *mm* breiten, ungefaserten Bandsaume umkreist wird.

Fig. 33 und 34 ist durch die mächtige Knorpellage am breiten, nach hinten und aussen gestellten Proc. articularis ausgezeichnet, Fig. 35 durch den schiefen, nach der Convexität hin geneigten Verlauf seiner in's hintere Emissarium mündenden Markräume.

In Fig. 36 und 37 mit starker sagittaler Entwicklung der concaven Hälfte und starker Frontneigung des Körpers nach der convexen Seite tritt zum ersten Male in der Anordnung der Knochenbälkchen ein eben erkennbarer Typus auf, der darin besteht, dass die Richtung der Züge in der concaven Bogenwurzel jenseits der Epiphyse sich fortsetzt, indem von dieser aus Bälkchen entspringen, welche garbenförmig in die Körpermasse ausstrahlen und unter Bildung enger Maschen von quer zu ihnen gestellten Bälkchen gekreuzt werden. Es geschieht hier an diesem tiefen, grossen Wirbel zum ersten Male, dass Verhältnisse auftreten, welche an die Architectur der Spongiosa von Wirbelkörpern bereits ausgewachsener Skoliosen erinnern.

In Fig. 38, 39 und 40, welche die Abbildung der oberen Zwischenwirbelbandscheibe des elften, bereits in die indifferente Zone der Skoliose fallenden Wirbels wiedergeben, ist der weniger excentrisch gestellte Nucleus und der tiefer an seiner Stelle auftauchende Knochenkern auch an seiner rechten Seite von gut ausgeprägten Faserzügen umkreist.

Die völlige Symmetrie des Baues, die gerade Stellung der Proc. articulares, das regelmässig geformte Wirbelloch lassen erkennen, dass Fig. 41 und 42 dem zwischen zwei Krümmungen eingeschalteten indifferenten elften Brustwirbel dieser Skoliose angehören.

Am ersten Lendenwirbel Fig. 43 und 44 der Skoliosis lumbalis sin. convexa treffen wir wieder eine lange concave Bogenwurzel, welche ihre Partnerin um 4 *mm* überragt. Sie ist aber beträchtlich breiter als diese, ein Verhalten, das wir bereits an der erwachsenen, skoliotischen Lendenwirbelsäule kennen gelernt haben. Eine von der Körperepiphyse her an die vordere und seitliche Wand des Wirbelkörpers hinüberreichende Knorpellage, umsäumt den Schnitt in Form eines 2—3 *mm* breiten Reifens, welcher an der Bogenfuge plötzlich mit einem nach innen gerichteten eckigen Vorsprunge abbricht.

In den höheren Lagen Fig. 43 und 44 ist die convexseitige Epiphysenfuge durch ein kurzes Knorpelstreifchen angedeutet, die concavseitige wohl mächtiger, aber auch durch Spongiosaeinlagerung an zwei Stellen unterbrochen.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from the Biodiversity Heritage Library (http://www.biodiversitylibrary.org/; http://www.biologiezentrum.at)

In den tieferen Lagen Fig. 45 und 46 ist auch an der concaven Seite die Fuge bis auf einen kurzen, schmalen Knorpelstreifen verschwunden, welcher weit in den Wirbelkörper hineingestellt erscheint.

Die Fascia long. posterior ist (Fig. 45 und 46) stark nach links verschoben, die Axe des Wirbelloches daher sichtlich gegen die Convexität hin geneigt.

An den in der Höhe des hinteren Emissariums geführten Schnitten des zweiten Lendenwirbels dieser Skoliose erscheint keine Bogenepiphyse mehr. Aber ungemein deutlich ist an ihnen (Fig. 47 und 48) der Unterschied zwischen concav- und convexseitiger Spongiosa: jene ist weitmaschig, diese dicht, bei ungefähr gleicher Stärke der Knochenbälkchen. Die grossen Spongiosalücken gruppiren sich um und vor das Emissarium herum und lassen erkennen, dass in ihrer Mitte das stark nach links in die Convexität hinein verschobene Centrum des Knochens zu suchen sei.

Dem entsprechend hat auch die Fascia long. posterior die gleiche Ortsveränderung durchgemacht und mit dieser ist die Neigung der Wirbellochaxe bis zu einem Winkel von 75° gediehen.

In den Schnitten Fig. 49 und 50, welche tiefer gegen die Basis des zweiten Lendenwirbels geführt sind, taucht, aber nur an der concaven Seite der Krümmung, die Bogenepiphyse wieder auf, welche in Fig. 50 einen höchst sonderbaren, queren Verlauf nimmt, gar keine Tendenz mehr zum Rande des Wirbelkanales besitzt, sondern in gerader Richtung gegen die Convexität hin sich in der Wirbelspongiosa verliert.

Der ganze zweite Lendenwirbel ist von vorne nach hinten schmal, von rechts nach links dafür um so breiter. Nach der Vertheilung von Spongiosa und Mark, nach der starken Neigung der Axe des Wirbelkanales und dem eben beschriebenen Verhalten des Restes der concaven Bogenepiphyse müssen wir sagen, dass vorzüglich die rechte concave Körperhälfte in die Breite sich entwickelt hat.

Skoliose II. (Taf. X, XI, XII.)

1 jähriges, rhachitisches Kind; — über das ganze Brustsegment vertheilte, von der Medianlinie 2·5 *cm* abweichende, mit der Convexität nach links schauende Krümmung.

Die Serienschnitte des nahe am Scheitel der Krümmung gelegenen neunten Brustwirbels lassen folgende Verhältnisse erkennen:

An der oberen Fläche im Bereiche der oberen Körperepiphyse excentrischer Stand des Nucleus pulposus, der stark nach links hin ausgewichen ist (Fig. 1).

In tieferer Schichte (Fig. 2 und 3) erkennt man den Bogenring nach links hin verzogen. Die rechte concavseitige Bogenwurzel zielt stark nach der linken, d. i. der convexen Seite, so dass ihre verlängerte Axe weit in die linke Hälfte des Wirbelkörpers hinüberreicht und in ihrer weiteren Fortsetzung den Wirbelkörper an seiner convexen Seite verlässt. Legt man durch die hintersten Punkte der Proc. transversi eine Gerade, welche auch knapp am hintersten Punkte des Bogenringes vorübergeht, so steht die Axe der linken, convexseitigen Bogenwurzel auf dieser senkrecht, während die rechte concavseitige Bogenwurzelaxe mit derselben einen Winkel von 62° einschliesst. — Der linke convexseitige Proc. transversus ist 4 *mm* breit, der rechte fast doppelt so viel (7·5), und um ein Stück (9·5 gegen 10 *mm*) länger. — — Das Wirbelloch hat die Gestalt einer Ellipse, deren grössere Axe von rechts hinten nach links vorne, d. i. aus der concaven Seite gegen die convexe hin zieht und mit der Axe der concavseitigen Bogenwurzel parallel verläuft.

In die obere knorpelige Wirbelkörperepiphyse ragt (Fig. 3) bereits die Spongiosa des Knochens herein, welche in halbmondförmiger Gestalt einen zapfenförmigen Rest der Ersteren umfasst. Dieser Zapfen neigt mit seiner Längsaxe nach links gegen die convexe Seite und der ihn umfassende Knochenring ist stark nach der linken convexen Seite der Krümmung gelagert.

Die rechte Begrenzung des Wirbelkörpers verläuft mehr gerade mit starker Neigung gegen links hin nach vorne, fast in gleicher Flucht mit der nach vorne verlängerten Axe der concavseitigen Bogenwurzel; die linke convexseitige Begrenzung des Wirbelkörpers steht mehr steil, ist kürzer und mehr gewölbt.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA) Original Download from the Biodiversity Heritage Library: http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.org

Eine durch die Mitte des Knorpelzapfens *a* gelegte Axe trifft die Mitte des hinteren Längsbandes. Sie hat daher alle Charaktere der früheren, sagittalen Axe des Wirbelkörpers und lässt erkennen, dass im Horizontalschnitte dieses kindlichen skoliotischen Brustwirbels die concave Hälfte in jeder Richtung, besonders aber in der verlängerten Axe seiner Bogenwurzel die convexe Hälfte an Flächeninhalt entschieden überragt.

Die Vorbereitung dieser Verhältnisse zeigt der um weniges höher durch die Körperepiphyse geführte Schnitt. (Fig. 2.)

In Fig. 4 hat das Messer bereits oberste engmaschige Körperspongiosa getroffen, welche von beiden Bogenwurzeln durch die entsprechenden verticalen Epiphysen getrennt sind. Diese überraschen durch ihre Mächtigkeit, haben auf dem Horizontalschnitte das Ansehen von Keilen, deren Kanten das Wirbelloch berühren und das hintere Längsband in seiner ganzen Breite zwischen sich fassen.

Der Epiphysenkeil der concaven Seite ist fast um ein Drittel mächtiger, als der der convexen Seite, beide zeigen in gleicher Ausdehnung und Entwicklung einen etwa $^1/_2$ *mm* breiten Ossificationssaum.

Die Entfernung der vorderen Epiphysengrenze vom hintersten Punkte des Ursprunges der beiden Proc. transversi ist an der concaven Seite um $^1/_5$ grösser als an der convexen. Die rechte Bogenwurzel ist schmächtiger, mit ihrer Axe stark gegen die convexe Seite des Wirbelkörpers zielend.

Der Proc. transversus der concaven Seite ist um $1^1/_4$ *mm* mächtiger, als jener der convexen Seite.

In Fig. 5 und Fig. 6 erkennt man bereits in unregelmässigen Zügen angeordnete Knochenbälkchen, mit dazwischen liegenden Markräumen, welche in Bezug auf ihre Mächtigkeit und Anordnung noch keine besonders auffallenden Unterschiede zwischen rechts und links erkennen lassen. Erst in Fig. 6 beginnt die Bogensymphyse und unmittelbar vor der Fascia long. posterior die Mündung des hinteren Emissariums deutlicher zu werden.

In den nächst tieferen Schnitten (Fig. 7, 8, 9, 10, 11 u. 12), die im Horizont beider Intervertebrallöcher fortschreiten, schliesst sich an jenes ein von stärkeren Knochenbälkchen scharf begrenzter conischer Markraum an, der von der Mündung des Emissariums an, mit seiner Längsaxe stark nach links, gegen die convexe Seite des Wirbelkörpers zu abweicht, in welcher weitmaschige, von zarteren Knochenbälkchen begrenzte Markräume im Vergleiche zur anderen Wirbelkörperseite entschieden überwiegen.

Auch in diesen Horizonten Fig. 11 sind die concaven Bogenepiphysen die viel breiteren und die concaven Processus transversi die mächtigeren.

Desgleichen ist die Distanz der vorderen Grenze der Bogenepiphysen vom hinteren Rande der Basis der Querfortsätze beträchtlich grösser, ebenso wie die dem Foramen intervertebrale entsprechende Lücke zwischen dem hinteren Zipfel der Wirbelkörper und dem benachbarten vorderen Rande der Basis des entsprechenden Gelenkfortsatzes an der concaven Seite merklich weiter als an der convexen.

Betrachtet man beide Proc. transversi in ihrer Verbindung mit dem zwischen sie eingeschalteten Bogenstücke als Basis der Zeichnung dieser Flächenschnitte, so kann man nicht verkennen, dass im Vergleiche zu dieser Grundlinie die dazu gehörige Fläche des Wirbelkörpers eine Schwenkung nach links, d. i. nach der convexen Seite gemacht hat.

Dieser Eindruck wird noch verstärkt durch die Vergleichung der hinteren Bogensymphyse zum hinteren Venenemissarium und des in das Innere der Mitte des Wirbelkörpers tauchenden Markzapfens; durch den letzteren erscheint eine in die beiden ersterwähnten Punkte fallende, schief nach links verlaufende Linie, plötzlich noch mehr gegen die convexe Seite abgebrochen und in ihrer weiteren Verlängerung den Wirbelkörper der Fläche nach in eine grössere concave und kleinere convexe Seite abzutheilen. (Axe nach Albert.)

Abgesehen von der oben erwähnten Schwenkung gegen die Convexität ist der Wirbelkörper vor dieser Grundlinie nach links gerückt. Diese Verschiebung ist theilweise eine scheinbare, durch die mächtige Entfaltung des concavseitigen Proc. transversus bedingte.

Digitized by the Harvard University Museum Library, the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original Download from Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Ihr wahrer Ausdruck liegt in der Lage des hinteren Längsbandes, resp. hinteren Emissariums, zu der an diesem Wirbel noch so schön ausgeprägten Bogensymphyse.

Diese relativen Verhältnisse wurden auch bei Schnitten in der Höhe des Intervertebralloches, wo die verbindende Brücke der Bogenwurzeln fehlte, durch die Einschliessung in Celloidin festgehalten und somit in der photographischen Aufnahme, der Wirklichkeit zweifellos entsprechend, wiedergegeben.

In Fig. 13 nähert sich der Schnitt der Basalfläche des Wirbels, die Maschen der Spongiosa werden enger und zeigen in ihren beiden Hälften eine gleichmässige Entwicklung. Dafür nimmt die concavseitige Bogenepiphyse schon von Fig. 11 an beträchtlich an Ausdehnung zu, und vor der Basis des concavseitigen Processus transversus taucht die Spitze des nächst unteren Proc. articularis auf, von dem an der convexen Seite erst in jenen Schnitten (Fig. 13, 14, 15, 16 u. 17), welche bereits in die basale Wirbelkörperepiphyse fallen, eine schwache Andeutung zu bemerken ist.

In diesen letzteren umgibt vorerst ein nach den Seiten zu breiter, nach vorne und hinten sich verschmälernder Knorpelring einen excentrisch gegen die Convexität hin gestellten, an seinen Rändern stachelig gezackten, engmaschigen Spongiosakern, der in seiner Mitte einen der basalen Epiphyse angehörenden Knorpelkern beherbergt. (Fig. 15.)

Letzterer nimmt bald so sehr in sagittaler und querer Richtung an Ausdehnung und Umfang zu, dass er brückenartig den vorderen und hinteren Theil des grossen Knorpelringes verbindet, während die Spongiosa des Wirbelkörpers sich auf zwei halbmondförmige, jene Brücke flankirende Reste zurückzieht.

Dadurch entsteht in diesen Schnitten eine eigenthümliche, die Obliquität der Materialanordnung ungemein deutlich veranschaulichende Zeichnung. (Fig. 16 u. 17.) Jene Knorpelbrücke scheidet mit ihrer Längsaxe den Flächenriss der Wirbelbasis wieder in eine bedeutend grössere concave rechte und kleinere convexe linke Seite; sie ist nach links geneigt und bildet mit der links geneigten Verbindungslinie: Bogensymphyse — hinteres Längsband — wieder einen nach links, d. i. nach der Convexität hin gebrochenen Winkel.

Aus der Betrachtung der eben dargelegten Formstörungen geht hervor, dass zu ihrer schematischen constructiven Wiedergabe nur wenige Linien nothwendig sind. (Fig. IV.)

Fig. IV_2.

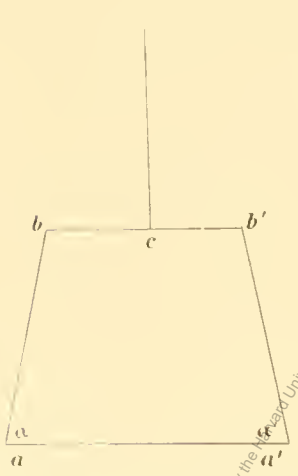
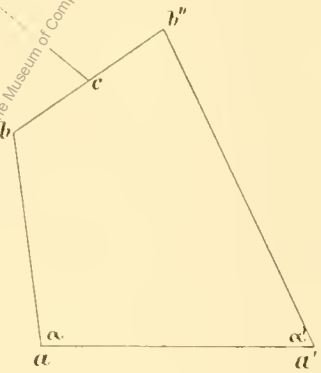


Fig. IV_1.



Wenn bb' die Linie bedeutet, welche an einem normalen kindlichen Brustwirbel (IV_1) die Mitten der knorpeligen Bogenepiphysen verbindet, so vereinigt aa' mit einander die Ursprünge der beiden Processus transversi, resp. der beiden Processus articulares. Die in c errichtete Senkrechte ist sagittale Wirbelkörperaxe.

Mit der Entwicklung einer reclinirten Brustskoliose mit linksseitiger Convexität wird die Linie $a'b'$ länger, der Winkel α' kleiner, der Winkel α grösser, aus dem Trapeze $aa'bb'$ ist (IV_2) ein Trapezoid $aa'bb''$ geworden, in welches ein Oval eingezeichnet werden kann, das dem Vollcontour des nach der Convexität hin verzogenen Wirbelloches entspricht.

In dem Punkte c steht die sagittale Wirbelaxe nicht mehr senkrecht, sie hat angefangen, sich gegen die Convexität der Krümmung hinzuneigen.

Diese Veränderungen wurden in nebenstehendem Schema übertrieben dargestellt, um den Vorgang der Formstörung besser zu veranschaulichen.

In diesem Schema existiren zwei fixe Punkte a und a', alle anderen erleiden Verschiebungen, einerseits in der Richtung von der concaven zur convexen Seite, anderseits von hinten nach vorne, und zwar

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA; original Donated from the Biodiversity Heritage Library; http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.org

in erhöhtem Grade alle jene Punkte, welche in der Linie $a' b'$ und in ihrer idealen Verlängerung in den Wirbelkörper hinein gelegen sind. Aus statischen Gründen und nach der Analogie der anderen untersuchten älteren kindlichen Wirbelsäulen ist zu entnehmen, dass hier wie dort das concavseitige Wirbelbogengelenk, resp. die dort einander begegnenden Processus articulares es sind, welche den ruhenden Punkt abgeben, um welchen die eben näher geschilderten, formstörenden Bewegungen und Massenverschiebungen der Knochenabschnitte vor sich gehen, und zwar dann, wenn sich zur reinen Krümmung in der Frontalebene einer Brustskoliose, jene zweite in der Sagittalebene verlaufende, mit erster wie gesetzmässig verknüpfte Verbiegung eingestellt hat, welche Albert in ihrer Gesammterscheinung als Reclination bezeichnete.

Albert hat auf einzelne, am ganzen Wirbel hervortretende Eigenheiten aufmerksam gemacht, welche dieser Reclination ihre Entstehung verdanken.

Es lässt sich aber schon jetzt mit vielem Grunde vermuthen, dass mehrere der an Flächenschnitten zu Tage tretenden Verschiebungen, die Verlängerung der Linie $a' b'$, die Schwenkung des Wirbelkörpers gegen die Convexität, mit dieser Reclination auf die concavseitigen Proc. articulares in innigem Zusammenhang stehen.

Da es sich aber dabei um resultirende Form- und Structurveränderungen in der Sagittalebene handeln muss, so war es von vornherein klar, dass nur durch sagittale Reihenschnitte von skoliotischen kindlichen Wirbeln über diesen überaus wichtigen Punkt eine klare Anschauung gewonnen werden konnte.

Zum Vergleiche aller bisher geschilderten und später noch zu erörternden Formstörungen mit der normalen Gestalt des Flächen- und Verticalschnittes wurden die in Taf. XIII, Fig. 1—7 dargestellten Fournierschnitte aus dem 5. Brust- und 2. Lendenwirbel eines 3jährigen und aus dem 5. und 6. Brustwirbelpaare eines 4jährigen Knaben entnommen.

Es fällt bei allen die grosse Zartheit der Knochenbälkchen, das reichliche Überwiegen des Markes auf. Namentlich der Flächenschnitt des 2. Lendenwirbels zeigt ein solches Überwiegen der Markräume bei so zartem Gefüge der Knochenbalken, dass man aus diesem Verhalten unmittelbar den Eindruck gewinnen muss, wie leicht ein so zarter jugendlicher Knochen äusseren, formverändernden Kräften nachgeben wird.

Aus dem Horizontalschnitt der Taf. XIII, Fig. 2 wurde das oben stehende Trapez $a a' b b'$ herausconstruirt, das für die Beurtheilung der Formstörungen an den Flächenrissen der skoliotischen Wirbel von Bedeutung ist. Die Punkte $b b'$ entsprechen den Mitten beider Bogenepiphysen, die Punkte $a a'$ der Mitte der Basis der Processus articulares, also den Endpunkten der rechts- und linksseitigen Bogenwurzeln.

Die Linie $a a'$ möge hinfort den Namen des Segmentum interarticulare erhalten.

Die Linien $a b$ und $a' b'$ sind die Axen der Bogenwurzeln; sie haben zum Segmentum dieses normalen Brustwirbels eine Neigung von 80°.

Eine in der Mitte von $a a'$, also in der Bogensymphyse errichtete Senkrechte geht mitten durch das hintere Längsband, das hintere Emissarium und theilt den Wirbelkörper in eine gleich grosse rechte und linke Hälfte.

Die Frontalschnitte Fig. 5, 6 und 7 zeigen die bekannte Anordnung der Knochenbälkchen.

Zur weiteren Erforschung der oben angedeuteten Reclinationserscheinungen wurde zunächst der 7. Brustwirbel der rechts convexen Brustkrümmung der Skoliose Nr. 1 verwendet. An ihm waren schon früher zur groben Darstellung der Entfernungen der Bogenepyphysen von den benachbarten Proc. artic. die basalen Epiphysen entfernt und nur die äussersten Ringe des Zwischenwirbelbandes zurückgelassen worden. — Taf. XIV.

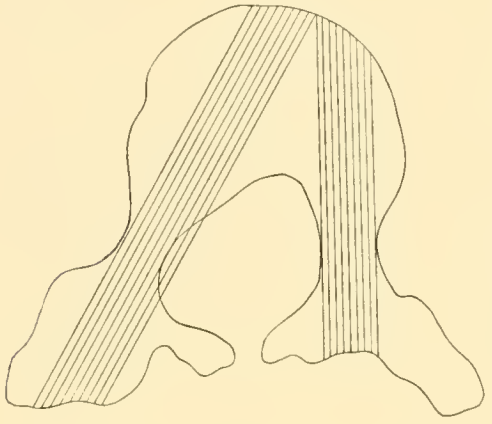
Aus dem entkalkten und gehärteten Wirbel wurden durch je zwei, parallel mit der Axe beider Bogenwurzeln verlaufende Schnitte, Längsstücke entnommen, welche die seitlichen Hälften des Wirbelbogens

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge. (MCZ Original Downloaded from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; http://www.biologiezentrum.at

und die in der directen Verlängerung der Bogenwurzel gelegenen Antheile des Wirbelkörpers umschlossen und so in das Mikrotom eingeschaltet wurden, dass von innen nach aussen zu fortschreitende Reihenschnitte entstanden, welche parallel zu den Axen der entsprechenden Bogenwurzeln verliefen und mit ihrer Ebene senkrecht zu den Endflächen des skoliotischen Wirbelkörpers gestellt waren (Fig. V).

Es wurde darauf Bedacht genommen, dass einander symmetrisch correspondirende Schnitte unter das nämliche Glas eingeschlossen wurden, so dass in den photographischen Abbildungen je zwei der innersten, dann der axialen Lage, und zuletzt äusserste Randschnitte zusammen abgebildet wurden, wovon der eine der concaven linken, der andere der convexen rechten Seite angehört, so dass in den letzten Figuren der Taf. XIV die Extreme der Formveränderungen und Massenverschiebungen mit einander verglichen werden können.

Fig. V.



Es wurde diese Art der Zerlegung gewählt, weil aus den an Flächenschnitten gewonnenen Resultaten zu erwarten stand, dass in der verlängerten Richtung der Linien ab und $a'b'$ des Schemas Fig. IV die entschiedensten Reclinationsphänomene aufgedeckt werden müssten.

Die am 7. Brustwirbel der Skoliose *A* gewonnenen Schnitte sind derart abgebildet, dass in je eine Figur zwei einander symmetrisch entsprechende Lagen aufgenommen und mit ihren basalen Seiten einander zugewendet eingeschlossen wurden. In diesen Paaren liegt links der concave, rechts der convexe Schnitt.

Wir sehen da, wie in den Fig. 1, 2, 3, 4, Taf. XIV, der concave Schnitt den convexen allmälig an Länge überholt, wie der Körper, besonders um die Bogenepiphyse herum, an der concaven Seite beträchtlich niedriger ist (5·75 gegen 8·5 *mm*), als an der convexen Seite.

Zwischen der Epiphysenfuge und dem eigentlichen Bogen liegt an der concaven Seite ein langes Körperstück der Bogenwurzel, welches an der convexen Seite eben angedeutet ist. Seine Länge misst dort 6 *mm*, hier 4 *mm*.

An der concaven Seite ist die Knorpelfuge gegen 1 *mm* breit, geschlängelt, wie verbogen, an der convexen Seite fehlt mehr als das Mittelstück, und die an den Endflächen der Wirbelkörper anstehenden Fugenreste endigen in der zwischen Körper und Bogen zusammenfliessenden Spongiosa mit scharfen Spitzen, wodurch es den Eindruck gewinnt, als wäre hier gleichsam die Epiphysenfuge durch drängende Knochenmasse gedehnt und endlich auseinander gerissen worden.

Die Spongiosa der concaven Seite ist eng — die der convexen weitmaschig, ein Unterschied, der um so crasser wird, je mehr die Schnitte sich den lateralen Lagen im Wirbelkörper nähern.

Die concave Bogenwurzel ist schmal, die convexe hoch und hoch gestellt, die beiden Proc. articulares an der convexen Seite steil und hoch, die an der concaven Seite etwas nach vorne umgelegt und bedeutend niedriger, in ihrer Gesammtform voneinander gründlich abweichend.

An der convexen Seite liegen beide Processus nahezu in einer und derselben, etwas wenig nach vorne geneigten Flucht; beide Gelenkfortsätze enden spitz. — In den Präparaten ist leider durch eine unachtsame Beschneidung des Celloidinblockes die äusserste Spitze des unteren Proc. articularis der convexen Seite abgekappt worden.

An der concaven Seite ist der Proc. articularis inferior kürzer aber breiter, und besitzt anstatt einer unteren Spitze eine von einem 1·5 *mm* dicken Knorpel bedeckte, über 4 *mm* breite, untere Gelenksfacette, welche in einer Flucht mit dem Knorpelüberzuge des benachbarten Körperstückes der Bogenwurzel verläuft und unter Bildung einer von Schnitt zu Schnitt stumpfer werdenden Ecke in die vordere Gelenksfläche dieses Processus articularis übergeht, die allmälig von Lage zu Lage eine stärkere Neigung nach vorne empfängt.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original download from The Biodiversity Heritage Library (http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at)

Der obere Proc. articularis der concaven Seite ist kürzer, stumpfer und breiter. Seine nach hinten sehende Gelenksfläche ist gleichfalls nach vorne umgelehnt, und bricht an der Basis des Gelenkfortsatzes plötzlich in eine horizontal gestellte Stufe um, welche offenbar zur Aufnahme des darüber liegenden Proc. articularis inferior des 6. Brustwirbels dient, der ähnliche Eigenschaften haben muss, wie die eben am selben Knochenfortsatze des 7. Brustwirbels geschilderten.

Es erscheint dadurch das Gelenkstück der concavseitigen Bogenhälfte im Aufrisse bajonnettförmig abgekniekt und ruft den Eindruck hervor, als ob es in der Richtung von oben nach abwärts in sich zusammengedrückt worden wäre.

In den nächsten Schnitten (Fig. 5, 6, 7, 8), welche auswärts der Axe der Bogenwurzeln geführt wurden, haben sich die Gegensätze der Form und inneren Structur noch entschiedener herausgebildet.

Die Wirbelkörperstücke der concaven Seite sind noch niedriger (5 *mm*), die der convexen noch höher (9 *mm*) geworden, desgleichen die Bogenwurzeln; der Proc. artic. inferior der concaven Hälfte ist noch ein wenig mehr nach vorn geneigt, seine neue untere quere Gelenksfläche ist breiter geworden, wie der ganze Gelenkfortsatz.

Das Maschenwerk der Spongiosa ist an der einen Seite noch enger gellochten, an der Convexität hingegen um ein Beträchtliches weitmaschiger geworden. Hier haben die Epiphysenfugen wieder an Länge gewonnen, sich endlich wieder begegnet und in Fig. 7 und 8 trennt ein, in ihrer Mitte allerdings entschieden schmächtigerer Knorpelstreifen das Körperstück vom Bogenstück. — Die concave Bogenfuge ist kurz, aber breit, in Fig. 7 und 8 in der Mitte wie abgebrochen, wobei das untere Fragment mit seinem Bruchende etwas hinter dem oberen zurückgewichen erscheint.

An der Convexität entbehrt das Maschenwerk eines bestimmten Typus; die Knochenbälkchen umfassen nach den verschiedensten Richtungen hin angeordnet, nur regellose, weite Lücken. An der concaven Seite überwiegt eine senkrechte Anordnung der Bälkchen, die insbesonders in der Nähe der Endflächen strenger eingehalten ist und jener Anordnung der Bälkchenzüge entspricht, welche an der normalen Wirbelsäule unter normalen statischen Verhältnissen angetroffen wird. (Taf. XIII, Fig. 5, 6, 7.)

Es entspricht dieses Verhalten dem Umstande, dass am 7. Brustwirbel dieser Skoliose einzig und allein die concave Hälfte eine lasttragende Function noch ausübt, während die convexe in völligen Ruhestand versetzt ist.

Die an diesem Wirbel der Skoliose I gewonnenen Ergebnisse erforderten noch Manches zu ihrer Vollständigkeit. Sie erweckten insbesondere den Wunsch, sich über Formveränderungen am Foramen intervertebrale und an einem geschlossenen Wirbelbogengelenke zu unterrichten, wozu analoge Schnitte eines skoliotischen Wirbelpaares erforderlich waren.

Dafür wurde die

Skoliose III. (Taf. XV, XVI, XVII, XVIII, XIX.)

verwendet.

Sie entstammte der Leiche eines 6jährigen Mädchens, welches im Franz Josef-Kinderspitale in Prag obducirt wurde.

Die Diagnose lautete: Tuberculosis pulmonum, gland. lymph. peribronch., meseraic., et lienis. Steatosis hepatis. Rhachitis.

Die Wirbelsäule enthält eine Brustkrümmung vom 3.—11. Brustwirbel mit rechtseitiger Convexität, ihre Sehne beträgt 10 *cm*, die Pfeilhöhe 1·5 *cm*; ferner eine entgegengesetzte Lendenkrümmung vom 12. Brustwirbel bis zum 5. Lendenwirbel.

Die Sehne dieser misst 8 *cm*, deren Pfeilhöhe 13 *mm*.

Am 1. Lendenwirbel, welcher bereits in den Beginn der unteren Skoliose hineinfällt, ist das Lendensegment noch überdies unter Bildung einer mässigen Kyphose nach vorne zu abgebogen, und der Körper dieses Wirbels vorne um $^1/_4$ niedriger, als sein unterer Nachbar.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Document from The Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; http://www.biologiezentrum.at

Die einzelnen Wirbelknochen sind weich, unter geringer Anstrengung mit starkem Messer schneidbar, die Brustverkrümmung durch seitliches Abbiegen leicht um Einiges zu vergrössern.

Das Skelet zart und klein. — Länge des ganzen Brust- und Lendensegmentes über beide Biegungen hinweg 23 *cm*.

Es wurden aus ihr das 6., 7.—8. und 9. Brustwirbelpaar, welche um den Scheitel der Brustkrümmung lagen, verwendet und Fig. 1, 1′ bis Fig. 14, 14′ geben Reihen sagittaler Bogenwurzel-Körperschnitte des 6. und 7. Brustwirbelpaares. Es waren eben diese am dünnsten ausgefallen und gaben daher viel schönere Bilder, als die des Tieferen.

Die Schnitte sind wieder in symmetrisch zusammengehörigen Paaren neben einander geordnet, so dass zum Schlusse die extremsten Formunterschiede gegenübergestellt sind. — Es liegen links die convex-, rechts die concavseitigen Schnitte.

Wir finden an ihnen wieder ähnliche Verhältnisse, wie an dem vertical sagittal geschnittenen 7. Brustwirbel der älteren Skoliose Nr. I.

Der in die directe Verlängerung der Bogenwurzeln fallende Wirbelkörperabschnitt ist länger und niedriger an der concaven, kürzer und höher an der convexen Seite.

Alle ihn begrenzenden Epiphysenknorpeln tragen schöne Ossificationssäume, welche an den, der medialen Axe benachbarten Schnitten, concavwärts, wenigstens an den basalen Epiphysenplatten, ein Merkliches mächtiger sind, als an der convexen Seite.

Die Zwischenwirbelbandscheibe und was vom Nucleus pulposus getroffen wurde, ist an der convexen Seite erheblich dicker als an der concaven.

Das hinter der Bogenepiphyse gelegene Körperstück der convexen Bogenwurzel ist an den mehr medial gelegenen Schnitten gerade noch angedeutet, an der concaven Bogenwurzel hingegen breit entwickelt.

Beide Wirbelbogengelenke stehen fast vertical. An der concaven Seite jedoch ist die Spitze des Proc. articularis inferior des 6. Brustwirbels quer abgestumpft, mit einem schmalen Knorpelsaume bedeckt und dadurch die Gelenksknorpelfläche des 6. Proc. artic. inf. in zwei zu einander rechtwinklig gestellte Facetten umgewandelt, eine längere verticale und eine kürzere horizontale, welche letztere auf einer entsprechenden horizontalen Facette des oberen Proc. articularis des 7. Brustwirbels aufruht.

Die Processus articulares stehen an der concaven Seite in den am meisten medial gelegenen Schnitten von dem hinteren Ende ihrer Körperfelder weiter ab, es ist daher dort das Wirbelloch von vorne nach hinten geräumiger, als an der convexen Seite, was nur bedingt sein kann durch die überwiegende Länge der gleichnamigen Bogenwurzeln. (Fig. 1.1′—2.2′—3.3′—4.4′.)

Der Proc. artic. infer. des 7. Brustwirbels entbehrt an der concaven Seite der Spitze, an ihrer Statt finden wir ein breites, plumpes, quer abgestutztes überknorpeltes Ende, im Gegensatze zur schlankeren Spitze desselben Fortsatzes der convexen Seite.

Diese Verhältnisse gelten für die mehr medial gelegenen Schnitte. (Fig. 5.5′—6·6′—7.7′—8.8′—9.9′.)

An solchen, welche bereits ein Foramen intervertebrale aufweisen, daher zunächst der Axe der Bogenwurzeln gefallen sind, kommen noch folgende Unterschiede zur deutlichen Anschauung:

Die Bogenwurzeln der concaven Seite sind niedriger, länger, in ihren Wirbelkörperantheil unter einem nach aufwärts sehenden stumpfen Winkel von 155° eingefügt, also nach aufwärts abgebogen, während an der convexen Seite sie fast gerade nach hinten aus ihrem Körperantheile herausstreben, dicker und kürzer sind.

Da in diesen Feldern die Wirbelkörperschnitte, besonders aber die Zwischenwirbelbandscheiben der concaven Seite niedriger sind, so erscheinen die Intervertebrallöcher um vieles schmäler, dafür aber um so länger als die der concaven Seite, und sind mit ihrer Längsaxe steiler gestellt als letztere.

Je mehr sich die Schnitte den lateralen, äussersten Lagen nähern, um so greller werden diese Unterschiede. (Fig. 11.11′—12.12′—13.13′—14.14′.) Besonders auffallend jedoch ist das dichte Geflecht der stärkeren Knochenbälkchen im concavseitigen Wirbelkörper, während auf der anderen Seite dieser erfüllt

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from the Biodiversity Heritage Library (http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at)

ist von weiten Marklücken, welche von einem sparsamen und zarten Gespinnste von Knochenbälkchen umgeben werden, an denen vorzüglich die horizontalen Züge vermisst werden.

Die Ossificationssäume der terminalen Körperepiphysen sind stellenweise an der concaven Seite um das Doppelte höher als an der convexen. (Fig. 11′—12′—13′—14′.)

Die convexe Bogenepiphyse ist schmal, gestreckt, trägt nur wenige Seitensprossen. Von Fig. 12 angefangen erscheint die concave Bogenepiphyse breit, niedergebogen, wie in Falten zusammengedrückt, an ihren Biegungsecken mit sprossenartigen, längeren Fortsätzen versehen.

An unseren Wirbelpaarabschnitten sind folgende Maasse bemerkenswerth:

		Convexe Seite	Concave Seite
Von der Bogenepiphyse des 7. Brustwirbels bis zur Mitte der Spitze des Processus articularis inf. des 6. Brustwirbels:	Fig. 9. 9′	14·5 *mm*	16·0 *mm*
	10. 10′	14·0	16·0
	11. 11′	14·5	16·5
	12. 12′	15·0	16·5
Länge des Wirbelkörperfeldes am 6. Brustwirbel:	Fig. 7. 7′	15·5 *mm*	15·5 *mm*
	8. 8′	14·0	16·0
	9. 9′	14·0	15·0
	10. 10′	13·5	14·75
	11. 11′	13·5	14·0
	12. 12′	13·5	14·0
Höhe der Wirbelkörperschnitte:	Fig. 10. 10′	6·25 *mm*	5·0 *mm*
	11. 11′	6·25	5·0
	12. 12′	6·0	4·5
	13. 13′	6·5	4·25
	14. 14′	6·5	4·0
Breite des Foramen intervertebrale:	Fig. 8. 8′	6·0 *mm*	3·75 *mm*
	9. 9′	5·5	3·0
	10. 10′	5·0	3·25
	11. 11′	4.75	3·0
	12. 12′	4·75	3·0
	13. 13′	5·0	3·0
Länge des Foramen intervertebrale:	Fig. 8. 8′	9·5 *mm*	10·25 *mm*
	9. 9′	9·0	9·75
	10. 10′	8·5	8·75
	11. 11′	7·5	7·50
	12. 12′	7·5	7·50
	13. 13′	8·5	7·50
Breite des Wirbelloches:	Fig. 1. 1′	6 *mm*	8·5 *mm*
	2. 2′	6	8
	3. 3′	5·75	6

Skoliose IV. (Taf. XX.)

Sie entstammt der Leiche eines 7jährigen Knaben, der an Tubercul. pulm. chronica verstorben war.

Klinisch wurde vermuthet, dass die Skoliose mit Rhachitis im Zusammenhang stehe. Pathologisch-anatomisch konnten ausser etwas plumperer Beschaffenheit der Gelenkenden und leichter Zackung der Epiphysenfugen an den allein durchsägten Gelenkenden des linken Kniegelenkes keine etwa auf Rhachitis zu beziehende Befunde erhoben werden.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge MA), Original Document from the Biodiversity Heritage Library (http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Sie besitzt zwei Krümmungen: eine obere im 4. und 5. Brustwirbel culminirende, schwache Skoliosis dorsalis dextro-convexa.

7. und 8. Brustwirbel sind Übergangswirbel.

An sie schliesst sich eine starke, von der Medianlinie 3·5 *cm* abstehende, im 10. und 11. Brustwirbel die höchste Ausweichung erreichende Skoliosis sinistro-convexa an, welche sich bis an den 2. Lendenwirbel heran erstreckt.

Das Skelet ist kräftig, die Knochen für das Alter gross.

Die voluminösen Processus transversi der concaven Seite sind noch nirgends mit einander auch nur in leisen Contact gerathen.

Länge der Brust- und Lendenwirbelsäule in directer Distanz vom 1. Brust- bis zum 5. Lendenwirbel 30 *cm*, über beide Krümmungen hinweg gemessen 34 *cm*.

Es wurde der 4. und 5. Brustwirbel der geringgradigen Skoliosis dextro-convexa dorsalis im Zusammenhange belassen und aus diesem Paare eine Reihe frontaler, mit der hinteren Fläche der Wirbelkörper parallel gelagerter Schnitte angefertigt.

Fig. 1 bis Fig. 3 entstammen der vorderen Hälfte und der Mitte.

Man erkennt an ihnen den mässigen Grad der Verkrümmung. In Fig. 1 und 2 mangelt die Keilgestalt des Wirbelkörpers, sie ist erst in Fig. 3 am 5. Brustwirbel, dessen concaver Rand um ein Weniges niedriger ist, als der gegenüber liegende, schwach angedeutet. Ihre Neigung zu einander hat aber eine auffällige Gestaltveränderung an der Zwischenwirbelbandscheibe hervorgerufen. Diese ist an der convexen Seite um die Hälfte höher, als an der concaven.

Erst in Fig. 4, welche einem mehr rückwärts gelegenen Schnitte entspricht, beginnt die skoliotische Difformität des Wirbelkörpers. Dort besitzt der Knochenkeil nicht gerade Seitenflächen, sondern diese sind, etwa in ihrer Mitte, vorgebaucht, wie herausgequollen und zeigen unmittelbar ober- und unterhalb der mächtigsten Entfaltung des Nucleus pulposus eine fast eben so tiefe Depression.

Letzterer hat nämlich eine eigenthümliche Gestaltsveränderung erlitten, die mir wegen ihrer auffallenden Analogie mit den übrigen am skoliotischen Wirbel vor sich gehenden Ummodelungen festgehalten zu werden verdient.

Er ist an der concaven Seite 1·5 *mm* hoch, wie zusammengepresst, von auseinander gedrängten Fasern des Ligam. intervertebrale begrenzt, wird in der Gegend der oben erwähnten Knochenblähung noch um ein Stückchen schmächtiger, um endlich mit seiner in der convexen Seite der Krümmung liegenden Hauptmasse auf das Doppelte seiner Höhe anzuschwellen und mit gerader, 3·25 *mm* hoher Begrenzungsfläche abzuschliessen. Diese, am frontalen Aufrisse keulenförmige Anschwellung liegt gerade in dem durch die oben erwähnte Depression der Wirbelkörper gewonnenen grösseren Raum und wird convexwärts von sehr dicht aneinander gedrängten Fasern des hier über 3 *mm* dicken Zwischenbandes begrenzt.

In Fig. 4 erst sind an der concaven Seite die Markräume enger, die Knochenbälkchen dichter geflochten zum Unterschiede der weiteren Spongiosamaschen der convexen Seite.

Dieser Unterschied wird aber viel augenfälliger in den beiden Schnitten der Fig. 5 und 6, welche schon sehr nahe der hinteren Wirbelwand gelegen und bereits in die Bogenepiphysen und die angelagerten Rippenköpfchen hineingefallen sind.

An ihnen ist die Skoliose durch eine reine Keilgestalt der Wirbelkörper bedingt. Ihre Höhe beträgt links 5 *mm*, rechts 10 *mm*. An der concaven Seite findet sich diesseits der Epiphysenfuge ein grosses Bogenstück des Wirbelkörpers mit engen Spongiosamaschen, das an der convexen Seite kaum angedeutet ist und durch eine Epiphysenfuge abgegrenzt wird, welche wegen ihrer mehr in die Schnittebene fallenden Lage viel breiter als ihr Gegenüber sich darstellt.

In Fig. 6 hat es den Anschein, als ob die convexseitige Bogenepiphyse auseinandergewichen und Knochenmasse des Körpers mit solcher der Bogenwurzel ununterbrochen verschmolzen wäre.

Durch die mächtige Entwicklung der concavseitigen Bogenwurzel erscheint der Wirbelkörper entschieden gegen die Convexität hin verschoben, welcher Eindruck besonders dem Schnitte der Fig. 6 eigen-

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

thümlich ist, in welchem sich die Knochenbälkchen, unter Bildung weiter Maschen, radienförmig um eine stark in die Convexität verschobene, im eigentlichen Wirbelkörper aber genau central gestellte, scharf begrenzte 2 *mm* weite Lücke anordnen, welche wegen dieses Verhaltens als in der Spongiosa bereits erkennbares hinteres Venenemissarium gedeutet werden muss.

In den Lagen Fig. 5 und 6 ist das Zwischenwirbelband überall in seiner ganzen Ausdehnung 1 *mm* hoch.

Die Rippenköpfchen der concaven Seite erscheinen zusammengepresst, das Stück der Bogenwurzel, auf welcher sie aufruhen, nach abwärts herausgebogen, während ihre Gegenüber wie auseinander gezogen aussehen, aus der Wirbelsäule weit vorspringen und auf schmalen Widerlagern des nächst unteren Wirbels rasten.

Die basalen, sowie die Bogen Epiphysen zeigen eine mässige Entwicklung, ihre Ossificationssäume sind zart und entbehren aller jener Charaktere, welche auf eine rhachitische Erkrankung dieses Skeletes hinweisen könnten.

Demselben Wirbelpaare dieser ausgebildeten Skoliose wurden auch die entsprechenden Paare der Processus articulares mit ihren Gelenken entnommen. (Taf. XXI, Fig. 1—4.)

Die Gelenksfortsätze der convexen Seite, Fig. 1, 2, 3, sind hoch und schlank (20 *mm*), der untere nur um etwa 2 *mm* hinter dem oberen stehend, so dass beide durch ein kurzes, steil nach rückwärts abfallendes Knochenstück mit einander in Verbindung stehen. Jene der concaven Seite sind viel niedriger (17·5 *mm*), breiter, plumper, der untere Gelenkfortsatz dieser Seite steht 4·25 *mm* hinter dem oberen und das sie verbindende Knochenstück ist länger, fast horizontal verlaufend, wodurch ein zwischen beide Fortsätze eingeschobener, theilweise überknorpelter Absatz entsteht, auf welchem das platt gedrückte Ende des nächst oberen Proc. articularis mit einer überknorpelten horizontalen kleinen Gelenkfläche aufzuruhen beginnt.

Aus dem Verhalten dieser Gelenkfortsätze gewinnt man den Eindruck, dass auch hier auf Seite der Concavität ein guter Theil der Körperlast auf die Processus articulares, respective deren Spitzen zu liegen kam und dieselben in ihre gedrungene S förmig verkrümmte Gestalt ummodelte, während die entlasteten Proc. articulares der convexen Seite schon in ihrem Äussern das Freisein von jedem Drucke bekunden.

Aus der Skoliose IV wurden überdies noch Frontalschnitte des 7. und 8. Brustwirbelpaares genommen. Sie sind Übergangswirbel zwischen der oberen rechtseitigen und der unteren linkseitigen Verkrümmung. (Taf. XXII.)

Die Schnitte sind in Fig. 1—9 in der Reihenfolge von vorne nach hinten angeordnet.

Es fällt von Fig. 3 an auf, dass die Körperschnitte seitlich nicht mit einer queren Linie abschliessen, sondern in Zipfel ausgezogen sind, und so der frontale Querschnitt mehr die Gestalt eines Rhombus mit abgerundeten stumpfen Ecken erhalten hat. (7. Brustwirbel der Fig. 3—6.)

Die Linien *a a'* stehen in dem tragenden Wirbelsäulenstücke horizontal und die ihr gegenüberliegende unregelmässiger gestaltete Seite findet ihre Stütze in einer reichlichen Knorpelmasse, welche die Körperepiphyse in ihrer Peripherie beträchtlich verdickt. Mit dieser fliessen in Fig. 3, 4 und 5 die Bogenepiphysen zusammen, wodurch die Frontalschnitte dieser Schichten des 8. Brustwirbels jene in den Abbildungen so auffallende Gestalt erhalten. Erst in den Fig. 7, 8 und 9 erkennt man am unteren 8. Brustwirbel eine Obliquität, welche der Belastung des, im Systeme schief gestellten Wirbels, entspricht, und es fällt an diesen Schnitten sofort auf, dass die Bogenepiphysenfugen beider Seiten nicht senkrecht zu den oberen und unteren Körperepiphysen stehen, sondern schief, in der Art, dass sie bei richtiger Stellung dieser Übergangswirbel mit der Schwerlinie, d. i. der Hauptbelastungsrichtung zusammenfallen.

In der Spongiosa ist die normale Anordnung des weitmaschigen Gebälkes verworfen. Bei genauerem Zusehen wird es nicht entgehen, dass viele Hauptzüge dem Schwerlothe parallel verlaufen, gerade so wie die Bogenfugen, wodurch ein Netzwerk entsteht, dessen Endfäden ebenso schief wie jene, in den basalen Flächen der Wirbelkörper haften. Wir treffen hier auf entschiedene Anpassung des Knochengefüges an neue statische Anforderungen.

Wenn man nun die Eindrücke, welche man durch die genaue Durchsicht der Architectur der kindlichen Skoliose empfängt, ordnet, so gewinnt man über die hauptsächlichen Formstörungen folgendes Bild:

Die grössten Veränderungen gehen von der concavseitigen Wirbelhälfte aus. Ihre Bogenwurzel wird, wenngleich schmächtiger, so doch viel länger, besonders durch die beträchtliche Entfaltung des dazu gehörigen Körperstückes.

Unmittelbar daran knüpft sich die Entwicklung der concaven Körperhälfte, sowohl in der Fortsetzung der Axe der concaven Bogenwurzel, als auch in frontaler Richtung, und diese beiden Formstörungen gehen so innig mit einander, dass dadurch die Façade des Wirbelkörpers unter weiter Vorschiebung ihres concavseitigen Flügels in eine starke Schwenkung gegen die convexe Seite der Verkrümmung hin gedrängt wird, und dies umsomehr, je höher im Scheitel der Skoliose der betreffende Wirbel sich befindet.

Damit einher geht eine Neigung der Wirbelkörperaxe nach der druckfreien Seite, so dass, in der Fläche wenigstens, der Wirbelkörper in eine kleinere convexe und eine erheblich grössere concave Hälfte geschieden wird, wie dies Albert in seiner Theorie der Skoliose mir gegenüber zuerst richtig hervorgehoben hat.

Dieses Verhältniss besteht hingegen nur in der Flächenentwicklung. Denn was die concave Hälfte in der Fläche gewinnt, das geht ihr an Höhe verloren. — Das lange Körperstück der Bogenwurzel ist niedrig und am äussersten Rande der concaven Seite ist der Wirbelkörper um ein Bedeutendes kleiner, als an der convexen, wobei die grössten Differenzen in der unmittelbaren Nachbarschaft der Bogenepiphysenfugen gefunden werden. Es ist ferner das Körperstück der convexen Bogenwurzel kurz, dafür aber sehr hoch und damit im Zusammenhange auch die convexe Bogenwurzel in gleicher Weise gestaltet.

Ganz die gleiche Formveränderung wie der Körper hat auch die Zwischenwirbelbandscheibe durchgemacht, und ein Blick auf den in den vorgeführten Schnitten sich darstellenden Grund- und Aufriss des skoliotischen Bandes zeigt, dass sie in compendiöser Form die ganze Massenverschiebung des Wirbelkörpers genau wiedergibt.

Wenn in Folge und mit diesen Formstörungen das hintere Längsband stark in die Convexität verschoben wurde, so erfolgt diese Bewegung durch die starke Breite-Entwicklung des Körperstückes der concaven Bogenwurzel und die Verschiebung der sie abschliessenden Bogenepiphysenfuge, deren inneres Ende stets, auch bei den am meisten skoliotisch veränderten Wirbeln, knapp an die Seitenränder des hinteren Längsbandes heranreicht.

Die concave Bogenfuge steht immer tief im Wirbelkörper, mit ihrem äusseren Flügel mehr vorgeschoben, als mit dem inneren, die convexe immer an einem kleinen Körperstücke, so dass in Folge dieses Verhaltens der ganze zwischen den Bogenfugen eingefasste Wirbelkörper, wenigstens in seinen vorderen Antheilen, die gleiche Schwenkung nach der Convexität ausgeführt hat, wie sie eben an der Façade des Wirbelkörpers gewürdigt wurde.

Ich verweise ferner auf den merkwürdigen Umstand, dass, wenigstens an der Brustwirbelsäule und an der Lendenwirbelsäule nicht zu alter Skoliosen an der concaven Seite die Bogenfuge stets in ganzer Ausdehnung gefunden wird; ja oft ist sie auffallend breit, besonders an ihrem äusseren Flügel und in jenen Schichten, welche sich den Endflächen des Wirbelkörpers nähern. Im Verticalrisse ist sie gewöhnlich breit, manchmal verkrümmt, wie in sich zusammengebogen, manchmal entzweigebrochen und die Bruchstücke gegeneinander ad longitudinem verschoben. An der convexen Seite hingegen besteht die Bogenfuge nur an den jüngsten skoliotischen Wirbelsäulen III und II in ihrer ganzen Ausdehnung, ist aber dabei dünner, als ihr Gegenüber. An den übrigen älteren Präparaten ist die convexe Fuge immer in der Mitte des Wirbels in ihrer Continuität unterbrochen, es fehlt das innere Mittelstück, und nur an ihrem lateralen Flügel und wo sie an den Endflächen des Wirbels ansteht ist sie in ihrem Umfange erhalten, so dass sie, aus ihrem Zusammenhange mit dem Knochen herauspräparirt, einen Ring darstellen würde, dem an seiner dem Wirbelcanale zugewendeten Seite ein Stück seines Umfanges fehlt. Durch die Lücke dieses Ringes, welche am grössten an Scheitelwirbeln gefunden wird, fliessen die Spongiosae des Wirbelkörpers und der convexen Bogenwurzel mit einander zusammen. Die Ränder dieser Lücke sind, wie die frontalen Aufriss-

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

schnitte lehren, zugeschärft. An den Lendenwirbeln älterer Skoliosen fehlen sie mit Ausnahme letzter Reste in der Nähe der Terminalflächen ganz, und auch an der concaven Seite dieser Wirbel hat die Fuge ihren Zusammenhang mit dem Wirbelcanale verloren und ragt wie abgerissen quer in's Innere der Körperspongiosa.

Soviel Formbewegung wir nun an der concaven und vorderen Seite des Wirbels wahrgenommen haben, so still verhält es sich an der hinteren Circumferenz des Wirbelringes an jenem Stück, welches zwischen der gemeinsamen Basis der Processus articulares und transversi gelegen ist, und das ich früher, um es besonders hervorzuheben, als Segmentum interarticulare bezeichnet habe.

Aus mehrfachen Zeichen geht hervor, dass dieses Stück den ruhenden Theil im Gestaltwechsel des skoliotischen Wirbels darstellt, um welchen herum sich die Verschiebungen vollziehen, welcher daher als Basis und Standpunkt der Beobachtung und Beurtheilung zu wählen ist.

Zu diesem Segmentum stehen am normalen kindlichen Wirbel die Bogenwurzeln in einem Winkel von etwa 75—80°, und diese, sowie eine vierte dem Segmentum parallele Linie, welche die Mitten beider Bogenfugen verbindet, bilden ein Trapez, in welches am normalen Wirbel das Wirbelloch symmetrisch hineingezeichnet ist. Eine von der Segmentsymphyse zum hinteren Emissarium gezogene Axe theilt es in zwei gleich grosse seitliche Hälften.

In diesem Trapez bleibt am skoliotischen Brust- und Lendenwirbel die grössere Grundlinie — das Segmentum — ruhig; die concave Seitenlinie aber wird länger, dabei ihre Neigung zu ersterer stärker, so dass sie entschieden gegen die Convexität hin gefallen ist; die dem Segmentum gegenüberliegende ebenfalls länger gewordene Gerade wird dadurch gegen die Convexität hin geschoben, an ihrem concaven Flügel vorgerückt, und endlich die convexe Seitenlinie zur Grundlinie mehr aufgestellt; dadurch entsteht ein gegen die Convexität hin geneigtes und verschobenes Trapezoid, in welches ein gegen die Convexität hin verschobenes Oval eingezeichnet werden kann — das asymmetrische skoliotische Wirbelloch — dessen, Emissarium und Segmentsymphyse verbindende Gerade, gegen die Convexität hin geneigt ist und deren Fortsetzung, die Körperaxe, vom Emissarium angefangen, wie dies Albert l. c. bereits hervorhob, gegen die Convexität hin abgebrochen ist.

Die Proc. articulares der concaven Seite erhalten an ihren unteren Enden eine Gelenksfacette, welche in einer Flucht mit dem nächstgelegenen basalen Knorpelüberzuge des Körperstückes der Bogenwurzel gelegen ist, an Umfang immer mehr zunimmt je höher im Krümmungsscheitel der Wirbel gelegen ist und mit der ihn aufnehmenden analogen Facette des nächst unteren Bogengelenkes ein Zeugnis dafür abgibt, dass er in den neuen statischen Verhältnissen einen ruhenden Knochenfortsatz bedeutet, welcher von nun an einen guten Theil der über ihm schwebenden Körperlast zu tragen berufen ist. Seine Formveränderung, sowie die abnehmende Höhe beider Proc. articulares und ihre Neigung nach vorne sind eine Consequenz der im Beginn einer Skoliose wie gesetzmässig auftretenden, von Albert l. c. gewürdigten Reclination.

Die knorpeligen Endplatten der Wirbelkörper besitzen an der concaven Seite einen länglichen Zipfel, welcher das längere Körperstück der Bogenwurzel deckt und sich noch etwas auf diese hinüberzieht. Über seiner grösseren concaven Hälfte lagert ein Zwischenwirbelband, dessen concentrische Faserzüge vermehrt und in weiten deutlich sichtbaren Zwischenräumen auseinander gedrückt erscheinen.

Der Nucleus pulposus steht immer excentrisch in der Convexität, ist selbst asymmetrisch und seine ungleichen seitlichen Hälften stehen zu einander in Bezug auf Fläche und Höhe in umgekehrtem Verhältnisse.

Die Foramina intervertebralia sind an der convexen Seite auffallend hoch, an der concaven sehr niedrig, dafür um so länger, aber nicht in dem Verhältnisse, wie es die Verlängerung der Bogenwurzel erwarten liesse, ein Zeichen, dass letztere vorzüglich durch die starke sagittale Entwicklung des Körperstückes der Bogenwurzel zu Stande kommt.

An allen skoliotischen Wirbeln ist ferner, wie ich dies zuerst hervorgehoben habe, an der Concavität die Spongiosa aus engeren Markräumen und engeren Maschen zusammengesetzt, die umgekehrt an der convexen Seite und da besonders in der Mitte der kleineren, convexen Wirbelhälfte weit gewoben sind.

Digitized by the Harvard University Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org; www.biologiezentrum.at

Diese grössere Dichte an der Concavität ist hauptsächlich eine Folge der engeren Maschenräume; die Knochenbälkchen erscheinen nur an den älteren Wirbelsäulen und da in den äussersten Flanken des Wirbelkörpers verdickt, während die grossen Markräume der convexen Seite, an der Brustwirbelsäule wenigstens, von zarten Knochenleistchen umsponnen sind.

Eine eigenthümliche Ausnahmestellung nimmt an den jugendlichen, noch nicht hochgradigen skoliotischen Brust-Wirbelsäulen, an denen sich weder an den Wirbelkörpern noch an den Bögen und Querfortsätzen oder Rippen der concaven Seite irgendwelche Contactdifformitäten finden, in Bezug auf sein Volumen der Processus transversus ein.

Es muss der Thatsache, dass er, ohne mit seinem oberen und unteren Nachbar in irgend eine Berührung gekommen zu sein, in seinem Volumen sein Gegenüber so weit überragt und dass dabei sein Inneres von weiten Markräumen erfüllt ist, eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden.

Ich werde auf diesen eigenthümlichen Umstand später noch zurückkommen und Gelegenheit nehmen, dort diese Beobachtung näher zu würdigen.

Wie kommen nun diese am skoliotischen kindlichen Wirbel auftretenden Erscheinungen zu Stande?

Ich habe in meinen ersten Abhandlungen die Meinung vertreten, dass alle Asymmetrie und der damit im Zusammenhang stehende Eindruck der Torsion der Wirbelkörper zu Stande komme durch übermässig auf die Convexität der Körperhälfte beschränkte Wachsthumsentfaltung.

Ich habe diese Ansicht aus der Untersuchung alter Skoliosen herausgearbeitet und vorzüglich wegen des anatomischen Verhaltens der Wirbelbänder dieselbe für begründet erachtet.

Mit dem ersten jugendlichen Wirbel, der noch die Spuren von Bogenepiphysen trug und namentlich die tiefe Stellung der concaven Bogenfuge im Wirbelkörper erkennen liess, begannen die Verlegenheiten dieser Theorie, und ich muss es unumwunden zugeben, dass die von Albert l. c. gemachten Einwände gegen den Wachsthumsstillstand an der concaven und dessen Überhandnehmen an der convexen Seite wohlbegründete sind. Nach meinen in dieser Richtung hier aufgenommenen Untersuchungen muss ich erklären, dass mit meiner früheren Ansicht die Difformität des skoliotischen Wirbels in ihrem Wesen nicht aufgedeckt worden ist.

Es frägt sich nun in erster Linie, sind die Längenzunahme der concaven Bogenwurzel, die Flächen- und Längenzunahme der concaven, die Höhenzunahme der convexen Körperhälfte active Erscheinungen oder nicht, finden wir an dem kindlichen Wirbel Zeichen gesteigerter Wachsthumsenergie?

Darauf müssen wir, soweit es sich um makroskopisch erkennbare Vorgänge handelt, mit Nein antworten.

An der convexen Seite sind vor Allem keine activen, als gesteigertes Wachsthum aufzufassenden Phänomene wahrnehmbar.

An der convexen Bogenfuge kennen wir nur solche Veränderungen, die mit einem energischen Wachsthum unvereinbar sind. Sobald der convexe Wirbelkörpertheil beträchtlich und seit längerer Zeit an Höhe zugenommen hat, ist die Bogenfuge nur mehr mangelhaft vorhanden; sie ist entweder in einzelne Stücke zertheilt, regelmässig in ihrer Mitte defect, an den tiefen Wirbeln des Skeletes völlig abgängig. Sie kann daher vermöge dieser, wie die jüngere Skoliose III es lehrt, im ersten Beginne schon eingeleiteten Vorgänge, für ein vermehrtes Wachsthum nichts leisten. Da aber an der convexen Hälfte vorzüglich die Entwicklung in die Höhe vorwiegt, so wäre die Endepiphyse der Wirbelkörper darauf in erster Linie zu untersuchen. Aber an dieser entdeckt man keine anatomischen Zeichen einer üppigen Knochenproduction; der Ossificationssaum ist dort um nichts mächtiger, ja man muss an einzelnen Bildern der rhachitischen Skoliose III zugestehen, dass gerade das concavseitige Ossificationslager um ein Merkliches höher ist, als an der convexen Seite.

Aber auch an der concaven Seite, welche durch ihre in die verlängerte Axe der Bogenwurzeln fallende Entwicklung durchgehends an allen Wirbeln sich auszeichnet, findet man an der hiefür augenscheinlich so zweckmässig gestellten Bogenfuge keine frappirenden Wachsthumszeichen. Diese Epiphyse ist wohl immer breiter, als ihr Gegenüber, aber ihre Ossificationssäume unterscheiden sich makroskopisch in nichts

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge. MCZ Digital Downloads from the Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Auffallendem von denen der gegenüberliegenden Seite, und nur an den Körperepiphysen der Skoliose III wurde, wie eben erwähnt, in den lateralsten Schnitten ein mächtigerer Ossificationssaum entdeckt, aus welchem die steilen Bälkchen des Wirbelkörpers dichter aufschossen, als anderswo.

Dann aber zeigt ja auch die concave Wirbelkörperhälfte eine weitere flächenhafte Entwicklung in die Quere, von aussen nach innen mit Verschiebung des hinteren Emissariums und der sagittalen Wirbelaxe von der concaven gegen die convexe Seite. Für diese Gebietsvergrösserung steht keine passende Epiphysenfuge zur Verfügung, und was von der terminalen Knorpelplatte kindlicher Wirbel sich auf die äussere Fläche derselben hinabschlägt, geht nicht tief genug, um diese durchgreifende Verlagerung bedingen zu können Diese Art der Verschiebung ist am stärksten in den grossen, tiefen Lendenwirbeln, und gerade an diesen spielen die Bogenepiphysen bereits eine so untergeordnete Rolle, dass man von ihnen nicht mehr eine so auffallende Ummodelung erwarten kann.

Soweit man mit freiem Auge und mit geringer Vergrösserung an diesen, für die mikroskopische Untersuchung noch zu groben Schnitten erkennen kann, finden sich an den dem Wachsthum in erster Linie dienenden, grossen Knorpellagern der skoliotischen Wirbel keine die typische Gestaltveränderung begreiflich machenden Vorgänge.

Diese müssen somit der Hauptsache nach passive sein. Mit anderen Worten, die skoliotische Gestaltveränderung wäre, um einen bezeichnenden Ausdruck Albert's zu gebrauchen, eine Ummodelung des einseitig übermässig belasteten Wirbels. Diese Ummodelung kann dann nur hervorgerufen sein, einerseits durch Pressung des Wirbelknochens an der concaven belasteten und anderseits durch Blähung an der convexen druckfreien Seite der einmal eingeleiteten Krümmung.

Der Gedanke der Ummodelung zwingt aber nothwendigerweise in dem Zustandekommen der Difformitäten an der Wirbelsäule auf einen Bestandtheil des Knochens Rücksicht zu nehmen, der in seinem untrennbaren Zusammenhange mit diesem bisher immer vernachlässigt wurde, nämlich auf das Knochenmark.

Wir sind durch die Idee der Ummodelung der Wirbelgestalt genöthigt, dem Knochenmarke die Rolle eines halbflüssigen Körpers zuzuschreiben, der den auf ihn einseitig ausgeübten Druck nach allen Richtungen hin fortzupflanzen im Stande ist.

Dass das Mark ein solcher Körper sei, das wissen wir bereits aus den klinischen Erscheinungen der acuten, eitrigen Osteomyelitis, aus den mit Markfett erfüllten subperiostalen Osteomyelitis-Abscessen, aus seinem Vorquellen aus der Mitte eines amputirten grossen Röhrenknochens und aus den schönen Ergebnissen der Schiessversuche Reger's und Habart's.

Aus den engmaschigen Markräumen erkennen wir, welche Wirbeltheile bei der Skoliose der Pressung ausgesetzt sind. Nach den Veränderungen an den concavseitigen Gelenksfortsätzen beginnt die Pressung an der Spitze dieser Knochentheile, erstreckt sich von da über die concavseitige Bogenwurzel in die concave Hälfte des Körpers hinein.

Diese Pressung verengert die Maschenräume der Spongiosa durch einen sehr allmälig sich abwickelnden Vorgang, dessen subtile Aufdeckung mikroskopisch gelingen muss, in Folge welchen Vorganges das Mark aus den Spongiosalücken auszuweichen genöthigt ist. Dieser Vorgang spielt sich ab bis zur Grenze der druckfreien convexseitigen Wirbelhälfte; in diese hinein pflanzt sich der von der concaven Seite her ausgeübte Druck, welcher dort concentrisch gewirkt hat, fort, um an der convexen Hälfte durch Vermittlung des ausweichenden Markes excentrisch von innen her sich geltend zu machen, und in Ausweitung und Vergrösserung der Markräume, Dehnung und Verdünnung der Knochenleisten, d. i. in Blähung des ganzen Knochengefüges der convexen Körperseite sich zu äussern.

Man kann nicht entgegnen, die der Schwankung unterworfene Blutfülle des Markes lasse eine solche excentrische Druckwirkung nicht zu Stande kommen. Capillarität und Markgewebe bilden ein Ganzes, und geradeso wie bei Überlastung des Knochenmarkes durch eitrige Osteomyelitis das Markfett an die Oberfläche des Knochens getrieben werden kann, ebenso muss man dem Knochenmark die Fähigkeit zuschreiben, einen empfangenen Druck nach allen Richtungen hin in sich fortzupflanzen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Pressung der concavseitigen Wirbelhälfte geschieht aber in zwei Richtungen.

Einmal in der Richtung der concavseitigen Bogenwurzel.

Sie ist eine Folge der von Albert näher gewürdigten Reclination; der beweisende Ausdruck dafür liegt in der Umformung der Proc. articulares und ihrer Gelenke. Sie streckt durch ihr scheerendes Moment die concave Bogenwurzel, dehnt das Foramen intervertebrale in die Länge, streckt den hinter der Knorpelfuge gelegenen Körpertheil der Wurzel, den vor derselben in ihrer Verlängerung gelegenen Wirbelantheil, sammt der daran gelagerten grossen Epiphysenplatte und der dieser wieder benachbarten Zwischenwirbelbandscheibe Der Reclination entsprechend wird die concavseitige Bogen- und Körperhälfte durch Pressung in sagittaler Richtung gestreckt.

Die zweite Hauptrichtung der Pressung verläuft aber frontal, und ist um so ausgiebiger, je weiter die seitliche Verkrümmung der Wirbelsäule, die Skoliose, gediehen ist.

Durch diese, im Wesen der Skoliose zuvörderst bedingten Pressung, wird der Wirbelkörper allein in querer Richtung zusammengedrückt und gestreckt, und diese Pressung ist es, welche die Verschiebung des Emissariums nach der convexen Seite hin bewirkt.

Der Umstand, dass aber an jedem skoliotischen Wirbel noch Gestaltveränderungen vorkommen, welche weder rein in der einen, noch rein in der anderen Richtung gelegen sind, sondern in beiden zugleich, führen zur Erkenntnis, dass Skoliose und Reclination zur gleichen Zeit nebeneinander hergehen, dass also eine Brust-Wirbelsäule, welche anfängt skoliotisch zu werden, sich auch bereits auf die betreffenden concavseitigen Gelenksfortsätze und Bogenwurzeln zurückgelehnt haben muss.

Durch diese Reclination verliert die Wirbelsäule die Eigenschaften eines elastischen Knochencomplexes, in welchem die Schwerlinie fortwährend in und um den Nucleus pulposus herumschwankt, und wo die Schwere immer als Pressung des ganzen Körpers auftritt; sie wird bald in ein mehr starres Knochengefüge verwandelt, in welchem die Verzahnung der concavseitigen Gelenksfortsätze den vorzüglich fixirten Theil der Wirbelknochen bedeutet, und wo von nun an die Schwerlinie dauernd aus der Mitte des Wirbelkörpers gegen die Concavität gewandelt ist und der Druck der Körperlast, anstatt sich gleichmässig über den ganzen Wirbelkörper zu vertheilen, allein von den Gelenkfortsätzen der concavseitigen Bogenwurzel und Körperhälfte empfunden wird.

Wichtig für uns ist die Erkenntniss, dass an dem skoliotischen Wirbel die Gelenkfortsätze und das zwischen ihnen liegende Segment den feststehenden Abschnitt des Wirbelringes bedeuten.

Hängt der übrige Theil des Ringes an dieser Basis und wird er, wie eben beschrieben, einer Pressung in der Richtung der Bogenwurzel und in querer Richtung ausgesetzt, so folgt nebst den eben gewürdigten Pressungs- und Blähungserscheinungen der ganze Wirbel der Componente dieser beiden schiebenden Kräfte, die sagittale Axe des Wirbelloches neigt sich, ebenso wie die sagittale Axe des Wirbelkörpers nach der convexen Seite, während die Symphyse des Segmentums unverrückt stille zu stehen gezwungen ist.

Die Schiefheit des Wirbelloches, die starke Neigung der concavseitigen Bogenwurzel gegen die Convexität, die Aufstellung der convexseitigen Bogenwurzel, die starke Neigung der concaven Bogenfuge und der sagittalen Körperaxe, sowie der Wirbelfront gegen die Convexität unter Vorschiebung seines concaven Flügels, das sind Componentenwirkungen aus der Skoliosen- und Reclinationspressung der concavseitigen Wirbelhälfte.

An der convexen, in der Fläche kleineren Wirbelkörperhälfte äussert sich nebst den oben angeführten Veränderungen an der Spongiosa die Blähung des Knochengefüges in der zunehmenden Höhe des Wirbels und in den zerstörenden Veränderungen an der entsprechenden Bogenfuge. Durch sie wird diese gedehnt, reisst dann in der Mitte auseinander unter Bildung zugeschärfter Fragmente, so dass die Markräume des Wirbelkörpers und der convexen Bogenhälfte an den Fugenlücken miteinander zusammenfliessen. Letztere erleidet daher in der Länge keine Veränderung, sie wird nur höher und dicker, entsprechend dem Markdrucke, welcher sich nach durchbrochener Bogenfuge ungehindert in diesen Ringtheil fortpflanzen und dort dieselben Structurveränderungen hervorrufen kann, wie in jenem Wirbeltheile, von dem er gekommen ist.

Wenn man den frontalen Schnitt eines skoliotischen Wirbelpaares betrachtet, so kann Einem die Ähnlichkeit der Gestalt des getroffenen Nucleus pulposus mit einem vom Rande her belasteten Kissen nicht entgehen; jene aber ist ein getreues Abbild der im Knochen obwaltenden neuen Markverhältnisse und der Vergleich mit einem Kissen in der That mehr als ein oberflächlicher. Man setze nur statt des Flaumes Knochenbälkchen und statt des Markes die im Kissen enthaltene Luft. Wer Morgens sein Bettkissen, auf dessen einem Zipfel er Nachts über mit dem Haupte geruht hat, mit tieferem Verständniss anblickt, dem wird die Analogie des asymmetrischen Bettstückes, seiner gepressten und geblähten Hälfte mit den entsprechenden Theilen eines skoliotischen Wirbelkörpers sofort klar werden.

Es lag der Gedanke nahe, den in die unbelastete Wirbelhälfte fortgepflanzten Markdruck manometrisch zu messen.

Ich habe auch an Leichen, welche um das 20. Lebensjahr herum Verstorbenen angehörten, unterste Brust- und obere Lendenwirbelsäulen — eine Serie von 5—6 Wirbeln — entnommen, einen Wirbelkörper nach den anderen mit einer hohlen Schraube angebohrt, an diese mit einem elastischen Rohre ein mit gefärbtem Alkohol gefülltes Manometer angefügt und nun die Wirbelsäule nach der, der Bohrung entgegengesetzten Seite zusammengedrückt.

Ich bekam dabei einigemale Ausschläge des Manometers, die bis 20 *mm* anstiegen. Ein positiver Versuch gelang aber immer nur ein einziges Mal, offenbar weil das nach einer Seite gepresste Mark vermöge seiner Consistenz nicht mehr die alte Lage einnehmen konnte.

Öfters aber blieb der Versuch negativ, und zwar in jenen Fällen, in welchen während der Pressung blutiges, zerquetschtes Mark an vorderen Emissarien zum Vorschein kam und daher im Innern des Knochens durch einseitige Belastung kein Überdruck erzeugt werden konnte.

Ich war auf die Ergebnisse dieser Manometerversuche noch aus dem anderen Grunde begierig, um zu erfahren, ob eine starke Belastung des Wirbels, oder eine einseitige Überlastung im Stande sei, überhaupt eine Compression des Knochens zu erzeugen, obwohl aus dem zarten Gefüge kindlicher Wirbel die Möglichkeit dieses Vorganges von vorneherein zuzugeben war.

Zur ausgiebigen Begründung der von mir hier eingeführten Vorstellung über die structurändernde Wirkung fortgepflanzten Markdruckes muss ich endlich darauf zurückgreifen, dass am skoliotischen Brustwirbel eine Gestaltveränderung vorkommt, welche füglich nicht anders erklärt werden kann und für sich eine Art Manometerbeweis darstellt.

Es ist dies die Gestaltveränderung des concavseitigen Proc. transversus, auf welche ich oben so dringend hingewiesen habe.

An der ganzen concaven Wirbelseite finden wir die Symptome der Pressung, Streckung der Knochentheile und Enge der Spongiosa, insbesondere an der concaven Bogenwurzel. Aus dieser aber entsprosst am kindlichen Brustwirbel einer Anfangsskoliose immer — gesetzmässig — ein mächtiger, runden Formen zustrebender, von weitmaschiger Spongiosa erfüllter, sein Gegenüber an Volumen übertreffender, geblähter Processus transversus.

Es ist eben ein wegen der Mindergradigkeit der Skoliose ganz druckfreier Knochenfortsatz, der an einem unter hoher Pressung stehenden Bogentheile wurzelt, dessen Mark nach vorne durch die dicke Bogenepiphyse, nach hinten durch die enge Segmentepiphyse abgeschlossen ist und daher bei der starken Pressung nur in den druckfreien Proc. transversus ausweichen kann, resp. seinen Pressungsdruck dorthin als Blähungsdruck fortpflanzen wird.

Die Folge davon ist diese sonst ganz unverständliche Volumszunahme dieses Knochenfortsatzes und seine Annäherung an sphärische Formen.

Ich glaube daher, dass diese eigenthümliche und unerwartete Formstörung des Proc. transversus an der concaven Seite der Skoliose mit der Sicherheit eines unzweideutigen Experimentes als Beweis für die

Theorie der Architecturveränderung durch Pressung und fortgepflanzten Markdruck ins Feld geführt werden kann.[1]

Es versteht sich von selbst, dass, wenn der Wirbelring von einem anderen Punkte her und in anderer Richtung als bei der reclinirten Skoliose gepresst wird, andere Formstörungen eintreten müssen, die man aber an der Hand obiger Vorstellungen wird voraussehen können.

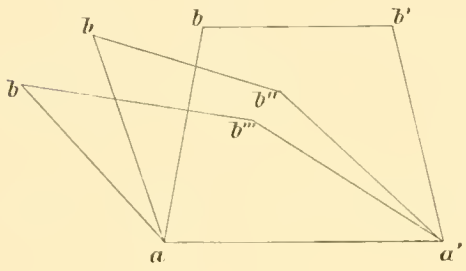
Wird ein Wirbel einfach sagittal von hinten nach vorne zusammengepresst, so wird sein Wirbelloch symmetrisch sagittal in die Länge gezogen werden und sein Körper mit Verjüngung seiner Front von hinten nach vorne in sagittaler Richtung gestreckt werden.

Ein umgekehrter Druck wird wegen der Stabilität des Segmentum interarticulare das Wirbelloch von vorne nach hinten verengern und in die Quere erweitern.

Eine rein skoliotische Verkrümmung ohne gleichzeitige Reclination wird den Wirbelkörper direct gegen die Convexität hin drängen und am Körper reine Pressungs- und Blähungsdifformitäten mit frontalem Fortschreiten, d. i. eine reine Keilgestalt des Wirbels erzeugen.

Das Wirbelloch wird aber in letzterem Falle entsprechend der Stabilität des Segmentum interarticulare und der Verschiebung, welche die vordere durch Streckung allmälig an Länge zunehmende Parallele des oben gezeichneten Trapezes erleidet, nothwendig von vorne nach hinten enger werden müssen, ein Vorgang, den nebenstehendes Schema erläutert. (Fig. VI.)

Fig. VI.



Die Wirbelsäule Nr. III besass aber einen solchen im Scheitel einer linkseitigen Skoliose gelegenen I. Lendenwirbel, in welchem sie auch gleichzeitig nach hinten ausgebogen, also nach vorne geneigt war. Dort fehlte daher jede Reclination. Es bestand nicht blos relative, sondern sogar absolute Inclination, eine Kypho-Skoliosis sinistra. Dort mussten daher alle Reclinationserscheinungen fehlen und zur reinen Wirkung der Skoliose nur noch die das Lumen des Wirbelcanales von vorne nach hinten noch mehr verengenden Pressungsergebnisse der Inclination sich hinzugesellen.

In Taf. XXI, Fig. 5 und 6 ist dieser I. Lendenwirbel in Flächenansicht von oben und unten her photographisch wiedergegeben; was über seine Gestaltveränderung von vorneherein vermuthet werden konnte, ist an seinem Grundrisse deutlich ausgeprägt wieder zu erkennen. Sein Nucleus steht in reiner Frontalverschiebung weit in der Convexität und sein stark convexwärts nach links hin verzogenes Wirbelloch ist von vorne nach hinten beträchtlich verengert. Die beiden kurzen und schmächtigen Epiphysenfugen *cc* sind knapp an den Ursprung ihrer Bogenwurzeln zurückgedrängt.

Ich kann hier die Bemerkung nicht unterdrücken, dass die bedeutende Rolle, welche das Mark als Druck fortpflanzender Factor bei den Form- und Structurstörungen der Skoliose spielt, auch für das Verständniss anderer Difformitäten fruchtbringend sein dürfte.

Es versteht sich von selbst, dass mit der Annahme der Pressung an der concaven Seite der Skoliose und mit der Fortpflanzung des einseitigen Druckes durch das Mark in die convexe Hälfte als Blähung noch nicht Alles in Bezug auf die subtileren Vorgänge geleistet ist.

Das Zusammendrücken der Knochenbälkchen, die Verengerung der Markräume und das Ausweichen des so von allen Seiten gedrängten Markes muss doch durch feinere, anatomisch aufdeckbare Veränderungen zu erkennen sein, die allmälig fortschreiten, bis sie zu den in unseren Wirbeln gefundenen Bildern führen. Ebenso müssen an der convexen Seite die Spuren des excentrisch sich entfaltenden Druckes an den Knochenbälkchen und an dem feinerem Baue des Markes sich nachweisen lassen.

[1] Das mit der skoliotischen Difformität verbundene successive An- und Abschwellen der concavseitigen Processus transversi ist auch an der Albert's Abhandlung beigegebenen Figurentafel nicht zu verkennen.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library, the Museum of Comparative Zoology (CatalogMA) http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

An den dünnen Fournierschnitten wird nur der grobe Effect wahrgenommen. Es wird daher Aufgabe mikroskopischer Untersuchung sein, an kindlichen Skoliosen des allerersten Beginnes, diesen supponirten Kräften nachzugehen, um ihr Wirken an den Veränderungen des feineren Baues der Wirbelknochen bestätigen zu können.

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, dass an den kindlichen skoliotischen Wirbelkörpern jene eigenthümlichen, nach einem bestimmten Typus geordneten Züge der Knochenbalken fehlten, welche den ausgewachsenen skoliotischen Wirbeln eingenthümlich waren; nur am 10. Brustwirbel der älteren Skoliose I war eine Andeutung dieser inneren Umordnung wahrzunehmen.

Diese Thatsache hängt wohl damit zusammen, dass alle hier untersuchten Verkrümmungen im Werden und stetigen Fortschreiten begriffen waren, während eine typisch gebaute Spongiosa erst der fixirten, zu einem gewissen Abschlusse gelangten Skoliose angehören wird.

Nur am Übergangswirbel zeigt auch die kindliche Skoliose eine bestimmte Anordnung, welche Knochenbälkchen und Epiphysenfugen in die Richtung des Schwerlothes zurückzutreiben sucht, aus welcher sie durch die starke Neigung dieses Wirbels um die sagittale Axe gebracht wurden. Er allein zeigt functionelle Anpassung seines Gefüges an neue statische Verhältnisse.

Es zeigt dies, dass der Übergangswirbel im sich verkrümmenden Knochencomplexe schon von Anfang her eine gewisse Stabilität bewahrt, fortwährend einer auf seine ganze Masse gleich wirkenden statischen Anforderung nachkommt, welche das innere Gefüge des Knochens seiner Leistung entsprechend umformt.

Und nun komme ich schliesslich zur Frage der mit der Skoliose immer zusammengenannten Torsion.

Haben die feineren Untersuchungen unserer Wirbelsäulen eine Torsion erkennen lassen?

Darauf ist Folgendes zu erwidern:

Das, was an der Gesammtheit einer skoliotischen Brustwirbelsäule als Torsion bezeichnet wird, findet sich nur dann, wenn gleichzeitig einseitige Reclination vorhanden ist.

Denn das was am einzelnen Wirbel als Torsionsantheil zu erkennen ist, besteht in der Wendung der Wirbelfront gegen die Convexität unter starker Vorschiebung ihres concaven Flügels. Der Wirbelkörper wird dabei nicht gewunden und nicht gedreht, er wird von der concaven Seite her vorgeschoben und das schiebende Moment ist in der durch die Reclination auf diese eine Seite bewirkten Streckung der concaven Bogenwurzel und des benachbarten Körperantheiles gegeben. Diese Frontschwenkungen überwiegen im Scheitel der Krümmung und nehmen von da nach auf- und abwärts allmälig ab, und dieses crescendo und decrescendo in dem Schwenken der Wirbelfaçade nach den Convexitäten der die Seite tauschenden Krümmungen erzeugt jenes eigenthümliche Gesammtbild, das, seitdem skoliotische Wirbelsäulen anatomisch präparirt werden, mit dem Namen der Torsion belegt wurde.

Sie fehlt dort vollständig, wo die einseitige Reclination ausblieb und ist daher kein Attribut der einfachen seitlichen Neigung der Wirbelsäule, kein Attribut der reinen Skoliose.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; http://www.zobodat.at
Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original Uploaded from The Biodiversity Heritage Library

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

$1^1/_2$ der natürlichen Grösse.

TAFEL I—IX.

Skoliose Nr. I. $6^1/_2$jähriges Kind.

Fig. 1—8. Zweiter Brustwirbel der sin.-convexen Krümmung.
» 9—17. Vierter » » » » »
» 18—30. Achter » » dextro- » »
» 31—37. Zehnter » » » » »
» 38—42. Eilfter Brustwirbel. — Übergangswirbel.
» 43—46. Erster Lendenwirbel mit sin.-convexer Krümmung.
» 47—50. Zweiter » » » » »

TAFEL X—XII.

Skoliose Nr. II. 1 Jahr altes Kind.

Fig. 1—17. Neunter Brustwirbel mit sin.-convexer Krümmung.

TAFEL XIII.

Horizontal- und Frontalschnitte normaler kindlicher Wirbelkörper.

TAFEL XIV.

Fig. 1—8. Siebenter Brustwirbel der Skoliose Nr. I, dextro-convexe Krümmung.

TAFEL XV—XIX.

Skoliose Nr. III. 6 Jahre altes Kind.

Fig. 1.1′—14.14′. Sechster und siebenter Brustwirbel (paarweise), dextro-convexe Krümmung. Die convexseitigen Schnitte liegen in der Tafel links, die concavseitigen rechts.
» 15.15′. Achter und neunter Brustwirbel derselben Skoliose.

TAFEL XX.

Skoliose Nr. IV. 7jähriges Kind.

Fig. 1—6. Vierter und fünfter Brustwirbel (paarweise), dextro-convexe Krümmung.

TAFEL XXI.

Fig. 1—4. Die Processus articulares des vierten und fünften Brustwirbels der Skoliose Nr. IV.
» 5 und 6. Erster Lendenwirbel der Skoliose Nr. III in der Ansicht von oben und unten.

TAFEL XXII.

Fig. 1—9. Frontalschnitte aus dem siebenten und achten Brustwirbel (paarweise) der Skoliose Nr. IV. (Übergangswirbel.)

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA. Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

Fig. 2

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.org

Luh. Anstalt v. [illegible]

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 7.

Fig. 8

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

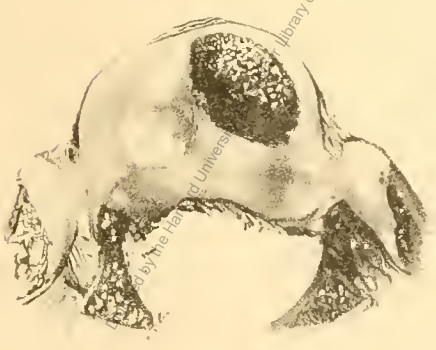
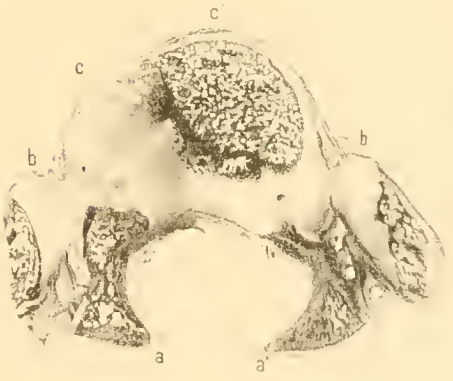


Fig. 12



Lith Anstalt v. J. Bard. Wien

Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

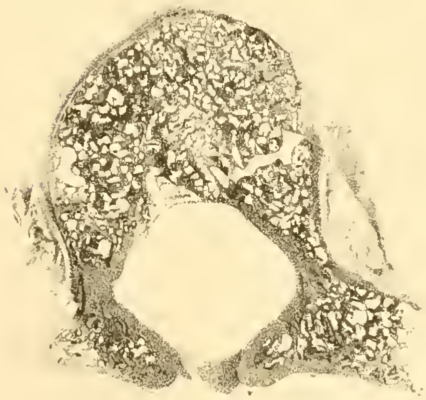


Fig. 16.

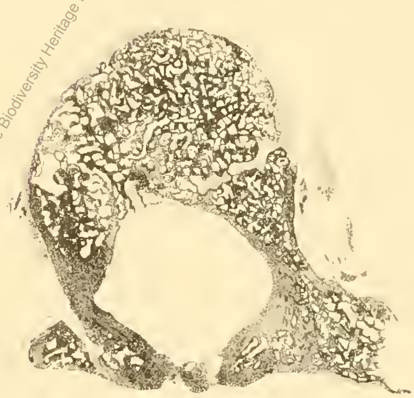
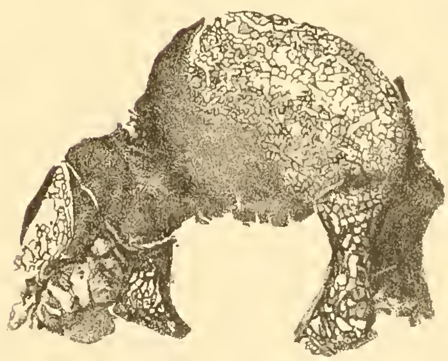


Fig. 17.

Fig. 18.



Lith. Anstalt v. Th. Bannwarth, Wien

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 19.

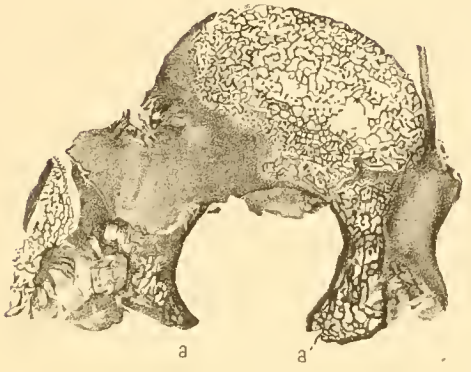


Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

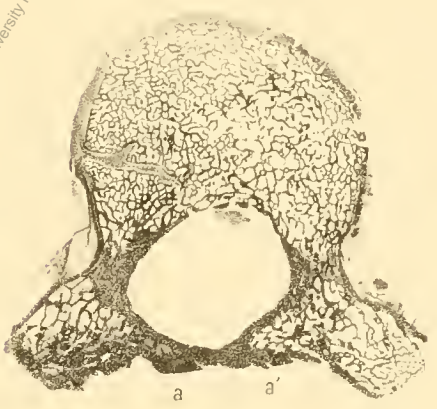


Fig. 23.

Fig. 24.

Lith. Anstalt v. J. Barth & Wien

Digitized by the Harvard University, the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA), Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.org

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 29.

Fig. 30.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.org

Lith. Anstalt v. J. Barth VI Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 31.

Fig. 32.

Fig. 33

Fig. 34.

Fig. 35.

Fig. 36.

Digitized by the Harvard University, the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Lith. Anstalt v. J. Barth & Wien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 37.

Fig. 38.

Fig. 39.

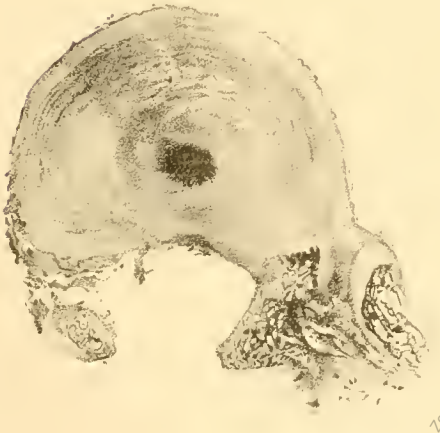


Fig. 40.

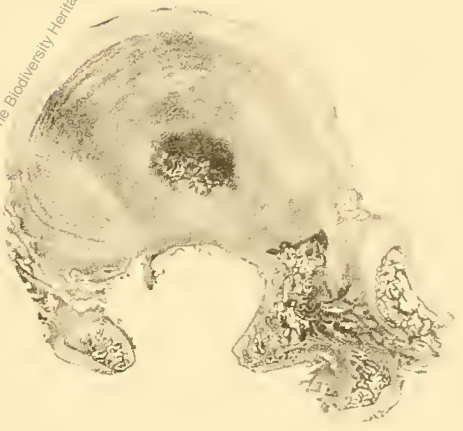
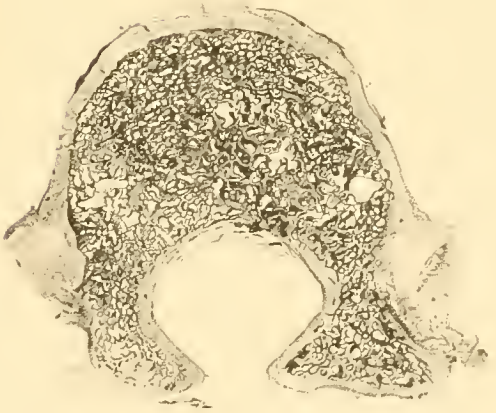


Fig. 41.

Fig. 42.



Digitised by the Harvard University Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Lith. Anstalt v. J. Hartl, V. Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 43.

Fig. 44.

Fig. 45.

Fig. 46.

Fig. 47.

Fig. 48.

Digitised by Harvard University, Ernst Mayr Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.
Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA), Original Download from The

Lith. Anstalt v. [illegible] in Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 49.

Fig. 50.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library (http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Lith. Anstalt v. J. Barth & Wien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

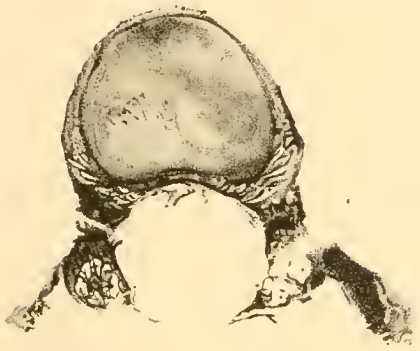


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

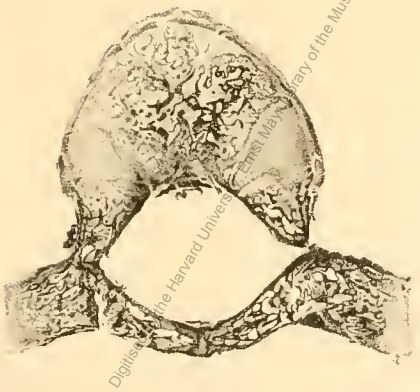


Fig. 6.

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Lith. Anstalt v. J. Barth VI Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 7.

Fig. 8

Fig. 9.

Fig. 10

Fig. 11.

Fig. 12.

Digitised by the Harvard University, Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Lith. Anstalt v. J. Barth & Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

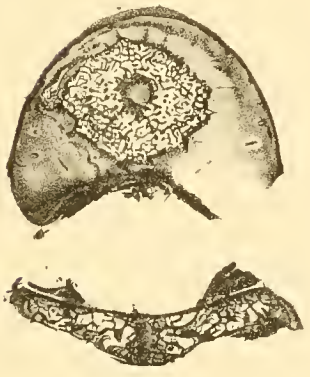


Fig. 16.

Fig. 17.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Lith. Anstalt v. Th. Bartl & W.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

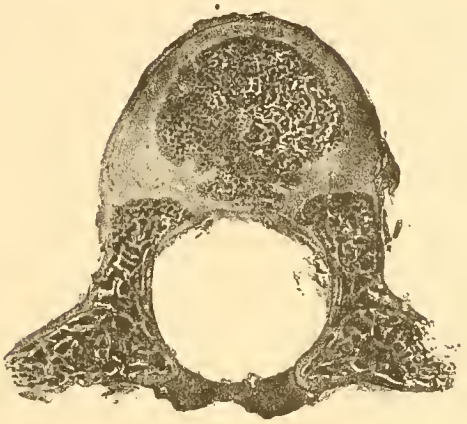


Fig. 2.

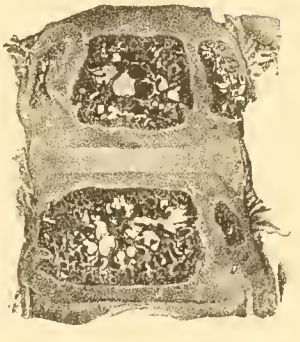
Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.



University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA), Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.

Lith. Anstalt v. J. Barth VI. Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Lith. Anstalt v. J. Barth VI Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

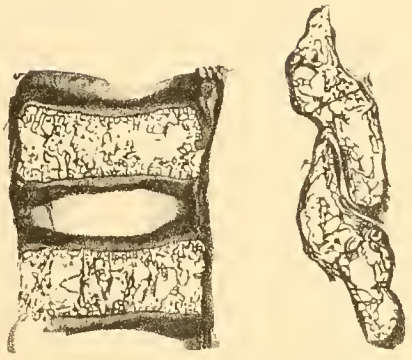


Fig. 1'.

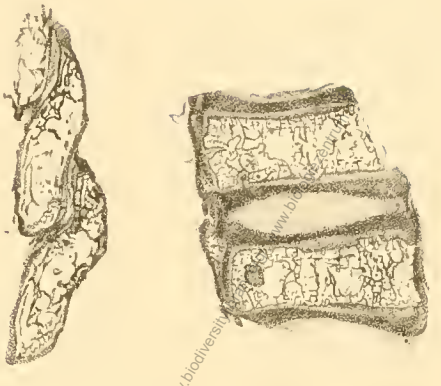


Fig. 2.

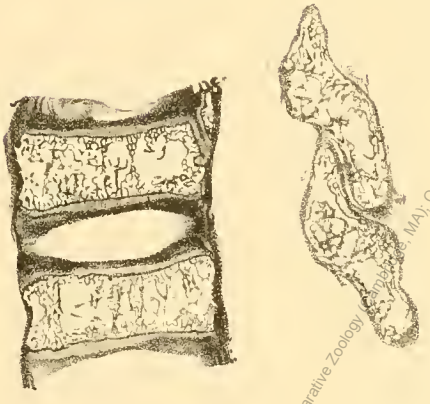


Fig. 2'.

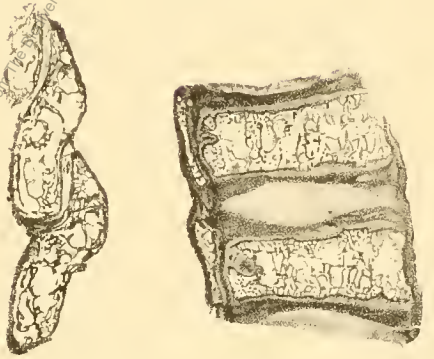


Fig. 3.

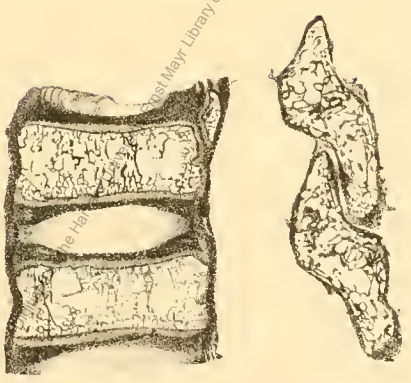
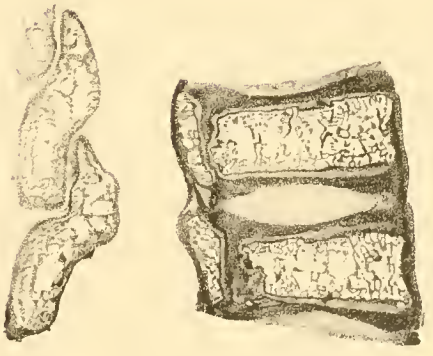


Fig. 3'.



Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, Cambridge, MA). Original Download from the Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversity

Lith Anstalt v. Barth

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 4.

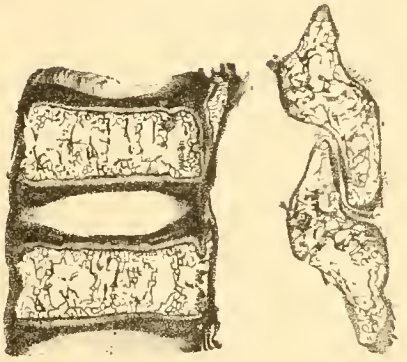


Fig. 4'.

Fig. 5.

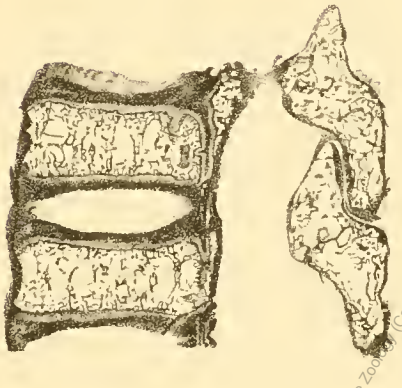


Fig. 5'.

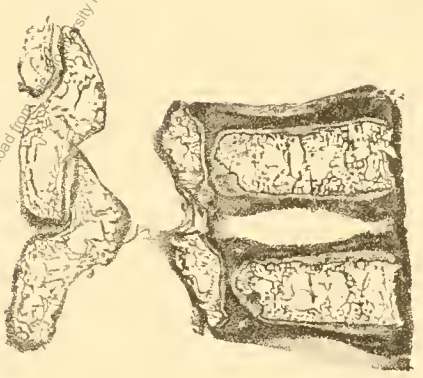


Fig. 6.

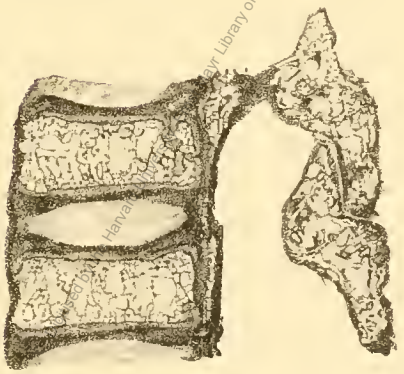
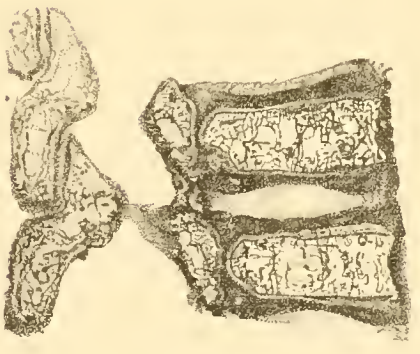


Fig. 6'.



Harvard University, Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA), Original Download from Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversity...

Lith. Anstalt v. J. Barth & Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 7.

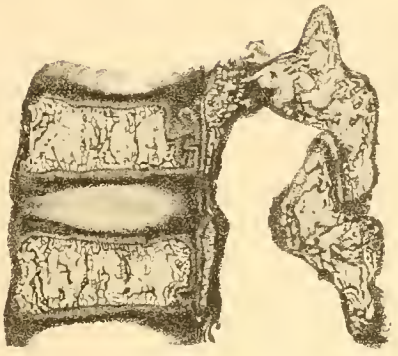


Fig. 7'.

Fig. 8.

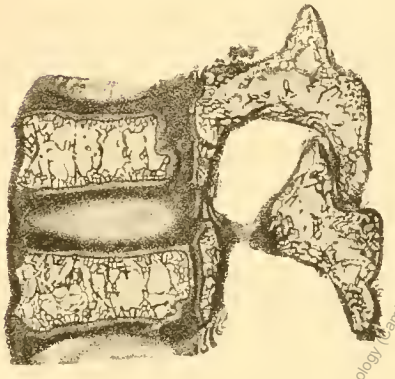


Fig. 8'.

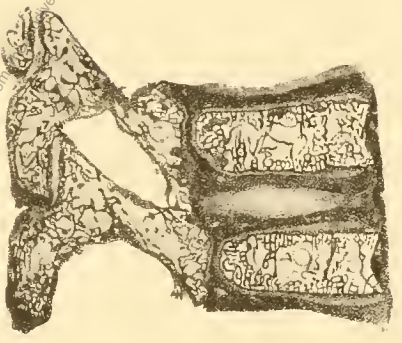
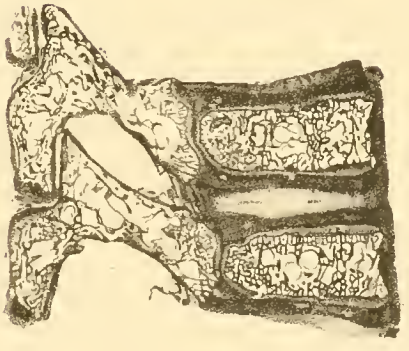


Fig. 9.

Fig. 9'.



Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA), Original Download from the Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/

Lith. Anstalt v. J. Barth VI. Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 10.

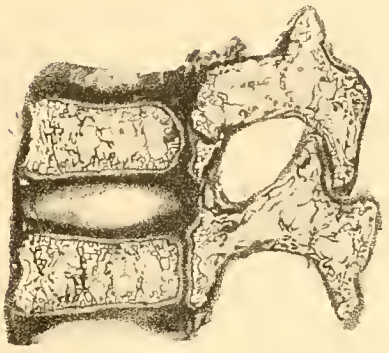


Fig. 10'.

Fig. 11.

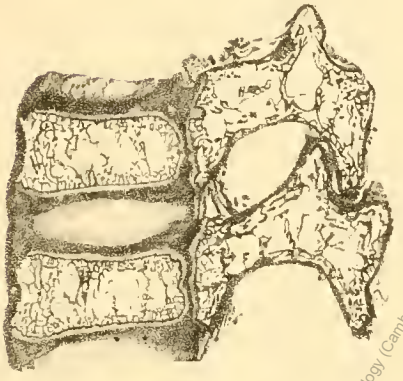


Fig. 11'.

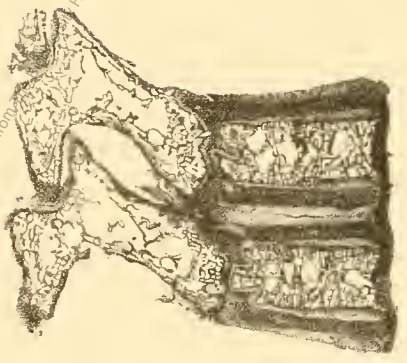


Fig. 12.

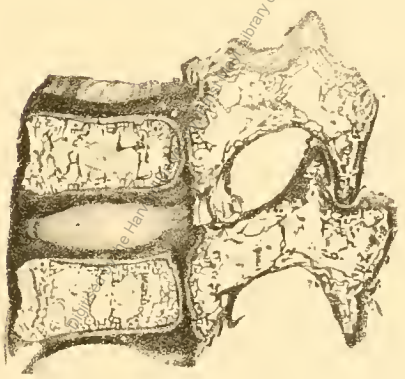
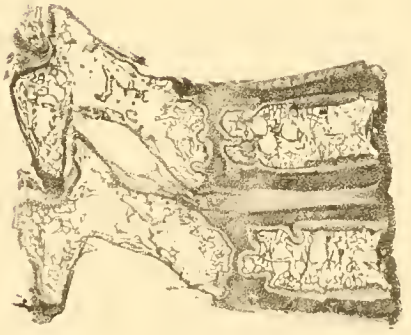


Fig. 12'.



Digitized by the Harvard University Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from the Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/

Lith. Anstalt v. J. Barth in Wien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 13.

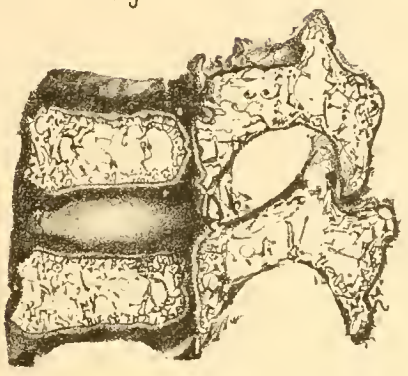


Fig. 13'

Fig. 14.

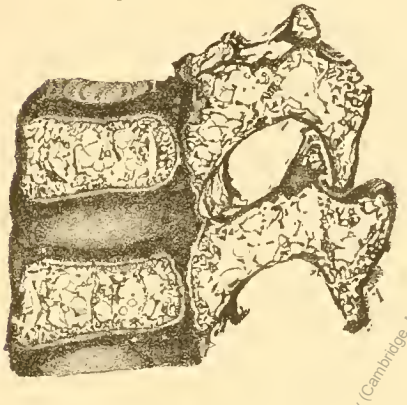


Fig. 14'

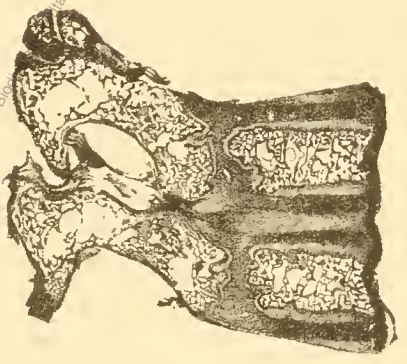


Fig. 15.

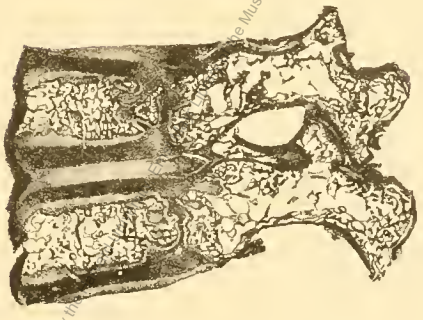


Fig. 15'

Digitised by the Harvard University, Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/

Lith. Anstalt v. Bart. & Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 2.

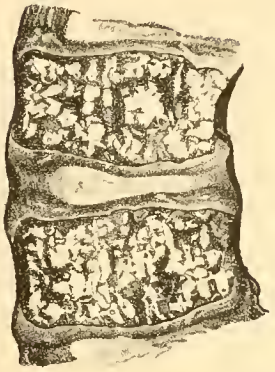


Fig. 3.

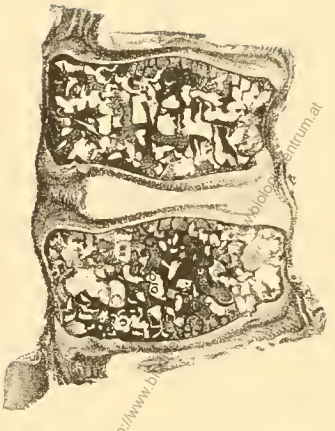


Fig. 1.

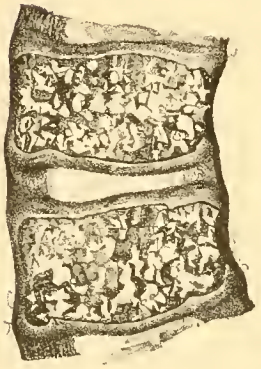


Fig. 4.

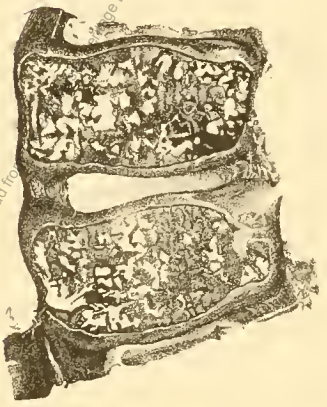


Fig. 5.

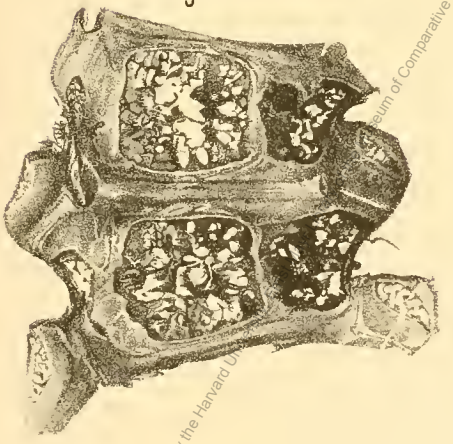
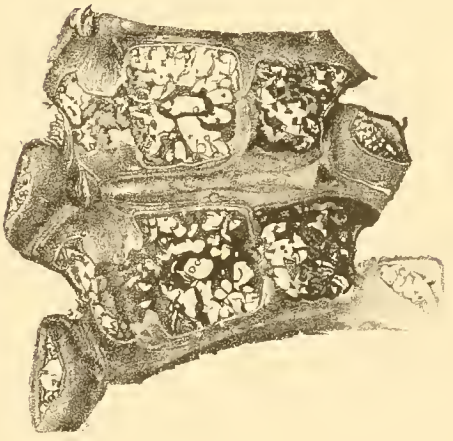


Fig. 6.



Digitised by the Harvard University, Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from Biodiversity Heritage Library (http://www.biodiversitylibrary.org/); Naturhistorisches Museum Wien (http://www.biologiezentrum.at)

Lith. Anstalt v. J. B. ... in Wien

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

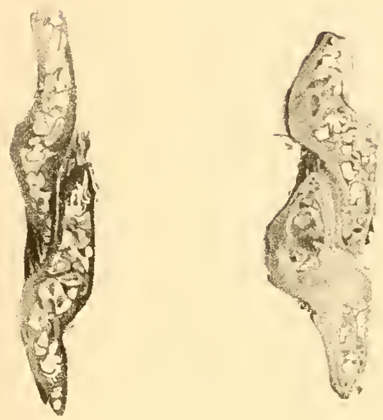


Fig. 2.

Fig. 3.

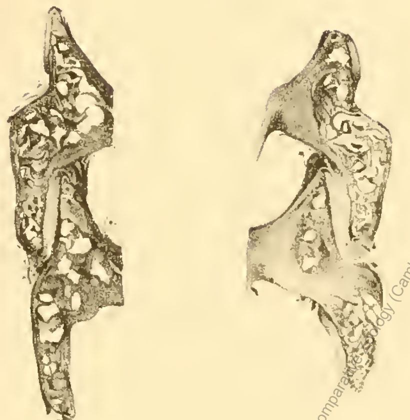


Fig. 4.

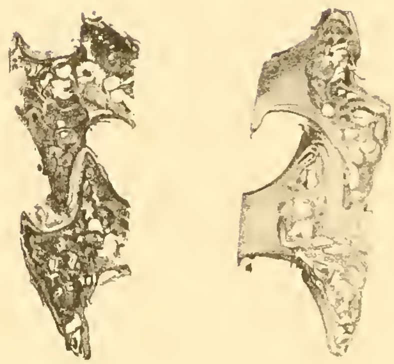


Fig. 5.

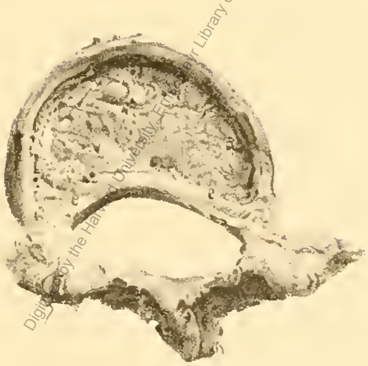
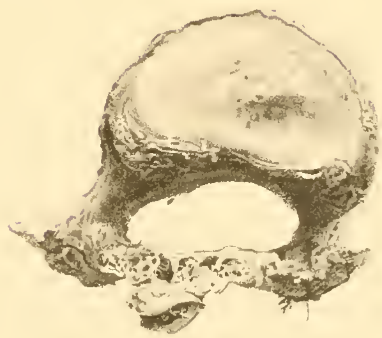


Fig 6.



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Lith. Anstalt v. J. Barth in Wien.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3

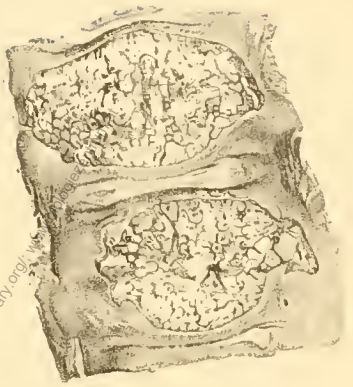


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

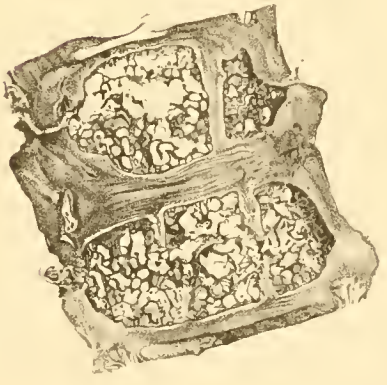


Fig 9.

Lith. Anstalt v. J. Barth Al. Wien

Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at
Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.

Jahr/Year: 1894

Band/Volume: 61

Autor(en)/Author(s): Nicoladoni Carl

Artikel/Article: Die Architectur der kindlichen Scoliose. (Mit 22 Tafeln und 6 Textfiguren.) 17-44