

DIE ARCHITECTUR DER SCOLIOTISCHEN WIRBELSÄULE

VON

DR. CARL NICOLADONI,

O. Ö. PROFESSOR DER CHIRURGIE AN DER K. K. UNIVERSITÄT IN INNSBRUCK.

(Mit 13 Tafeln und 1 Textfigur.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 5. JULI 1888.

In einer Abhandlung „Über die Torsion der Wirbelsäule“, welche im Jahre 1882 erschien, habe ich es unternommen, eine Entscheidung zu fällen, zwischen zwei Auffassungen der an einer scoliotischen Wirbelsäule so auffallenden Difformität, der sogenannten Torsion, entweder als einer einfachen Rotation der Gelenkcomplexe einer Wirbelsäule gegen die Convexität der Krümmung oder als Asymmetrie der einzelnen Wirbel, deren succesives Anwachsen und Abnehmen mit der Krümmung den Eindruck des Torquirten hervorbringe.

Zu diesem Zwecke habe ich mir damals zuerst die Aufgabe gestellt, eine befriedigende Sagittalaxe an Wirbelkörper zu finden. Die bislang von Engel und Hueter gezogenen Axen konnten nicht befriedigen, weil sie nicht am Wirbelkörper selbst construirt wurden. Ich habe es daher unternommen, jene anatomischen Gebilde in Betracht zu ziehen, welche an der normalen Wirbelsäule die Mitte bestimmen: die Fascia longitudinalis anterior und posterior.

Bei der anatomischen Untersuchung dieser Bänder bin ich zu folgenden Resultaten gekommen:

Wäre der einzelne Wirbel, somit die ganze Wirbelsäule torquirt, so müsste auch die Fascia longitudinalis anterior, welche conform den Angaben Luschka's so innig mit dem Wirbelperioste verbunden ist, mitgedreht worden sein und weit in der Convexität der Krümmung liegen; das findet man aber nicht. Es zeigt sich hingegen, dass diese Fascie zwei ganz ungleichartige Ränder und Hälften besitzt. Auf der concaven Seite der Krümmung bildet sie eine scharf vorspringende, dicke, nirgends — auch nicht an den Zwischenwirbelbandscheiben — unterbrochene Falx, während an der convexen Seite der Krümmung ihre Fasern, allmähig nach Aussen an Masse abnehmend, im Wirbelperioste sich breit verlieren. — Die Massenmitte dieses so asymmetrisch gestalteten Bandes, welches an normaler Wirbelsäule ein so eminent symmetrisches Bild darstellt, liegt daher in nächster Nähe seines concaven Randes, und diese Massenmitte kann nur seine anatomische Mitte sein. Die seine Masse scheidende Mittellinie kann daher allein als das Vorne der scoliotischen Wirbelsäule betrachtet werden, niemals die in der Convexität der Krümmung sich am meisten vordrängenden Wirbelmassen.

Anders verhält sich die *Fascia longitudinalis posterior*, welche nur an der Zwischenwirbelbandscheibe adhärent ist, die Knochen aber überbrückt. Sie hat ihre Symmetrie nicht eingebüsst, hat aber in den Culminationen der Verkrümmungen ihre Mittellage verlassen und ist stark gegen die Convexität hinausgewandert, hat sich weit von der concaven Wurzel des Wirbelbogens nach der anderen Seite hin entfernt. Nur an den indifferenten Wirbeln liegt sie in der Mitte und ihre Hälfte bezeichnet dort allein das Hinten der Wirbelkörperreihe. An den Culminationen der Verkrümmung liegt dieser Punkt daher an der concaven Seite des hinteren Längsbandes. Man könnte ihn halbwegs genau dadurch ermitteln, dass man an einem indifferenten Wirbel den Abstand der Bandmitte von der Bogenwurzel in den Zirkel nähme und auf der Culmination der darüber liegenden Krümmung von der concaven Bogenwurzel her an der hinteren Wirbelwand auftrüge.

Durch die Ermittlung dieser beiden Punkte erhält man allein eine befriedigende Sagittalaxe und weiter jene Ebene, um welche seinerzeit, zu Beginn der Scoliose, das anatomische Rechts und Links gleichmässig vertheilt war. Am scoliotischen Wirbel liegt sie ungemein asymmetrisch und theilt in einer eigenthümlichen für den Totaleindruck der „Torsion“ bestimmenden Weise den Wirbelkörper in eine kleinere concave und eine bedeutend grössere convexe Hälfte, ein Missverhältniss, das insbesondere bei den Lendenwirbeln in die Augen fällt.

Dieser Befund schon erweckt die Vermuthung, dass diese enorme Knochenmasse auf Seite der Convexität an der Gesamtheit der Wirbelsäule den Eindruck der Torsion hervorrufe, dass durch sie der Eindruck des Vorne gegen die Convexität der Krümmung gelenkt werde.

Es lässt sich jedoch die asymmetrische Überentwicklung der convexen Wirbelhälfte noch aus Folgendem ersehen:

Mit der *Fascia longitudinalis posterior* und ihrem festen Insertionspunkte an der Wirbelbandscheibe ist auch ein die Mitte des normalen Knochens bestimmender Punkt zur convexen Seite der Krümmung hinübergewandert, nämlich das Venenemissarium der hinteren Wirbelkörperwand. Auch an der höchsten Krümmung der scoliotischen Wirbelsäule deckt die *Fascia longitudinalis posterior* mit ihrer Mitte die Emissarien zu.

Untersucht man ferner den Querschnitt einer Bandscheibe, welche zwei in der höchsten Krümmung gelegene Wirbel verbindet, so steht der Nucleus pulposus immer in Mitte der convexen Wirbelhälfte, weit entfernt von der geometrischen Wirbelmitte. Um ihn herum ist der Wirbel nicht mehr concentrisch gruppiert, der Centralstrang der Wirbelsäule liegt excentrisch in der Convexität der Krümmung.

Aus diesem anatomischen Verhalten resultirt eine Asymmetrie der Wirbelkörper, hervorgerufen durch ein zu Gunsten der convexseitigen Wirbelhälfte aufgetretenes vermehrtes Wachsthum. Aus diesem überreichen Wachsthum erklärte ich ferner die Asymmetrie der Wirbelbögen mit ihren Adnexen.

Bei der vorwiegend sagittalen Wachstumsrichtung des Brustwirbels, die sich bei der Scoliose wegen bedeutender Druckdifferenz zwischen der concav- und convexseitigen Körperhälfte um so mehr geltend machen muss, wird auch die convexe Bogenwurzel nach hinten gedrängt, mit ihr die ganze convexe Bogenhälfte, daher der Processus transversus sagittal gestellt und der Processus spinosus gegen die concave Seite gedrückt.

An der Lendenwirbelsäule ist die Excentricität des Nucleus pulposus im Bereiche der convexseitigen Körperhälfte noch bedeutend auffallender, zum Beweise, dass dort wegen der auch sonst vorwiegend frontalen Wachstumsrichtung eine Vermehrung des Wachstums nothwendig eine vermehrte Körperzunahme gegen die Convexität der Krümmung zur Folge habe. Der Eindruck der Torsion ist daher an einer halbwegs bedeutenden Scoliose des Lendensegmentes immer ein ungemein mächtiger, während die Bogenasymmetrie beträchtlich hinter den am Brustsegmente wahrnehmbaren analogen Verschiebungen zurückbleibt.

Aus allen diesen in erwähnter Abhandlung niedergelegten Befunden habe ich damals den Schluss gezogen, dass die sogenannte Torsion der scoliotischen Wirbelsäule nur der optische Gesamtausdruck der hochgradigen Asymmetrie der einzelnen Wirbel sei.

Lorenz hat nun in seiner 1886 erschienenen Pathologie und Therapie der Scoliose die Anatomie dieser Verkrümmung wieder vorgenommen, meinen Befunden eine von meiner Auffassung ganz abweichende

Deutung gegeben, und die Asymmetrie der scoliotischen Wirbel vorzüglich in einer Abknickung der convexseitigen Bogenwurzel und des benachbarten Epiphysen-Antheiles des Wirbelkörpers gegen die concave Seite der Krümmung zu erkennen geglaubt.

In Folge dessen habe die convexseitige Bogenwurzel nicht mehr die Richtung nach hinten und aussen, wie an dem normalen Wirbel, sondern sie ist mehr sagittal gestellt; hingegen zeige die concavseitige Bogenwurzel eine Abweichung nach der entgegengesetzten Richtung. Dieselbe ist stärker nach vorne und aussen gerichtet als unter normalen Verhältnissen, nähert sich daher mehr der frontalen Richtung.

Nachdem noch Lorenz mit besonderer Betonung auf einen eigenthümlichen, gegen die Convexität der Krümmung aufsteigenden Verlauf der Knochenfaserung an der Corticalis der Wirbelkörper aufmerksam gemacht hat, erörtert er seine Idee über eine Torsion der scoliotischen Wirbelsäule folgendermassen:

„Die Abknickung der convexseitigen Bogenwurzeln und der an ihrer Basis befindlichen Partieu der gleichnamigen Wirbelkörperhälfte in eine sagittale Richtung, und die Abknickung der concavseitigen Bogenwurzeln und der angrenzenden Theile der gleichnamigen Körperhälfte in eine frontale Richtung sind jene Gestaltsveränderungen, welche die Torsion des knöchernen Gefüges der Wirbelkörper, der ganzen Wirbelsäule, repräsentiren. Da die Bogenwurzeln an der oberen Hälfte der Wirbelkörper inserirt sind und dem entsprechend auch die obere Hälfte derselben durch die Abknickung der Bogenwurzeln in ihrer Gestalt verändert wird, so ergibt sich daraus eine Incongruenz zwischen oberer und unterer Wirbelfläche. Die obere Fläche ist gegen die untere gerade so verschoben, als wenn der Wirbelkörper zwischen zwei Zangen gefasst und die obere Fläche gegen die untere im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers gedreht worden wäre.“

Und weiter unten heisst es:

„Die Architectur der Spongiosa des Wirbels ändert sich entsprechend der Ummodelung des Körpers. Die Knochenbälkchen, welche normaler Weise auf der oberen und unteren Fläche des Wirbels senkrecht stehen, liegen in schiefer Richtung zwischen denselben, entsprechen mithin in ihrer Lage der schief aufsteigenden Faserung der Corticalis.“

„Die Torsion der scoliotischen Wirbelsäule besteht demnach in einer Torsion des Knochengefüges derselben, wie es von Professor Albert¹ schon vermuthungsweise ausgesprochen wurde.“

Um diese hier in ihren wesentlichsten Punkten skizzirte Darstellung der Lorenz'schen Auffassung der scoliotischen Wirbelgestalt und ihrer Torsion gruppiert sich eine reiche anatomische Beobachtung, auf Grund welcher Lorenz meinen Befunden eine andere Erklärung gibt und meine Auffassung der Torsion einer abfälligen Kritik unterzieht.

Fast gleichzeitig mit Lorenz hat Fischer die Torsion als eine das Knochengefüge in seinen Knochenbälkchen mit sich ziehende drehende Gewalt aufgefasst; er ist aber in der Untersuchung um einen Schritt weiter gegangen und hat an frontalen Sägeschnitten dieser Auffassung entsprechende Zeichnungen gewonnen, auf welche ich im Nachfolgenden zurückkommen werde.

Die von Lorenz gegebene Darstellung hat in der fachwissenschaftlichen Literatur eine vielfach beifällige Beurtheilung erfahren, namentlich hat Mikulicz in einem Referate der Wiener medicinischen Wochenschrift 1887 das Urtheil abgegeben, dass nach den sachgemässen Erörterungen Lorenz' die Frage der Torsion der scoliotischen Wirbelsäule eine endgiltige Lösung gefunden habe.

Ich muss gestehen, dass ich bei dem Studium der Arbeit Lorenz' in vielfacher Beziehung angeregt wurde, dieses Thema von Neuem vorzunehmen und gewisse Punkte, auf welche ich jetzt erst besonders aufmerksam wurde, genauer durchzuarbeiten und die Frucht dieser Untersuchungen den Fachcollegen vorzulegen, um so mehr als ich in einer Arbeit Kocher's „Über die Schenk'sche Schulbank“² durch die Bemerkung „wir müssen doch Nicoladoni Recht geben, dass das ungleiche Wachsthum der Wirbelhälften einen erheblichen Antheil beiträgt zu dem Eindrücke einer Torsion der Wirbelkörper“ eine gewisse Aufmunterung

¹ Albert, Lehrbuch der Chirurgie, II, S. 118.

² Correspondenzblatt für Schweizer Ärzte, 1887, Nr. 11.

empfang, auf dem einmal betretenen und von Seite eines gewiss nüchternen und scharfen Beobachters als richtig erkannten Wege weiter fortzuschreiten und zur Erkenntniss dieses complicirten Phänomens in der Pathologie der Scoliose meinen bescheidenen Theil beizutragen.

Wie steht es nun mit dem Verlaufe der Knochenbälkchen in der scoliotischen Wirbelsäule?

Nach den bestimmten Angaben, welche Lorenz¹ über die Knochenfaserung der scoliotischen Wirbelsäule gegeben hat, war die Aufforderung nahe gelegt, die Architectur der scoliotischen Wirbelsäule präparatorisch darzustellen, da er es versäumt hatte, diese interessanten Angaben durch eine entsprechende Abbildung zu illustriren.

Unterzieht man sich dieser mühevollen Arbeit, die im Wesentlichen in einer Abtragung der Corticalis mit einem scharfen Messer und Hohlfeilen des Wirbelkörpers besteht, wodurch es gelingt, den Verlauf der Knochenbälkchen unmittelbar unter der Compacta gegen einen untergelegten schwarzen Sammtgrund recht schön deutlich zu machen, so lässt sich an einer in dieser Art dargestellten scoliotischen Wirbelsäule, wie sie in Fig. I, II, III und IV auf photographischem Wege wiedergegeben ist, von diesen durch Lorenz so bestimmt hingestellten Thatsachen nichts entdecken.

Über die Architectur der scoliotischen Wirbelkörper ist vielmehr Folgendes auszusagen:

An den Keilwirbeln (Kocher) oder Scheitelwirbeln (Fischer) zeigt die unter der Compacta gelegene Spongiosa keinen bestimmten Typus in der Anordnung der Knochenbälkchen; der Charakter derselben ist ein ganz indifferenter, höchst ungeordneter. Je älter und hochgradiger eine Scoliose geworden ist, um so atrophischer ist das Gebälke eines Keilwirbels geworden, ein Verhalten, welches beim Aushöhlen und Zurechtfeilen der Wirbelkörper sehr bedeutend auffällt und alle Vorsicht erfordert, um das zarte, dünnwandige Knochengewebe vor dem Zerbrechen zu bewahren.

An den sogenannten Stützwirbeln (Fischer), d. h. jenen, welche von zwei Keilwirbeln am weitesten entfernt sind, und an deren Stelle die Krümmung der Wirbelsäule von der einen auf die andere Seite übergeht, welche daher von der Sagittalebene geschnitten werden, findet sich allein eine bestimmt auftretende Anordnung in der Architectur der Knochenbälkchen. Es sind dies jene Wirbel, an deren Oberfläche eine Schrägstellung der Knochenleisten erkannt werden kann, ein Umstand, der sowohl von Fischer als auch von Lorenz ganz besonders für die Annahme einer Torsion der scoliotischen Wirbel hervorgehoben wurde, und von welcher beide Autoren behaupten, dass man diese Torsion nicht bloß an der Faserung der Compacta der Wirbelkörper erkennen, sondern, wie Fischer angibt, auch beim Durchsägen des Wirbels in frontaler Richtung an dem Verlaufe der Knochenbälkchen nachweisen kann.

Ich erachte es als einen Missgriff, über die Architectur der Spongiosa der scoliotischen Wirbelkörper durch frontale Sägeschnitte in's Reine kommen zu wollen. Sobald es sich bei der sogenannten Torsion der scoliotischen Wirbelsäule nicht mehr um eine Rotationsbewegung des ganzen Wirbels gegenüber den beiden benachbarten gegen die convexe Seite der Krümmung hin handeln kann, — eine Vorstellung, welche jetzt wohl von allen Autoren aufgegeben ist, — sondern sobald man sich, wie dies auch Lorenz ausdrücklich betont, bei der Torsion der scoliotischen Wirbelsäule der Vorstellung hingeben soll, dass das ganze Gefüge derselben, wie die Fasern eines nach einer Seite hin gedrehten Strickes, oder die Stofffasern eines ausgewundenen Wäschestückes, gegen die Convexität der Krümmung hin gedreht sei, so darf man bei einer darauf hin gerichteten Untersuchung nicht mehr auf einfach frontale Sägeschnitte recurriren. Es muss vielmehr der Wirbel ausgehöhlt und die Architectur seiner Spongiosa an der unter der Compacta gelegenen Schichte des Knochens studirt werden, weil nur dort, — wenn es überhaupt bei der Scoliose eine Torsion des Knochengefüges gibt, — diese am entschiedensten ausgebildet sein kann, nach der Analogie mit dem gewundenen Wäschestücke.

¹ L. c. S. 13 und 14.

Es ist schon eine befremdende Thatsache, dass Lorenz angibt,¹ dass man die Torsionsfaserung nicht immer gleich gut ausgeprägt findet. Im Allgemeinen ist sie um so auffälliger, je hochgradiger die Scoliose ist. „Merkwürdig ist, dass die Torsionsfaserung an den im Scheitel der Krümmung selbst gelegenen Wirbeln manchmal viel weniger in die Augen fällt, als an den Schenkeln der Krümmung.“

Nach den Ergebnissen meiner Untersuchungen muss ich sagen, dass ich eine gewundene, gegen die Convexität der Krümmung hin verlaufende Faserung der Spongiosa stets an den scoliotischen Scheitelwirbeln und ihren Nachbarn vermisst habe.

Sie ist nur wirklich vorhanden als schräge Stellung der an der vorderen Seite eines Wirbelkörpers befindlichen Fasern der Compacta im Bereiche des Überganges einer Krümmung in die andere und wird bei totaler einfacher Scoliose ohne Gegenkrümmung vollständig vermisst.

Was aber Fischer² an spiraliger Knochenfaserung im Bereiche der von ihm so genannten Zwischen- und Stützwirbel zeichnet, entspricht den natürlichen Thatsachen durchaus nicht, und ein Blick auf diese graphischen Hallucinationen lehrt, dass damit den architectonischen Verhältnissen der Wirbelspongiosa die willkürlichste Gewalt angethan wurde.

In Bezug auf die Bedeutung der spiralen Faserung der Compacta an den Übergangswirbeln schliesse ich mich der Ansicht Kocher's³ an, dass bei der Abweichung der Wirbelsäule nach zwei verschiedenen Richtungen hin das vordere Längsband in schräger Richtung gezerrt wird, und diese Zerrungsrichtung auf das mit dem Bande innigst verbundene Periost übertragen wird.

Ich accommode mich dieser Anschauung Kocher's jedoch nur in Bezug auf die Faserung der Compacta eines Schrägwirbels, muss aber hier sogleich hervorheben, dass man nach Klarlegung der obersten Schichte der Spongiosa an einer ganzen scoliotischen Wirbelsäule erkennt, dass nur den Übergangswirbeln allein ein regelmässig wiederkehrender Typus in der Anordnung der Knochenbälkchen eigenthümlich ist.

Während nämlich beim normalen Wirbel in der Spongiosa der Wirbelkörper die Knochenbälkchen der Hauptsache nach so angeordnet sind, dass sie auf der oberen und unteren Fläche derselben senkrecht stehen, so finden wir bei den scoliotischen Übergangswirbeln die eigenthümliche Thatsache, dass die Hauptzüge der Knochenbälkchen im Allgemeinen die Anordnung quadratischer Geflechte zeigen, dass aber die Seiten dieser Quadrate die Begrenzungsflächen der Wirbelkörper nicht senkrecht, sondern schief treffen, und zwar um so schiefer (etwa in einem Winkel von 45°), je mehr der untersuchte scoliotische Übergangswirbel der Sagittalebene des Skeletes benachbart ist. Ich werde auf die Bedeutung dieser Anordnung der Knochenbälkchen später zurückkommen, um zu zeigen, wie gerade wegen des eben angezogenen Verhaltens die von Kocher gewählte Bezeichnung als Schrägwirbel eine höchst zutreffende genannt zu werden verdient.

Ich wiederhole nochmals, dass nur die Schrägwirbel einer scoliotischen Wirbelsäule es sind, an deren oberflächlich klargelegter Spongiosa der Blick durch einen eigenthümlichen bestimmten Faserungsverlauf festgehalten wird. An den Scheitelwirbeln, d. i. an jenen, welche sich auf der Höhe einer Brustscoliose befinden, und an welchen, wenn es eine Torsion des Knochengefüges der scoliotischen Wirbelsäule gäbe, dieselbe ja am intensivsten zum Ausdrucke kommen sollte, wird in der Anordnung der Spongiosa ein bestimmter Faserzug vollständig vermisst. Es kann nach Abtragung der meist sehr ärmlichen Compacta dieser hochgradig asymmetrischen Wirbelkörper kaum irgendwo eine indifferenter gebaute Spongiosa aufgefunden werden, und es wird gewiss Niemandem, der den Blick auf die in Fig. I, II und III photographisch höchst anschaulich wiedergegebene Architectur der am meisten in der Convexität der Krümmung gelegenen Wirbelkörper wirft, beifallen, von einer torquierten Anordnung der Knochenbälkchen zu sprechen.

¹ L. c. S. 13.

² Über seitliche Rückgratsverkrümmung, Berliner klinische Wochenschrift, 1883, Nr. 21, S. 338.

³ Über die Schenk'sche Schulbank, Correspondenz-Blatt für Schweizer Ärzte, 1887, Nr. 11.

Aus der hier aufgedeckten Faserung spricht der absoluteste Indifferentismus eines atrophischen Knochens, an dessen statische Aufgaben beim Tragen des Körpergewichtes schon seit langer Zeit nur sehr untergeordnete Ansprüche erhoben wurden.

Wer sich der Mühe unterzieht, auf die hier dargethane Weise die Architectur einer scoliotischen Wirbelsäule aufzudecken, dem muss es auffallen, wie schwach und zerbrechlich der Körper eines auf der Höhe einer scoliotischen Krümmung stehenden Wirbels gefügt ist, wie er nur mehr auf der concaven Seite der Krümmung noch eine gewisse Festigkeit besitzt, während man an seiner convexen Seite alle Aufmerksamkeit darauf zu verwenden hat, dass die Arbeit der Feile nicht durch einen unbedachten Zug das weit- und zartmaschige ganz atypisch gestaltete Gefüge der Körperspongiosa einbreche. Diese Gefahr wird noch dadurch erhöht, dass das Knochengebälke stellenweise von grösseren Markräumen unterbrochen ist, die immer auf der convexen Seite des scoliotischen Wirbelkörpers angetroffen werden, zum Zeichen, dass an alten hochgradigen und endlich fixirten Scoliosen das Knochengewebe der am höchsten in der Convexität einer Verkrümmung gelegenen Wirbelkörper ausser jede statische Verwendung getreten ist und daher einem unvermeidlichen Zustande von Atrophie verfällt, der sich eben durch eine völlig atypisch construirte Spongiosa und durch eine vorzüglich die convexe Hälfte des scoliotischen Wirbels (siehe Fig. III, 3. Lendenwirbel) befallende Markraumbildung äussert.

Es könnte nun eingewendet werden, dass diese Verhältnisse nur für hochgradige und alte, d. i. bereits fixirte Scoliosen gelten, in welchen wegen der schon seit langer Zeit geänderten statischen Verhältnisse die eben geschilderte Transformation des Knochengewebes eingetreten sei, welche keinen sicheren Rückschluss erlaube auf jene Verhältnisse, welche der noch fortschreitenden, sich noch immer verschlimmernden Scoliose eigenthümlich sind.

Lorenz hat zwar diesem Gedanken insofern keine Giltigkeit zuerkannt, als er in der Einleitung seines Buches über Scoliose die volle Berechtigung hervorhebt, aus alten Scoliosenpräparaten richtige Schlüsse auf die ganze Pathologie dieser Difformität ziehen zu dürfen. Ich entnehme aber die Nothwendigkeit, diesen Gedanken zu verfolgen, gerade der von Lorenz supponirten Theorie über die Ursache der von ihm festgehaltenen Torsion.

Sobald es der von Seite der Rippen den Bogenwurzeln entgegengestellte Widerstand ist, welcher bei der Entwicklung der Scoliose es mit hervorbringen soll, dass auf die Gegend des Ursprunges der Bogenwurzeln eine rotirende Gewalt ausgeübt wird, welche die obere Hälfte der Wirbelkörper so gegen die Concavität der Verkrümmung hinüberdreht, als ob sie mit einer Zange gefasst wäre, so muss sich die Wirkung dieser windenden Gewalt an dem Knochengefüge so lange deutlich aussprechen, als diese noch lebendig wirksam ist, d. h. gewiss an noch relativ jungen, in der Fortentwicklung begriffenen Scoliosen der Brustwirbelsäule.

Fig. IV zeigt nun die Architectur der Spongiosa einer schwachen linksseitigen Scoliose einer erwachsenen Brustwirbelsäule, die am dritten Dorsalwirbel beginnt und am siebenten in eine die drei nächsten unteren Brustwirbel einnehmende rechtsseitige Scoliose übergeht. Hier waren die Wirbelkörper noch keineswegs atrophisch, sie liessen sich daher sehr dünn zurechtfeilen, ohne dass sie in Gefahr gekommen wären, an ihrer Oberfläche einzubrechen, wodurch es gelang, über die Architectur dieser geringgradigen Scoliose das in Fig. IV so anschaulich wiedergegebene Bild zu gewinnen.

Es wird gewiss Niemandem beifallen, bei Betrachtung dieser scoliotischen Wirbelsäule von einer Torsion der Knochenspongiosa der Wirbelkörper zu sprechen; es zeigt vielmehr die Anordnung des Gebälkes einen Typus, wie er dem normalen Wirbelkörper eigenthümlich ist: es stehen die nach oben und unten gegen die Intervertebralscheiben auslaufenden Knochenbälkchen zumeist senkrecht auf den Abschlussflächen der Wirbelkörper, und nur auf den concaven Seiten derselben erscheinen die Maschen der Spongiosa enger, die Bälkchen gröber, das Knochengefüge daher dichter als an der porösen convexen Seite der Verkrümmung.

Ja am fünften noch auf der Höhe der Scoliose gelegenen Brustwirbel findet sich fast in der Mitte seiner Vorderseite in der oberflächlichen Spongiosa eine sternförmige Zeichnung, welche gewiss nicht vereinbar ist mit der Annahme einer Torsion, welcher das Knochengefüge der Wirbelkörper bei der Entwicklung einer Scoliose ausgesetzt ist.

Ich habe aber trotz dieser Untersuchungsergebnisse meine Bemühungen nicht aufgegeben, doch vielleicht noch eine Torsion, und zwar an der Compacta, zu finden. Zu diesem Zwecke wurde eine von ihrer Fascia longitudinalis anterior und ihrem ganzen Perioste befreite und nur durch die Bandscheiben zusammengehaltene hochgradig scoliotische Wirbelsäule mittelst verdünnter Salzsäure durch ein paar Tage decalcinirt, dann ausgewaschen, darauf in Spiritus etwas gehärtet und schliesslich mittelst eines metallenen Stiehels an der Oberfläche der Wirbelkörper nach der gleichen Methode behandelt, welche Langer zur Aufdeckung der Faserung der Haut und auch der Knochencompacta angegeben hat. Dabei konnte nur an den indifferenten Übergangs- oder Stützwirbeln eine bestimmt ausgesprochene steilspiralige Faserung der Compacta nachgewiesen werden, welche jedoch nur auf die Vorderseite der Wirbelkörper, soweit sie durch den Ansatz des Ligamentum longitudinale anterius bedeckt wird, beschränkt blieb, während die Seitenflächen derselben nur eine steil aufsteigende Richtung ihrer Faserzüge erkennen liessen. An den Scheitelwirbeln ergab der Knochenstichel ein ganz gleichgiltiges Resultat; dort zerriss die äusserst dünne Compacta nach den verschiedensten Richtungen, oder wurde von dem Instrumente einfach durchlöchert, nicht anders, als hätte man ein gröberes Papier auf gleiche Weise behandelt. (S. Fig. V.)

Es ergab daher diese Art der Untersuchung wesentlich dasselbe Resultat wie die Feilenbehandlung des macerirten Knochens: jedweden Mangel einer Torsion und nur an den Stützwirbeln eine mit dem Verlaufe der Fascia longitudinalis anterior gleich angeordnete Faserung der Compacta der Wirbelkörper, an welche, wie die hier angestellten Untersuchungen lehren, sich allein die Annahme einer Torsion des Knochengefüges der gesammten scoliotischen Wirbelsäule klammern konnte.

Ihr Anblick hat die Idee eines Gewundenseins aller Bestandtheile der Wirbelsäule wachgerufen, die sofort auch als Thatsache acceptirt wurde, ohne noch lange sich durch die Mühe eines objectiven Nachweises derselben aufhalten zu lassen.

Eine viel interessantere Erscheinung als der Stichel ergab die Decalcinirung der scoliotischen Wirbelsäule für sich allein.

Während nämlich ein paar Tage genügten, um aus den Wirbelkörpern — besonders den Scheitelwirbeln — die Kalksalze zu entfernen, blieben in der gleichen Zeit die Knochenmassen, welche an dieser alten und fixirten Verkrümmung in der tiefen Höhlung der Concavität der Scoliose aus der Verschmelzung der Wirbelbogen, Processus articulares, Processus transversi und Rippenhäuser untereinander gebildet wurden, vollkommen hart.

Ogleich alle diese eben genannten Theile in allen ihren Durchmessern an der concaven Seite einer Brustscoliose verschmächigt sind, so ist die innere Structur derselben doch eine so dichte und kalkreiche, dass eine Säurebehandlung, welche genügte, den übrigen Theil derselben Wirbelsäule zu entkalken, an der Dichtigkeit der erwähnten Knochenstücke nichts änderte.

Es hat dieser Umstand den Anstoss zu einer weiteren Untersuchung der einzelnen scoliotischen Wirbelkörper gegeben, welche dahin gerichtet war, die asymmetrische Vertheilung des Knochenmaterials in derselben zu studiren. Ich werde aber darauf erst später an einem geeigneteren Orte zurückkommen.

Das Aushöhlen und Feilen der scoliotischen Wirbelkörper gewährt auch in anderer Beziehung wichtige Vortheile. Man bekommt über die Form des Körpers und die Vertheilung der Knochenmasse eine Unmittelbarkeit der Anschauung, wie sie durch die blos oberflächliche Betrachtung des Knochens niemals gewonnen wird. Besonders ist es die Lage des hinteren Venenemissariums, welche in ihrem Verhältnisse zur Knochenmasse des Körpers durch dieses Verfahren allein deutlich gemacht werden kann.

Ich habe in meiner ersten Abhandlung¹ darauf hingewiesen, dass dieses constante, an der normalen Wirbelsäule die Medianlinie markirende und von dem Ligamentum longitudinale posterius überbrückte Foramen an scoliotischen Wirbelsäulen sammt dem erwähnten Bande stets gegen die Convexität der Verkrümmung

¹ Die Torsion der scoliotischen Wirbelsäule, Erlangen 1888.

hinüberwandere und daraus einen Schluss auf die gegen diese Seite hin vorzüglich gerichtete Wachsthumsumnahme des Wirbelkörpers zur Zeit der Entwicklung der Scoliose gezogen.

Lorenz hat die Sache anders aufgefasst, indem er entsprechend seiner schon mehrfach hervorgehobenen Theorie der Abknickung der convexseitigen Bogenwurzeln gegen die Concavität der Scoliose hin, die Distanz jener von dem entsprechenden Emissarium sich verkleinern liess.

Ich werde auf das Meritorische dieser Auffassung noch bei der Besprechung des Ligamentum longitudinale posterius zurückkommen und vorläufig zuerst nur auf die Lage des so wichtigen Emissarium posticum zur Wirbelkörpermasse hinweisen.

Fig. VI zeigt einen ausgehöhlten zehnten Brustwirbel einer hochgradigen Scoliosis dorsalis sinistra convexa eines erwachsenen Individuums (aus Fig. I u. II) von oben her gesehen. Die Contouren dieser Abbildung wurden durch Zeichnung mit dem Lucae'schen Apparate gewonnen, können daher als höchst genau genommen werden. Richtung und Gestalt der Bogenwurzeln, Asymmetrie des Foramen vertebrale, Keilgestalt des Körpers verrathen den hochgradig scoliotischen Wirbel.

In der Höhlung des Wirbelkörpers sieht man die Lage des von vorneher aufgedeckten Emissariums.

Dieses liegt nun ganz unverkennbar weit in der convexen Seite der Wirbelkörpermasse selbst. Die Entfernung desselben zu allen Punkten der die convexe Masse des Wirbelkörpers begrenzenden Oberfläche ist um ein Beträchtliches geringer als die Entfernung von der concaven Seite, und es wird Niemand, der die so dargelegten Verhältnisse überblickt, zu dem Eindruck gelangen, dass diese Verschiebung der Entfernungen durch eine Abknickung der convexseitigen Bogenwurzel und des benachbarten Körperantheiles nach der anderen Seite hinüber zu Stande gekommen sei.

Fig. VII zeigt den vierten Lendenwirbel aus derselben Scoliose in seinem Körperantheile ausgehöhlt. Das hintere Venenemissarium steht wieder weit in der Convexität, dabei ist aber das Foramen vertebrale wenig asymmetrisch gestaltet, und die convexseitige Bogenwurzel selbst zeigt keine auffallende Neigung gegen die concave Seite der Difformität, wie ja überhaupt die Bogenwurzeln und die Processus articulares der scoliotischen Lendenwirbeln ganz eigenartige Gestalt- und Grössenverhältnisse aufweisen, die später noch näher besprochen werden sollen.

Fig. VIII zeigt den ausgehöhlten vierten Brustwirbel der in Fig. IV wiedergegebenen schwachen linksconvexen Dorsalscoliose. — Trotz der geringen Keilgestalt des Wirbels und der damit in Zusammenhang stehenden geringen Asymmetrie des Wirbelbogens und der im Lorenz'schen Sinne geringen Abknickung der convexseitigen Bogenwurzel und benachbarten Körperantheiles steht das hintere Venenemissarium weit in der Convexität der Krümmung, zum Beweise, dass seine relative Lageveränderung zu den Bogenwurzeln keineswegs durch eine Lageveränderung dieser letzteren bedingt sei.

Fig. IX repräsentirt den geringfügig keilgestalteten zweiten Brustwirbel derselbigen Scoliose; — das Emissarium liegt bereits wieder gegen die convexe Masse des scoliotischen Wirbels verschoben, während an diesem paradoxen Knochen mehr eine Abknickung gerade der concavseitigen Bogenwurzel gegen die Convexität hinüber in der eigenthümlich asymmetrischen Gestalt des Bogenringes erkannt werden könnte.

Nach diesen Befunden glaube ich, dass meine l. c. ausgesprochene Ansicht noch zu Recht bestehen könne, und dass der Befund an ausgehöhlten scoliotischen Wirbeln aufs deutlichste zeige, es sei diese relative Lageveränderung des Venenemissariums durch eine vorzüglich gegen die convexe Seite der Scoliose hin gerichtete Wachsthumseinfaltung der Wirbelkörper allein hervorgebracht worden.

Diese einseitige Wachsthumseinfaltung bedingt die zu Gunsten des convexseitigen Wirbelantheiles auftretende Asymmetrie mit ihren an dem Wirbelbogen wahrnehmbaren und l. c. des Breiteren auseinander gesetzten Folgeerscheinungen.

Eine kurze Beachtung verdienen noch die Rippen-Wirbelgelenke einer scoliotischen Brustwirbelsäule, weil ihre Lage ein Wort mitzusprechen hat bei der Frage, ob die Rippenköpfchen bei der Erzeugung der die Wirbelkörper torquirenden Gewalt ein drängendes Moment abgeben können.

Es ist keine neue Beobachtung, dass auf Seite der Concavität der Scoliose die Rippenwirbelgelenke tief gegen die Wirbelkörper hinein verschoben werden, und daher etwas weiter ab von den Intervertebrallöchern zu sitzen kommen. — Ein umgekehrtes Verhalten zeigen die gleichen Gelenke an der convexen Seite der Verkrümmung.

Auffallend weit in den Wirbelbogen hinaus verschoben aber war das Rippengelenk an der convexen Seite des zwölften Brustwirbels der in Fig. I, II dargestellten Scoliose. Dieser zwölfte Brustwirbel war entschieden schon als ein Scheitelwirbel der Krümmung zu betrachten, wie dies seine ausgesprochene Keilgestalt zu erkennen gibt. An seiner niedrigen concaven Seite sass das Rippengelenk entschieden weiter nach vorn, schon im Bereiche des Wirbelkörpers selbst.

Ich glaube, dass dieser verschiedene Stand der Rippengelenke unsere Aufmerksamkeit in hohem Grade fesseln muss, und dass sie bei der Überlegung, wie die von Lorenz aufgestellte Theorie des Zustandekommens der Torsion zu beurtheilen sei, sehr in Frage komme.

Soll die torquierende, d. i. die die Bogenwurzel gegen die Concavität der Scoliose hin abknickende Gewalt noch dadurch zu Stande kommen, dass die nach einer Seite hin sich abbiegende Wirbelsäule dort auf den Widerstand der Rippenköpfchen trifft, so folgt daraus, dass an der concaven Seite durch die nach der entgegengesetzten Richtung sich ausbiegende Wirbelsäule die Rippenköpfe um eben so viel nachgezogen werden müssen, als sie an der convexen Seite weggedrückt wurden und wieder zurückgedrückt haben. Man müsste daher alles andere eher erwarten, als die Thatsachen lehren.

Ein solcher Mechanismus müsste doch eher die Rippengelenke an der convexen Seite mehr gegen die Wirbelkörper drängen und umgekehrt an der concaven Seite mehr gegen die Wirbelbögen hinauszerren, während in Wirklichkeit gerade das entgegengesetzte Verhalten sich einstellt.

Ich will damit nicht in Abrede stellen, dass die von Lorenz angegebenen Druckverhältnisse an der convexen Seite der Krümmung wirklich existiren; dafür sprechen ja die Gestalt der convexseitigen Rippen und die Richtung der convexseitigen Processus transversi, aber die Lageveränderung der concaven und convexseitigen Rippengelenke sprechen zu deutlich dagegen, dass durch diese Druckverhältnisse eine torquierende Kraft auf die entsprechenden Wirbelkörper ausgeübt worden sei.

Ich habe seinerzeit zur Bestimmung des anatomischen Vorne der scoliotischen Wirbelsäule ein grosses Gewicht auf den Befund an dem vorderen Längsbande gelegt. Ich habe nachgewiesen, dass das mittlere Fascikel desselben asymmetrisch gestaltet sei in der Weise, dass die Fasern desselben an der concaven Seite der Verkrümmung zu einer massigen vorspringenden Falx zusammengedrängt werden und habe dem entsprechend das anatomische Vorne der scoliotischen Wirbelsäule hinter die Massenmitte des asymmetrisch gestalteten vorderen Längsbandes verlegt.

Diese Auffassung hat bei Lorenz keine Gnade gefunden, und er erklärt den eigenthümlichen Befund am vorderen Längsbande kurzweg mit der Bemerkung, es sei eine altbekannte Erscheinung, dass bei jeder Difformität die an dem verkrümmten Skelettheil gelegenen Weichtheile die Neigung besitzen, sich gegen die Concavität einer Krümmung zusammenzudrängen. Aber erstlich ist diese so hingeworfene Behauptung nur theilweise zutreffend und kann ferner nicht so ohne weiters gleich auf die Wirbelsäule angewendet werden.

Es ist wahr, dass bei einem Klumpfusse die dorsalen Sehnen gegen den inneren Fussrand hin zusammengeschoben sind, und das umso mehr, je hochgradiger der Fuss im Sinne der Supination und Adduction verformt ist, und es scheint, dass diese Lageveränderung der Sehnen als Paradigma für die obige Behauptung Lorenz vorgeschwebt habe.

Das vordere Längsband ist aber seitlich gar nicht verschiebbar, sondern hängt innig mit dem Knochen zusammen, und wer sich die Mühe genommen hat, einen Wirbelkörper von seiner Fascia longitudinalis anterior freizumachen, der wird sich überzeugt haben, dass dies ohne Ablösung des Periostes ein Ding der Unmöglichkeit sei; nur über der Zwischenwirbelbandscheibe ist sie durch lockeres Zellgewebe lose fixirt, während

das schmale hintere Längsband gerade das entgegengesetzte Verhalten zeigt, mit der Zwischenwirbelscheibe innig verbunden ist, und die hintere Fläche des Wirbelkörpers entsprechend seinen venösen Emissarien hoch überbrückt.

Ich habe bei meinen vielfachen Präparationen scoliotischer Wirbelsäulen mich von der Richtigkeit dieses durch Luschka präcise dargelegten Verhaltens überzeugen können, und hebe dies deswegen hervor, da von den Anatomen von Fach darüber verschiedene Angaben gemacht werden.

Bei dieser innigen Fixation der Fascia longitudinalis anterior ist es daher schlechterdings unmöglich, dass dieses Band so ohne weiters gegen die Concavität der scoliotischen Verkrümmung hinterrutsche, eben so wenig als es uns einfallen kann, zu behaupten, dass das Periost des scoliotischen Wirbels sich gegen seine concave Seite zusammenfallen müsse.

Sobald man sich aber überzeugt hat, dass vorderes Längsband und Oberfläche des Wirbelknochens ein innig miteinander Verbundenes darstellen, so kann gegen die Richtigkeit der Annahme, dass das anatomische Vorne des Wirbelkörpers hinter der Massenmitte des mittleren Fascikels der Fascia longitudinalis anterior, also mehr gegen den concaven Rand der Falx zu, gesucht werden müsse, kein begründetes Bedenken mehr erhoben werden.

Das vordere Längsband hat aber für das Verständniss der Wirbelasymmetrie noch eine andere Bedeutung, auf welche ich in meiner ersten Abhandlung nicht so ausdrücklich hingewiesen habe.

Diese erhält es in seinen, die seitlichen Flächen der Wirbelkörper überziehenden Antheilen. Fig. X, XI.

Während das mittlere Fascikel der Fascia longitudinalis anterior ein glattes, einheitlich gewobenes, straffes Ligament darstellt, bestehen die seitlichen Antheile derselben — ich spreche hier nur von der Brustwirbelsäule — aus mehreren, von einander durch Spalten getrennten Bündeln, zwischen welchen ziemlich constante und ansehnliche Venen aus dem Wirbelkörper emportauchen. Diese seitlichen Bündel sind an der convexen Seite der Scoliose breit und dünn, die zwischen ihnen entstehenden Spalten weit und wie auseinandergezogen, während an der concaven Seite die entsprechenden Züge aufeinander zusammengedrückt, wie auf einem engeren Terrain zusammengeschoben erscheinen.

Ich habe schon früher daraus einen bestimmten Schluss auf eine Umänderung der hinter dem Längsbande gelegenen Knochenmasse gezogen und muss auf Grund eingehender Untersuchungen des vorderen Längsbandes den Ausspruch erneuern, es könne dieses asymmetrische Verhalten seiner drei Hauptbündel nichts anderes bedeuten, als dass der mit ihm innig verwobene dahinter liegende Knochen auf Seite der Convexität nach allen Richtungen hin mehr gewachsen, auf Seite der Concavität jedoch im Wachstume zurückgeblieben sei. Der Scheidepunkt zwischen diesen beiden Territorien liegt an der vorderen Wirbelkörperfläche hinter der Massenmitte des vorderen Längsbandes, und dieses ist bei einer hochgradigen Scoliose auf der Höhe der Brustkrümmung von dem dazu gehörigen Rippengelenke der convexen Seite fast zweimal soweit entfernt als von dem der concaven Seite. Mit dieser Auffassung der Asymmetrie der scoliotischen Wirbelkörper stimmt das eigenthümliche Verhalten anderer, höchst wichtiger Bänder überein, welchen ich früher keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt habe.

Es sind dies die Ligamenta radiata, welche in zwei verschiedenen mächtigen Bündeln von den Rippenköpfchen entspringen, und in einem schwächeren oberen und stärkeren unteren Antheil fächerförmig in die lateralen Flächen der Brustwirbelkörper ausstrahlen.

Auf der Höhe einer Scoliose des Dorsalsegmentes der Wirbelsäule zeigen die den Scheitelwirbeln der Krümmung angehörenden Ligamenta radiata ein von einander durchaus verschiedenes Verhalten.

Ich verweise hier auf Fig. X und Fig. XI, welche, von einem sehr geeigneten Bänderpräparate entnommen, die Unterschiede zwischen rechts und links sehr prägnant hervortreten lassen.

Das mächtigere untere Bündel des Ligamentum radiatum, welches hier besonders in Frage kommt, ist an der concaven Seite kurz, straff und eng gefasert, während an der convexen Seite des gleichen Wirbels dieses Band sich in doppelt so langen, auseinander gefaserten, nahe an die seitlichen Venenemissarien herankommenden Zügen verbreitet.

Die Verbreitung und Dehnung des Ligamentum radiatum, zusammengehalten mit der Verdünnung der seitlichen Fascikel des Ligamentum longitudinale anterius und dem weiten Klaffen der dazwischen liegenden Spalten für die Emissarien an der convexen Seite, verglichen mit den gerade entgegengesetzten Verhältnissen an der concaven Seite des scoliotischen Scheitelwirbels, zeigen doch aufs deutlichste, dass die unter den besprochenen Bändern gelegenen Knochenmassen an der convexen Seite nach allen Richtungen hin in einem Verhältnisse stärker gewachsen sind, wie dieses nicht besser als durch die Längendifferenzen der in Frage kommenden Ligamenta radiata ausgedrückt werden kann. Der Verlauf und die Länge des Ligamentum radiatum der convexen Seite des scoliotischen Wirbels stimmt auch in gar nichts überein mit der von Lorenz gewollten Torsion und ihrer Erklärung. Handelt es sich wirklich beim arg scoliotischen Wirbel um ein Gewundensein des ganzen Knochengefüges, seiner Spongiosa und Compacta, gegen die Convexität der Krümmung hin, hervorgerufen durch einen von den convexseitigen Rippen her ausgeübten, die Bogenwurzeln gegen die Concavität hin abknickenden Druck, in Folge dessen die obere Hälfte des Wirbels gegen die Convexität wie mit den Branchen einer immerfort wirkenden Zange gedreht wird, so müssten doch die Spuren dieser Drehung auch an den mit den Knochen innigst verbundenen Bändern zu erkennen sein. Aber weder zeigt das Ligamentum longitudinale anterius im Bereiche der Scoliose auch nur eine leise Andeutung einer spiralig ausschenden Windung, noch auch zeigen die Ligamenta radiata ein solches Verhalten, welches mit dieser supponirten Torsion in Einklang gebracht werden könnte.

Es müsste dann doch das Ligamentum radiatum der convexen Seite eher kürzer, das der concaven Seite eher länger geworden und die Fasern und Bündel des convexseitigen Ligamentes müssten eher aufeinander zusammengeschoben sein, anstatt sich, fächerförmig aufgelöst, mit auseinander fahrenden Zügen an der convexen Seitenfläche des scoliotischen Wirbels in doppelter Längsausdehnung zu verbreiten, wie dies thatsächlich der Fall ist.

Nur an einer Stelle bietet das vordere Längsband das Ansehen eines sanft spiraligen Verlaufes. Das ist an der Vorderfläche der in mehrfacher Hinsicht eigenthümlich sich verhaltenden indifferenten Wirbel, an welchen der Übergang zwischen entgegengesetzte Krümmungen vermittelt wird, und vor welchen das Ligamentum longitudinale anterius den Umzug von der concaven Seite der oberen Scoliose zu jener der unteren vorbereitet.

Vor dem indifferenten (Stütz-) Wirbel hört die Falxbildung auf, um am unteren Nachbar mit zartem Rande an entgegengesetzter Seite wieder zu beginnen. So lange die Fasern des Ligamentum longitudinale anterius über die Vorderseite der Stützwirbel hinüber streichen, bewerkstelligen sie dies in gleichmässig vertheilten Zügen angeordnet, den Übergang von einer Seite der Krümmung zur anderen suchend, in Form einer sanften Spirale.

Die Spuren dieser Anordnung findet man nach der Maceration der Knochen an der Vorderseite des scoliotischen Stützwirbels und diese sanft spiralige Zeichnung in der Rinde des Knochens ist nur ein Abdruck des innig mit ihm in Verbindung gestandenen Bandes, nicht aber der Ausdruck einer Torsion des ganzen Knochengefüges, denn sie findet sich nur an der Vorderseite des indifferenten scoliotischen Wirbels, wo früher das Ligamentum longitudinale anterius haftete, niemals aber in seinen Flanken.

Ich muss hier noch mit einigen Worten auf das Ligamentum longitudinale posterius zurückkommen, um an seinem Verhalten zu zeigen, wie wenig allgemeine Giltigkeit die von Lorenz aufgestellte Behauptung besitze, dass es eine ganz regelmässige Erscheinung sei, wenn an einer Verkrümmung die benachbarten Weichtheile und so auch die Ligamente in die Concavität derselben hinübergleiten. Ich habe entsprechend dem von Luschka so richtig und klar hervorgehobenen Verhalten dieses schmalen Bandes, seinem innigen Zusammenhange mit der Zwischenwirbelbandscheibe allein und seiner vollkommenen anatomischen Unabhängigkeit von dem Wirbelkörper, die an ihm bei Scoliose so merkwürdige Erscheinung dadurch zu erklären gesucht, dass ich sagte, es wandere dieses Band im Laufe der Entwicklung einer Scoliose gegen die Convexität der Verkrümmung hin, weil es von der in Folge einseitiger Belastung vorzüglich in dieser Richtung hin wachsenden innig verbundenen Zwischenwirbelbandscheibe mitgenommen werde.

Lorenz hat dem gegenüber sich veranlasst gesehen, das eigenthümliche Verhalten des hinteren Längsbandes durch das Abgelenktsein der convexseitigen Bogenwurzel gegen die Concavität der Krümmung hin zu erklären und in diese Auseinandersetzung, wahrscheinlich um die Kurzsichtigkeit meiner Darstellung auf das grellste zu beleuchten, das Sprichwort eingeflochten, nicht der Berg, d. i. das Ligamentum longitudinale posterius, komme zum Propheten, d. i. die convexseitige Bogenwurzel, sondern umgekehrt der Prophet zum Berge. Mit dieser geistreichen Bemerkung hat Lorenz zweifellos doch angenommen, dass der Berg ruhig stehen geblieben sei, damit der Prophet sich ihm in einer seiner Theorie entsprechenden Bequemlichkeit nähern könne, und so die Thatsache anerkannt, dass es ab und zu auch Verkrümmungen gebe, wo die benachbarten Weichtheile einem allgemeinen bekannten Gesetze nicht gehorchen und nicht in die Concavität der Difformität hinübergleiten; denn mit seiner Auseinandersetzung hat Lorenz wohl das Hinüberwandern des hinteren Längsbandes gegen die Convexität der Krümmung gelängnet, aber mit der Anwendung seines interessanten Vergleiches gewiss nicht gemeint, dass das Ligamentum longitudinale posterius gegen die Concavität der Seoliose hinübergerutscht wäre.

Ich werde sofort gelegentlich der Verhältnisse an dem Zwerchfelle, der Aorta und dem Oesophagus scoliotischer Individuen auf dieses „Verschiebungsgesetz“ der Weichtheile diffomer Knochensysteme noch mit einigen kurzen Bemerkungen zurückkommen.

Die Frage um die Torsion der scoliotischen Wirbelsäule muss nämlich noch eine besondere Rücksicht auf die von derselben entspringenden, oder mit ihr in einer näheren Verbindung stehenden übrigen Weichtheile nehmen.

Unter diesen interessiren uns vor allem das Zwerchfell, die Mm. Psoas, die Aorta und der Oesophagus, also Weichtheile, welche mit der Vorderseite der Wirbelsäule in Verbindung stehen.

Fig. XII zeigt die Abbildung einer in dem Innsbrucker anatomischen Secirsaale gefundenen dextroconvexen Lumbalscoliose, welche am dritten Lendenwirbel beginnt, am ersten Lendenwirbel ihren Höhepunkt erreicht und bis zum zehnten Brustwirbel nach aufwärts sich erstreckt. Vierter und fünfter Lendenwirbel sind nach links hin schwach convex ausgebogen.

Die inneren Crura der Portio vertebralis des Zwerchfelles entspringen hier gerade an dem entschieden scoliotisch verbildeten zweiten Lendenwirbel, während die Crura media ihren Ursprung von dem auf dem Höhepunkte der Scoliose stehenden ersten Lendenwirbel nehmen.

Sobald man annimmt, dass die Scoliose eines jeden Segmentes der Wirbelsäule von einer Torsion des ganzen Gefüges derselben begleitet sein müsse, so folgt daraus, dass an einer scoliotisch stark verbogenen Lendenwirbelsäule, wegen Grösse der constituirenden Knochen, diese Torsion sich am sinnfälligsten an der Oberfläche derselben äussern müssen. Wir müssten daher erwarten, dass in unserem Falle, gerade im Bereiche des zweiten und ersten Lendenwirbels, die Erscheinungen der Torsion an den am meisten torquirten Theilen der Wirbel, d. i. an ihrer Oberfläche, sich kundgeben werden.

Dort aber entspringen gerade die leicht verschiebbaren schlanken inneren und medialen Fascikel des Diaphragmas, und wir müssten unter der Annahme der Torsion der darunter liegenden Wirbelsäule darauf gefasst sein, auch an ihnen die deutlichen Zeichen einer Torsion wahrzunehmen.

Es ist aber davon so gut wie gar nichts zu sehen. Der über 1 cm breite rechte innere Schenkel besitzt zwei verschiedene sehnige Insertionen, wovon die äussere fächerförmig, mit gleichmässiger Faservertheilung sich an die Vorderfläche des zweiten Lendenwirbels anheftet, während die innere noch überdies Fortsätze über die nächste Zwischenwirbelbandscheibe nach abwärts schickt, welche sich in dem mächtigen vorderen Längsbande des dritten Lendenwirbels verlieren.

Die mittleren vertebralen Fascikel steigen von dem ersten Lendenwirbel direct nach aufwärts empor in die Masse der Pars carnea diaphragmatis, das convexseitige Bündel ist aber fast dreimal so breit, als das gleichnamige der concaven Seite der Krümmung.

Der Hiatus Aortae ist lang und sehr geräumig, desgleichen die seitlichen Spalten für Vena azygos und hemiazygos. Alle diese Verhältnisse vertragen sich doch gewiss nicht mit der Annahme einer Torsion der dahinter gelegenen Wirbelsäule. Gerade so wie an einem eben ausgewundenen Wäsehestücke alle daran hängenden Bänder, Spitzen und dgl. die gleiche Torsion mitmachen, gerade so müssten die von der Wirbelsäule entspringenden Fascikel des Diaphragmas doch ein Weniges um den convexen Theil der Lendenscoliose herumgewunden sein, wenn die dahinter gelegene Wirbelsäule in allen Antheilen ihres Gefüges nach der Convexität der Verkrümmung hin gewunden wäre.

Eine gleiche diagnostische Bedeutung für die Torsion der scoliotischen Wirbelsäule kommt dem Ursprung des Musculus Psoas an den Wirbelkörpern zu. Dieser ist in unserem Falle markirt durch sehr schön entwickelte Sehnenbögen, welche über die Concavität der seitlichen Wirbelflächen hinübergespannt sind.

Was vom Wirbelkörper inmitten dieser Sehnenbögen gelegen ist, gehört zweifellos zur Vorderseite der Wirbelsäule, und wir können von dieser an unserem Muskelpräparate nicht aussagen, dass sie eine Windung gegen die convexe Seite der Verkrümmung eingegangen sei. Sie sieht im Gegentheile, als Ganzes genommen, noch entschieden nach vorne.

Bei einer Torsion der dahinter gelegenen Wirbelsäule müssten die Ursprünge der Mm. Psoas an der concaven Seite der Krümmung über die Seitenflächen der Wirbelkörper herübergezogen, an der convexen Seite der Scoliose hingegen in ihren Fasern nach hinten zusammengeschoben sein, was jedoch in der That nicht der Fall ist. Wie Fig. XII zeigt, ist an dem medialen Ursprunge des Neo-Psoas nicht die Spur einer Torsion zu bemerken. Wohl aber sieht man, dass die zum Ursprunge dienenden, über die seitlichen Flächen der Wirbelkörper hinübergespannten Sehnenbögen auf Seite der Concavität kurz und scharf gekrümmt sind und mit der tiefen Auskehlung der concavseitigen schwächeren Wirbelhälfte geräumige Lücken bilden helfen, während an der convexen Seite der Scoliose diese Verhältnisse gerade die entgegengesetzten sind.

Es muss noch auf die Stellung der inneren Fascikel der vertebralen Zwerehfellinsertionen zu den benachbarten Sehnenbögen des medialen Ursprunges des Mm. Psoas aufmerksam gemacht werden.

Dort, wo die beiden inneren Crura sich berühren, also die untere Spitze des Hiatus Aortae bilden, ist zweifellos das anatomische Vorne des scoliotisch arg verbildeten zweiten Lendenwirbels zu suchen.

Der Abstand des am selben Wirbel haftenden Sehnenbogens für den M. Psoas der convexen Seite der Krümmung von diesem medialen Punkte, ist um mindestens ein Drittel grösser als der des concavseitigen Sehnenbogens, eine Anordnung, welche wieder auf das deutlichste zeigt, dass die Haftpunkte des convexseitigen Sehnenbogens im Laufe der Entwicklung der Scoliose eine mächtige Verschiebung gegen die convexe Seite der Verkrümmung erfahren haben.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigten die Ursprünge des M. Psoas von den Seitenflächen des vierten, dritten, zweiten, ersten Lendenwirbels einer linksseitigen Lumbalscoliose, welche ich der Güte des Professors H. Chiari in Prag verdanke. Diese Scoliose war in dem beigegebenen Parere als osteoporotische Wirbelsäule eines sechzehnjährigen, an chronischer Tuberculose der Lungen und tuberculöser Caries des Darmbeines, verstorbenen Mädchens bezeichnet.

Sie war eine auf die ganze Lendenwirbelsäule gleichmässig vertheilte, mittelhochgradig entwickelte Scoliose, an welche sich nach aufwärts eine über das ganze Dorsalsegment gleichmässig vertheilte, sanfte, rechtsseitig convexe Scoliose anschloss. Der rechte Psoas entsprang an der Concavität der Krümmung unter Bildung scharfer Sehnenbögen, während am linken Psoas alle seine Ursprünge in eine einzige, medial gelagerte, schmale, nach vorne zu schende, über die vordere Partie des ersten, zweiten, dritten und vierten Lendenwirbels herablaufende Sehne zusammenschmolzen, welche ohne deutlich sichtbare Abgrenzung in den sehnigen Ursprung des mittleren Fascikels der vertebralen Portion des Zwerchfelles überging. (S. Fig. XIII aaaa.)

Ein solcher ununterbrochener, in sanftem Bogen über die Convexität der Lumbalkrümmung herabsteigender Verlauf des inneren Psoas-Ursprunges ist ganz unverträglich mit der Annahme einer mit der Höhe der Convexität anwachsenden Torsion des ganzen Wirbelkörpergefüges, und ein Blick auf die einer Photographie entnommene Abbildung zeigt, dass auch der optische Eindruck des Torquirten durch die Belassung der eben

näher gewürdigten Weichtheile bedeutend abgeschwächt erscheint. Auch an der Brustwirbelsäule lässt diese Scoliose den Eindruck der Torsion vermissen. Ich glaube aus später zu erörternden Gründen annehmen zu dürfen, dass in dem in Fig. XIII abgebildeten Falle nicht eine Scoliose der Entwicklungsjahre vorliege, sondern eine solche, welche erst später, gegen die Vollendung des Knochenwachstumes hin, begünstigt durch eine am ganzen Skelete verbreitete, nicht zu verkennende Atrophie der Knochen, unter der Einwirkung von verkrümmenden, durch langes Krankenlager bedingten Einflüssen, zu Stande gekommen war.

Auch die übrigen vertebralen Fascikel der Diaphragma-Ursprünge dieses Präparates zeigen durchaus keinen gewundenen Verlauf, sondern verhalten sich an dieser nach links convexen Lendenwirbelsäule genau so, wie an dem oberen des Breiteren geschilderten Falle von rechts convexer Lumbalscoliose.

Über den Oesophagus scoliotischer Individuen hat jüngst v. Hacker¹ sehr interessante Aufschlüsse gegeben, die wegen der Sondirung dieses Organes von besonders practischer Wichtigkeit sind.

Für uns ist die Thatsache besonders bemerkenswerth, dass dieses so bewegliche Rohr keineswegs immer die Concavität der Verkrümmung aufsucht. v. Hacker äussert sich darüber folgendermassen:

„Der Einfluss der seitlichen Verkrümmungen der Wirbelsäule auf den Verlauf des Oesophagus ist im Allgemeinen ein geringer, nie macht die Speiseröhre die Krümmungen derselben vollständig mit, wie dies bei der Brustaorta der Fall ist, die immer dicht an der linken Seite derselben lagert, und in Folge dessen mitunter im unteren Brusttheile selbst rechts vom Oesophagus zu liegen kommen kann. In Fällen sehr hochgradiger Scoliose findet jedoch, wenn zwei sich compensirende Krümmungen übereinander in den Brustraum fallen, öfters eine Abbiegung des Oesophagus im selben Sinne statt, überdies kann sich damit eine Knickung desselben von vorne nach hinten combiniren, und dadurch, sowie durch das Hineinragen der Wirbelkörper für den Katheterismus mit starren Sonden ein unüberwindliches Hinderniss geboten werden, wenn auch der Schlingact dadurch nicht wesentlich gestört wird. Die Abweichung im Verlaufe des Oesophagus von der Norm scheint eine bedeutendere zu sein, wenn die Krümmung der Wirbelsäule im unteren Thoraxabschnitt ihre Convexität nach links kehrt, als wenn sie nach rechts gerichtet ist.

Über die Lageverhältnisse der Aorta kann ich, bezugnehmend auf den Befund der in Fig. XII wiedergegebenen Lendenscoliose und dem in Fig. XIII abgebildeten Zwerchfellpräparate aussagen, dass sie ihre Lage zur Wirbelsäule nicht merklich verändert, d. h. so an die letztere geheftet bleibt, dass sie alle Windungen derselben mitmacht und beim Blicke von vorne her in ihrem ganzen Verlaufe übersehen werden kann. Sie gleitet keineswegs gegen die Concavität der Verkrümmung, sie zeigt aber auch keine Spur eines Hinübergewundenseins gegen die Convexität, obgleich sie wegen ihrer durch die Abgabe der Arteriae intercostales und lumbales bewirkten innigeren Verbindung mit der Wirbelsäule, gewiss disponirt dazu wäre eine Torsionsveränderung einzugehen, wenn in der That die dahinter gelegene Wirbelsäule mit einer solchen vorausgegangen wäre.

Ich habe bis jetzt nicht Gelegenheit gefunden, die Topographie der Mediastina eines scoliotischen Thorax eingehend zu untersuchen, aber ich glaube, es werden sich auch darin Thatsachen finden, welche mit der Annahme einer Torsion des Knochengefüges der scoliotischen Brustwirbelsäule nicht in Einklang gebracht werden können.

Ich komme nun zu einem, wie mir scheint, wichtigen Befunde, der durch Anfertigung von Fournierschnitten aus scoliotischen Brustwirbeln gewonnen wurde. Die Aufforderung, solche anzulegen, war sowohl durch die beim Decalciniren einer ganzen Wirbelsäule gefundene eigenthümliche Vertheilung der Knochenmasse als auch aus dem Grunde gegeben, weil es ja nur durch Anfertigung von horizontalen dünnen Schnitten möglich war, an der Spongiosa irgend etwas von entsprechend veränderter Anordnung des Knochengefüges zu sehen, wenn in der That der scoliotische Wirbel sich dadurch auszeichnete, dass bei ihm die Bogenwurzel gegen die Concavität der Verkrümmung hinübergeknickt worden war.

¹ Wiener medicinische Wochenschrift, Nr. 47, 1887.

Ich habe zu diesem Zwecke einzelne Brust- und Lendenwirbel einer hochgradigen Scoliose von allen daran haftenden Weichtheilen befreit, durch mehrere Tage mit Salzsäure entkalkt, bis auch die compactesten Theile derselben weich gemacht waren, dann ausgewaschen, weiters mit Alkohol behandelt und dann an den so zubereiteten und ziemlich getrockneten Wirbeln in der Höhe der Bogenwurzeln zuerst horizontale Fournierschnitte angefertigt, welche den ganzen Wirbelkörper und Bogen umfassten, weiters aber noch verticale Schnitte hinzugefügt, die in der Gegend des Proc. articularis der concavseitigen Bogenhälfte begannen und zu dem diametral entgegengesetzten Punkte des Wirbelkörpers reichten. Diese Schnitte wurden mit Carmin gefärbt, dann vollständig getrocknet, und aus dem Nelkenöle heraus direct in erwärmten, sonst starren, venetianischen Terpentin zwischen zwei dicken Glasplatten eingeschlossen.

Auf diese Weise habe ich von einer scoliotischen ganzen Wirbelsäule eine Serie von horizontalen, aus einer anderen Scoliose überdies ein Paar verticaler Fournierschnitte bekommen, welche über die Architectur des Knochens scoliotischer Wirbel die anschaulichsten Bilder lieferten. Fig. XIV, XV zeigen die im doppelten Massstabe wiedergegebene photographische Aufnahme dieser Präparate. Wir erkennen da an Fig. XIV Folgendes:

In der doppelt so schwächtigen Bogenwurzel dieses scoliotischen achten Brustwirbels zeigt der Knochen ein ungemein dichtes Gefüge, welches sich von da fast über die ganze concavseitige Bogenhälfte des scoliotischen Wirbels bis nahe an den Abgang des Proc. spinosus hin erstreckt. Von der Ausdehnung dieser compacten Knochenlage gibt auch der verticale Fournierschnitt des benachbarten neunten Brustwirbels (Fig. XV) eine deutliche Anschauung; convexe Bogenwurzel, Proc. transversus und convexseitiger Antheil des Wirbelkörpers zeigen am horizontalen Schnitte eine sehr weite und zartmaschige Spongiosa, in welcher da und dort grössere Markräume auftreten. Eine typische Anordnung der Knochenbalken findet sich nur in der concavseitigen Hälfte des scoliotischen Wirbelkörpers; wir entdecken dort, aus der compacten Bogenwurzel entspringende, in den benachbarten Wirbelkörper radienartig ausstrahlende Hauptzüge der Knochenbälkchen, welche bis an das von mir l. c. bestimmte Vorne des scoliotischen Wirbelkörpers heranreichen, sich miteinander durch quere, concentrisch verlaufende Bälkchen verbinden, während in dem convexseitigen Antheile des Wirbelkörpers der Verlauf der Knochenbälkchen ein ganz atypischer, willkürlicher und gleichgiltiger genannt zu werden verdient. Dasselbe weitmaschige Markraum bildende Gefüge im Wirbelkörper zum Unterschiede von dem compacten Baue der concavseitigen Bogenwurzel und Bogenhälfte zeigt der von einem am tiefsten in der Concavität bis zu einem am höchsten auf der Convexität des scoliotischen Brustwirbels gelegenen Punkte geführte verticale Fournierschnitt (Fig. XV). Die horizontalen Fournierschnitte normaler Wirbelkörper lassen eine solche auffallende Asymmetrie der Anordnung der Knochenmasse nicht erkennen: bei diesen gehen rechts und links gleich verlaufende, sanft bogenförmig geschwungene Hauptzüge in die unmittelbar benachbarten Antheile der Wirbelkörper hinüber, untereinander durch ziemlich indifferent angeordnetes Gebälke verbunden.

Die beiden eben näher gewürdigten Fournierschnitte habe ich aus zwei einzelnen scoliotischen Brustwirbeln meiner Sammlung erhalten; ich habe mir aber auch die Mühe genommen, eine ganze decalcinirte scoliotische Wirbelsäule auf horizontalen Scheiben in der oben angeführten Weise zu verarbeiten, deren Abbildung hier wegleiben musste, um die Abhandlung nicht durch zu viele voluminöse Tafeln zu überlasten.

Aus der ununterbrochenen Reihe dieser Horizontalschnitte konnte man jedoch die oben an einzelnen Wirbeln beschriebene Anordnung als eine gesetzmässige erkennen, welche nur je nach der Vertheilung der Verkrümmung von einer Seite auf die andere übergang. Immer war auf die concave Seite das compacte, auf die convexe hingegen das weitmaschige Knochengefüge vertheilt, und nur auf der concavseitigen Wirbelkörperhälfte fand sich die oben geschilderte, fächerförmig aus der Bogenwurzel ausstrahlende Anordnung der Knochenbalken.

An keinem dieser Schnitte aber konnte man in der Nähe des Ursprunges der convexseitigen Bogenwurzel an der Spongiosa eine Anordnung treffen, welche auf eine Abknickung des Wirbelbogens gegen die concave Seite der Krümmung hin gedeutet hätte, wiewohl es zweifellos ist, dass, wenn irgendwo eine beweisende

Spur dieses von Lorenz so sehr betonten Vorganges gefunden werden könnte, sie nur auf solchen Horizontalschnitten zu suchen gewesen wäre.

An den Lendenwirbelkörpern finden sich ähnliche Verhältnisse, nur ist die Scheidung zwischen convex- und concavseitiger Körperhälfte an dem Knochengebälke nicht so scharf ausgesprochen; auch finden sich an den Bogenwurzeln eigenthümliche abweichende Dickenverhältnisse, die später noch gewürdigt werden sollen (s. Fig. XVI).

Es wird aus dem eben Geschilderten klar geworden sein, dass durch die Befunde an Fournierschnitten wichtige Thatsachen über die innere Transformation¹ des Knochengefüges scoliotischer Wirbelsäulen zu Tage gefördert werden.

Wir finden, dass an diesem Systeme asymmetrisch angeordnete Lager von compacter Knochenmasse auftreten, sobald es sich aus seiner normalen Gestalt in mehrere über einander gelegene Curven verkrümmt hat, und dass das Gros compacter Knochenmassen immer in der Tiefe der Concavität gefunden wird.

Zur Illustration dieser Verhältnisse sei noch auf Fig. XVII verwiesen, welche die Abbildung des von oben gesehenen neunten Brustwirbels aus Fig. III wiedergibt.

Es findet sich hier um den Proc. articularis herum, eine diesen, sowie den Proc. transversus ummauernde compacte Knochenmasse gelagert, mittelst welcher der neunte Brustwirbel mit seinem oberen Nachbarknochen ankylotisch verbunden war. Die Säge hat hier zum Zwecke des Ausfeilens die Trennung vornehmen müssen und dabei eine elfenbeinharte dichte Knochenmasse durchdrungen, deren glatte Trennungsflächen weit die Ausdehnung des an dieser Stelle gestandenen Proc. articularis und transversus überschreitet. Fast gleiche Verhältnisse ergaben sich an dem zehnten und elften Brustwirbel dieser Scoliose.

Diese Befunde, sowie der früher erwähnte, dass beim Decalciniren einer ganzen hochgradigen scoliotischen Wirbelsäule in der Tiefe der Concavität der Krümmung ein hartes und mächtiges Knochenlager, das sich aus der Verschmelzung von Proc. articulares, transversi und Rippenhältern zusammenfügt, der Entkalkung einen hartnäckigen Widerstand entgegensetzt, lassen erkennen, dass bei einmal fixirter Scoliose die concavseitigen Partien der Wirbelkörper wohl die schwächteren, in ihrem inneren Gefüge aber die härteren und dichteren, die convexseitigen Theile zwar die voluminöseren, jedoch schwächeren und poröseren geworden sind.

Diese eigenthümliche innere Transformation des Knochengefüges muss eine bestimmte Bedeutung haben und unwillkürlich empfindet man das Bedürfniss, nach Analogien dieser Erscheinung auszuspähen, um sie dem Verständnisse näher zu bringen.

Die knöcherne Ankylose des Kniegelenkes bietet in der Anordnung ihrer inneren Architectur willkommenen Vergleich.

Fig. XVIII zeigt einen horizontalen Fournierschnitt durch das Caput tibiae, knapp unter der ehemaligen Gelenkfläche, aus der knöchernen Ankylose eines vor zwölf Jahren an offener Eiterung erkrankt gewesenen Kniegelenkes eines dreundzwanzigjährigen Mannes, an welchem zur Behebung der rechtwinkeligen Ankylose die Operation nach Rhea-Barton vorgenommen wurde. Die bei der Operation schon auffallende eigenthümliche Vertheilung der Knochenmasse, namentlich die Ansammlung sehr harten, für die Instrumente schwer durchtrennbaren Knochens an der hinteren Fläche der untereinander verschmolzenen ehemaligen Gelenkkörper veranlasste mich, den aus der Kniegelenksgegend entnommenen Keil zu maceriren.

Aus ihm stammt der in Fig. XVIII auf photographischem Wege vergrößert wiedergegebene Fournierschnitt mit seinen weitmaschigen, von dem Baue der Spongiosa eines normalen Tibiakopfes beträchtlich abweichenden Gefüge. In der Mitte seiner hinteren Wand findet sich ein Stock sehr dichter und harter Knochenmasse, von welchem aus nach vorne und nach den Seiten hin radiär vertheilte Sprossen ausgehen, welche gegen die vordere Oberfläche des Caput tibiae zu durch concentrisch angelegte Knochenreifen miteinander zu einem

¹ J. Wolff. Das Gesetz der Transformation der inneren Architectur der Knochen bei pathologischen Veränderungen der äusseren Knochenform. Sitzungsber. der königl. preussischen Akademie der Wissenschaften. Berlin 1884.

ziemlich weitläckigen, ab und zu von grossen Markräumen unterbrochenen Maschenwerke verbunden werden.

In Fig. XIX, welche dem verticalen Schnitte einer alten knöchernen Kniegelenksankylose entstammt, sieht man die mächtige elfenbeindichte Knochenspanne an der concaven Seite der Krümmung eingelagert, nach auf- und abwärts allmählig an Masse abnehmen und von ihr ausgehend die radiär ausstrahlenden Stützbalken, welche an der convexen Seite der Difformität durch concentrische, parallel mit der Oberfläche verlaufende Knochenplatten zusammengehalten werden.

Diese seit den Arbeiten J. Wolff's, P. Langerhans', S. Sikorski's u. A. in ihren Details bekannte innere Transformation der Spongiosa bei rechtwinkliger Ankylose des Kniegelenkes bedeutet, dass dorthin, wo unter neuer, fortan gleichbleibender Gestaltsveränderung des Knochens die grössten Ansprüche an die relative Festigkeit desselben gestellt werden, die mächtigste und dichteste Knochenmasse geworfen wird, während jene Partien, welche bei der neuen Anordnung des Systems statisch nichts mehr zu thun haben, excentrisch atrophiren, und eine weitmaschige Spongiosa mit grossen fettreichen Markräumen erhalten. Die aufmerksame Betrachtung der umgestalteten Architectur einer alten knöchernen Kniegelenksankylose wird die völlige Analogie mit der inneren Anordnung des Knochengefüges bei alter fixirter Scoliose bald erkennen lassen.

Auch bei dieser findet sich an der concaven Seite der Verkrümmung eine Zusammendrängung compacter Knochenmassen auf engem Raume um die Processus articulares und ihre nächste Nachbarschaft herum, während in den mächtig entfalteten Knochentheilen der convexen Seite der Krümmung die weitmaschige Anordnung der Spongiosa vorherrscht, und wir müssen daher nach der durch Fournierschnitte aufgedeckten inneren Transformation der Spongiosa sagen:

Eine fixirte hochgradige Scoliose stellt nichts anderes dar, und hat keine andere Bedeutung, als eine Ankylose der im Laufe der Zeit einander entgegengeneigten Wirbel, fixirt durch theils knöcherne, theils bänderige Verbindung der durch Pressung abgeplatteten und verbreiterten Processus articulares und transversi, sowie der benachbarten Antheile der Wirbelbögen und Rippenhälser.

Demgemäss ergeben sich über die Statik einer ausgebildeten und fixirten Scoliose nachfolgende Bemerkungen, welche nach hier eingefügtem Schema (Fig. 1) an dem in Fig. III über seinem Becken aufgestellten Skelete und an der decalcinirten Wirbelsäule (Fig. V) controllirt werden können.

Auch bei hochgradiger Scoliose fällt die Schwerlinie des Rumpfes in das Kreuzbein; das Gros der Wirbelkörper liegt aber ausserhalb dieser Schwerlinie, und nur die indifferenten, sogenannten Stütz- oder Schrägwirbel werden noch mit ihren Körpern zum Tragen verwendet. Je hochgradiger eine Scoliose ist, umso schräger sind diese letzteren gegen den Horizont geneigt. — An dieser Stütze der Körperlast theiligen sich nur die nächsten Nachbarn der Stützwirbel mit einem immer kleiner werdenden Antheile ihrer Körpermasse; darüber und darunter von ihnen biegen die Wirbelkörper weithin nach der Seite aus, werden statisch vollständig unthätig und überlassen das Tragen des Stammes einer mit der Schwerlinie des Rumpfes zusammenfallenden compacten Knochenmasse, welche in ihren einzelnen Theilen wenig beweglich, mehr wie eine harte starre Latte den Körper trägt und sich aus den Rippen, Proc. transversi und articulares sammt benachbarten concavseitigen Bogenantheilen zusammensetzt.

An der scoliotischen Lendenwirbelsäule sind es vorzüglich die Proc. articulares und die seitlichen Partien der Wirbelkörper und ihrer oberen und unteren Begrenzungsflächen, welche für das Tragen der darüber schwebenden Körperlast herbeigezogen werden.

Wir finden hier zum Unterschiede vom Brustsegmente eine geringere Asymmetrie des Wirbelbogens, eine kräftige, besonders in die Breite gehende Entwicklung der concavseitigen Bogenwurzel, während die convexseitige wohl etwas länger, dafür aber schwächiger und poröser ist.



Fig. 1.

Die Proc. articulares sind an der concaven Seite der Verkrümmung zu grossen massigen breiten Schalen entwickelt. Auf diesen und den übergebogenen dichter gefügten concavseitigen Rändern der Wirbelkörper ruht die ganze darüber befindliche Körperlast, während die Proc. articulares der convexen Seite und das Knochengefüge des convexen Antheiles der Wirbelkörper entschieden weitlückiger ist als drüben.

Die Proc. transversi dieses Segmentes zeigen ganz auffallende Verschiedenheiten; sie sind an der concaven Seite verkrümmert, stehen aber dabei entschieden sagittal, während sie an der convexen Seite gut entwickelt und dabei rein frontal gestellt sind.

Statisch bedeuten diese Verhältnisse, dass an einer Lendenscoliose nur die Proc. articulares und die concavseitigen Ränder der Wirbelsäule in der Schwerlinie des Rumpfes liegen, und nur sie allein zur Unterstützung des Körpers mehr verwendet werden und dieser statischen Aufgabe entsprechend die ihnen zukommende innere Transformation des Knochengefüges erfahren.

Horizontale Fournierschnitte eines scoliotischen Lendenwirbels (Fig. XVI) zeigen daher wieder nur in der concavseitigen Bogenwurzel, in dem entsprechenden Proc. articularis und in dem unmittelbar benachbarten Körperantheil compacte Knochen, von welchen aus in den angrenzenden Theil des Wirbelkörpers radiär gestellte Knochenbälkchen ausstrahlen, während an der convexen Seite die Bogenwurzeln und Proc. articulares von einer weitmaschigen Spongiosa erfüllt sind.

Während daher im normalen Zustande die Körperlast immer von einem an sich sehr beweglichen Systeme von Knochen balancirt wird, ist dieses bei der scoliotischen Wirbelsäule in sich auf Kosten der Beweglichkeit zur Ruhe gekommen, — zur Ruhe auf excentrisch gelagerten Theilen dieses so eigenthümlich gegliederten Bewegungsapparates.

An einem Scheitelwirbel trägt nur der Wirbelbogen, an jener Stelle, wo der Proc. articularis stand, seinen Theil von der Körperlast, während der Wirbelkörper nur mehr als nebensächliches Appendix gegen die unbeschwerte Seite hin verschoben ist; und während früher die beiden Proc. articulares die für die Bewegung in der Zwischenwirbelbandscheibe bestimmenden Flächen trugen, werden diese letzteren jetzt zu tragenden Pfeilern, die, wie Lorenz dies auch l. c. klar auseinandersetzt, allmähig immer mehr horizontal gelagerte und immer breiter werdende Gelenksflächen bekommen, bis sie endlich in flacher, suturenähnlicher Aneinanderlagerung untereinander verschmelzen.

Und so entsteht aus der Summe dieser neuen Stützen des Körpergewichtes eine mit der Schwerlinie zusammenfallende verticale und mehr weniger gerade Knochenmasse, welche nur an den Übergangsstellen die indifferenten Wirbelkörper in sich aufnimmt, während sich diese sonst überall wie eine Rebe an einem festen Stabe von einer Seite zur anderen emporranken, wobei jene von allem Drucke entlasteten Theile der Wirbelkörper, also die am meisten von dem Proc. articularis des concavseitigen Bogens entfernten seitlichen Partien der Wirbelkörper in die convexe Seite der Krümmung hinein entfaltet werden.

Bevor jedoch eine Scoliose in diesen abgeschlossenen Zustand der Ankylose getreten ist, hat sie ein Vorstadium besessen, das offenbar mit der allmähigen excentrischen Verlagerung der Schwerlinie des Rumpfes aus der Reihe der Wirbelkörper heraus gegen die Proc. articulares hin begonnen haben musste. Diese erste Entwicklung der Scoliose verdient daher gewiss nach der Analogie mit anderen Gelenken den Namen der Contractur, wobei man sich vorzustellen hat, dass die einmal eingeleitete leichte Neigung einiger Wirbel gegeneinander, festgehalten wird durch die nutritive Verkürzung der zwischen den Proc. articulares, Proc. transversi und Rippenhalsen ausgespannten Weichtheile, als welche besonders die Ligg. cost. transversaria, colli costarum, intercostalia, die Mm. intercostales und am Lendensegmente die von den Proc. transversi lateralwärts ausstrahlenden Ligg. transversaria mit dem Lig. lumbo costale und der Musc. quadratus lumborum hervorgehoben zu werden verdienen.

Es ist das grosse Verdienst Lorenz', die ersten Stadien der Scoliosenentwicklung als Gelenkscontracturen aufgestellt und darauf eine allein rationelle Therapie der Bekämpfung dieses Vorstadiums basirt zu haben, welches sonst unabwendbar in die fixirte Form, in Ankylose der gegeneinander geneigten Wirbel, übergeht.

Nach den oben dargelegten statischen Verhältnissen der scoliotischen Wirbelsäule verstehen wir auch die typische Anordnung der Knochenbälkchen, welche an den indifferenten oder Stützwirbeln allein beobachtet werden konnte.

Da diese Wirbelkörper als noch allein tragende aus dem ganzen Systeme übrig geblieben sind, haben ihre Knochenbälkchen sich so umgeformt, wie es die Statik des Systemes erfordert, und wir treffen dem entsprechend an der wiederzusammengesetzten und aufgestellten Wirbelsäule in ihren Bälkchen 1. solche, welche in der Richtung der Schwerlinie verlaufen, 2. horizontale, welche diese fest miteinander verbinden. Da nun aber diese Stützwirbel um so schräger gegen die Horizontale gelagert sind (Schrägwirbel), je hochgradiger die Scoliose ist, so stehen die Begrenzungsflächen dieser Wirbelkörper ebenso schräg gegen den Verlauf der Knochenbälkchen.

Wird nun ein solcher Wirbel aus dem Skelete entfernt und für sich betrachtet, so wird er so gestellt, dass er auf die Begrenzungsflächen zu ruhen kommt, und nun die Knochenbälkchen in schiefen und wie spiralig verlaufenden Zügen angeordnet erscheinen. Dieser Anordnung aber liegt keine Torsion zu Grunde, sondern nur eine innere Transformation wegen Belastung des schräg geneigten Wirbels, denn sonst müssten ja die Lücken zwischen den Knochenbälkchen enge lange Maschen darstellen, aber nicht regelmässige Quadrate, wie das doch in Wirklichkeit der Fall ist.

Es geht somit aus Allem, was im Vorhergehenden über die Anatomie der Weichtheile und des inneren Knochengefüges der scoliotischen Wirbelsäule dargelegt wurde, hervor, dass nichts gefunden werden konnte, was für die neueste Auffassung der sogenannten Torsion als ein spiralisches Gewundensein des ganzen Gefüges dieses Bewegungsapparates sprechen könnte, und ich halte mich daher für berechtigt, meine l. c. geäußerte Behauptung, es setze sich der Eindruck der Torsion an einer scoliotischen Wirbelsäule aus den mit der Krümmung zu- und abnehmenden Asymmetrie der Wirbelkörper und Bögen zusammen, noch immer als vollgiltig zu betrachten.

Wie kommt es nun zur Entwicklung dieser Asymmetrien am scoliotischen Wirbel?

Ich sehe mich heute noch mehr denn je veranlasst, die in meiner ersten Abhandlung l. c. gegebene Erklärung durch einseitig verändertes Wachstum in Folge der excentrischen Belastung der jugendlichen, d. i. noch wachsenden Wirbelkörper festzuhalten.

Lorenz hat dem gegenüber mir vorgehalten, dass ich mich damit sehr der Hueter'schen Theorie nähere; — aber es ist etwas anderes, das Zustandekommen der Scoliose selbst aus einem eigenthümlichen, räthselhaften, von vornherein gestörten Wachsthum an den Rippen zu erklären, und etwas anderes, ein gestörtes Wachsthum der Wirbelkörper als Folge der bereits eingeleiteten Scoliose anzunehmen.

Dass eine solche Annahme gerechtfertigt sei, trotzdem Lorenz meint, die Wachstumstheorien seien durch Hueter in üblen Geruch gekommen, das habe ich in meiner Abhandlung „Über den Zusammenhang von Wachsthumstörung und Difformitäten“¹ durch Hinweisung auf Verkrümmungen, welche zweifellos durch Wachsthumstörungen an den Epiphysenfugen bedingt sind, nachzuweisen versucht, und so weit ich erfahren habe, hat die Anschauung, welche ich dort über das Zustandekommen der eigenthümlichen Gesichtsasymmetrien bei Caput obstipum entwickelt habe, ihre fachmännische Anerkennung gefunden.

Ich habe dort anknüpfend an die Beispiele, bei welchen an zwei- und einknochigen Extremitäten infolge von gestörtem Wachsthum Difformitäten verschiedener Art auftreten und nach Hinweis auf die analogen Arbeiten über das Nägele'sche Becken zu zeigen versucht, wie die Asymmetrie des Gesichtsschädels bei Caput obstipum bedingt sei durch eine Asymmetrie an der Schädelbasis, welche selbst nur durch Wachsthumstörung an den Epiphysenfugen des Os spheno-occipitale hervorgerufen sein könne, mit anderen Worten, dass die Schiefheit und Asymmetrie des Gesichtes, der Oberkiefer und des Gaumensegels bedingt sind durch eine Belastungsscoliose der Schädelbasis.

¹ Separatabdruck der medicinischen Jahrbücher, Wien, Alfred Hölder, 1886.

Mit dieser Erklärung habe ich einen Weg der Forschung angedeutet, welchen kurze Zeit darnach Albrecht¹ so erfolgreich betreten hat.

Ich habe hier wieder Gelegenheit genommen, auf das Caput obstipum zurückzukommen, sowohl weil der Gesichtsschädel desselben ein hervorragendes Beispiel jener asymmetrischen Difformitäten liefert, welche durch frühzeitig beginnende und stetig fortwirkende einseitige Wachstumsstörungen an Punkten sonst energischer Wachsthumsvorgänge hervorgebracht werden, als auch, weil die Betrachtung der durch den Schiefhals bedingten Difformitäten für uns eine ganz besondere Wichtigkeit in Bezug auf die am scoliotischen Wirbel wahrnehmbaren Asymmetrien besitzt.

Da wir im Obigen gezeigt haben, dass die fixirte Scoliose als eine Ankylose der Wirbelsäule aufzufassen ist, der ein, gleichgiltig wie eingeleiteter Zustand von Contractur vorausgeht, bei welcher die excentrische Belastung des noch wachsenden Wirbels als Haupteffect sich geltend machen muss, so erfordern doch auch die an den Wirbelkörpern und Wirbelbögen bei Scoliose wahrzunehmenden, durch gleiche Ursachen bedingten Asymmetrien die Annahme, dass auch bei ihm Veränderungen an den beim Wachstume besonders interessirten Punkten eines jugendlichen Wirbelknochens vorzufinden sein werden.

Ich kann über diese Verhältnisse nur zwei Präparate beibringen, welche ein extrem junges und dabei rhachitisches Individuum mit relativ geringgradiger Scoliose und ein fast am Ende des Wirbelwachsthumes stehendes Individuum mit hochgradiger Verkrümmung betrafen; aber an beiden finden sich so überraschende Verhältnisse, dass zu vermuthen steht, es werde eine auf die Entwicklungsstadien der habituellen Scoliose gerichtete Untersuchung der in Rede stehenden Frage die reichsten Ergebnisse zu Tage fördern.

Ich habe das Präparat der scoliotischen Wirbelsäule eines etwa ein Jahr alten rhachitischen Individuums in meiner ersten Abhandlung über Torsion der Wirbelsäule in Fig. XIV und XV abgebildet und darauf hingewiesen, dass bei fast congruenter Scoliosencurve der Dornfortsätze und Wirbelkörper eine Asymmetrie noch wenig entwickelt sei, und der concave Rand der Fascia longitudinalis anterior gerade anfangs, sich scharf hervorzuheben. Für die Entwicklung hoher Grade von Asymmetrie war noch nicht Zeit genug verstrichen, gleichwohl aber zeigten die Proc. transversi an der convexen Seite eine stärkere, die der concaven eine schwächere Abbiegung nach rückwärts. Auch war schon die schärfere Ausbiegung der convexseitigen Rippen nach rückwärts deutlich kenntlich. Ich habe die beiden im Höhepunkte der Krümmung gelegenen Wirbelkörper (siebenter und achter Brustwirbel) horizontal und senkrecht sammt der Zwischenwirbelbandscheibe in Plättchen geschnitten und dabei folgenden Befund erhalten. Der Querschnitt hat eine noch ziemlich symmetrische Gestalt, gleichwohl zeigt der Durchschnitt des Zwischenwirbelknorpels, dass der Nucleus pulposus nicht mehr axial, sondern excentrisch gegen die convexe Seite der Verkrümmung gelagert ist. Rings um ihn herum stehen die ihn umkreisenden Faserzüge in gleichen Abständen von einander; an der concaven Seite nicht auseinander gedrückt und an der convexen Seite nicht zusammengepresst, wie ja auch an der Wirbelsäule im Ganzen an der convexen Seite die nur etwas höheren Zwischenwirbelbandscheiben nicht als wulstige Halbringe sich vordrängen, ein Verhalten, wie dies bei einem einfachen lateralen Hinausgequetschtsein der Zwischenwirbelbandscheibe — wie es Lorenz annimmt — eintreten müsste.

Sobald die horizontalen Schnitte das Niveau der Bandscheibe verlassen haben und die obere Fläche des jungen Wirbelkörpers treffen, findet sich ein sehr merkwürdiges Bild. Es ergibt sich da eine Zeichnung, die in Fig. XX wiedergegeben ist: auf Seite der Convexität eine zur Bogenwurzel etwas schief gestellte Knorpelfuge *a* von etwa $\frac{3}{4}$ cm Länge und 2 mm Breite, auf der concaven Seite jedoch ein grosses Knorpelfeld *aa*, das an der concaven Bogenwurzel beginnt, weit in den Wirbelkörper hinein nach vorne zu sich allmähig verschmälernd, bis an den concaven Rand der Fascia longitudinalis anterior heranreicht.

Zwischen diesen beiden Knorpellagen finden sich Knochen, also gewiss in asymmetrischer Vertheilung zu Gunsten der convexen Wirbelkörperhälfte. Es ist der Schnitt günstiger Weise noch nahe der oberen Wirbelkörperfläche verlaufen, so dass er in der Mitte mehr die Compacta der jene einnehmenden Vertiefung, peripher

¹ Albrecht: Verhandlungen der deutschen Gesellschaft für Chirurgie. XVI. Congress 1887. 1. Sitzungs-Tag.

aber mehr die Spongiosa des Wirbelkörpers traf. Die am Schnitte deutlich kenntliche *Compacta*, also auch jene sonst streng axial gelagerte Vertiefung, liegt aber nicht mehr in der Mitte, sondern excentrisch mehr in der convexen Bogenhälfte, gerade unter dem am Querschnitte der Zwischenwirbelbandscheibe ebenso weit seitlich gerückten *Nucleus pulposus*. Ein paar Millimeter tiefer hat die Spongiosa auch gegen die Concavität mehr an Ausdehnung gewonnen, jedoch ist die Bogenwurzelfuge dieser Seite um mehr als das Doppelte mächtiger als drüben (s. Fig. XXI).

Sobald man gegen die untere Wirbelkörperfläche schrittweise fortschreitet, ändert sich das Bild und wird wieder ähnlich dem in Fig. XX. An verticalen Schnitten findet man an den Zwischenwirbelseiben keine sinnfällige Differenz zwischen rechts und links, während der Wirbelkörper an der convexen Seite merklich höher ist als an der concaven. An letzterer reicht auch die Knochenbildung noch nicht überall bis zur Oberfläche, so dass dort wenigstens stellenweise der Knorpel der höheren Zwischenwirbelbandscheibe mit dem der nächst tieferen in Verbindung steht.

An verticalen Schnitten, welche durch den *Nucleus pulposus* gehen (s. Fig. XXII), findet sich eine kleine Markhöhle; diese liegt aber nicht axial, sondern mehr in der der Convexität des Wirbelkörpers entsprechenden Hälfte um ein Merkliches excentrisch gestellt, gerade so wie der über und unter dieser kleinen Markhöhle gelegene *Nucleus pulposus* und die ihn an Spirituspräparaten umgebende kleine spaltförmige flache Höhle.

An den verticalen Schnitten, welche mehr nach hinten gegen die Bogenwurzeln zu angelegt sind, geht diese erwähnte Markhöhle in das an der hinteren Wirbelkörperfläche ausmündende Venenemissarium über, das aber gleichfalls im Sinne des *Nucleus pulposus* excentrisch gelagert ist.

Um dieses Emissarium herum ist ein Knochenkern gruppiert, der an der convexen Seite von einer schmalen, an der concaven Seite von einer um ein Drittel breiteren Knorpellage flankirt wird, und in hohem Grade den Eindruck der Excentricität macht (s. Fig. XXIII). Der *Proc. articularis* der concaven Seite ist noch fast ganz knorpelig, während der der convexen Seite seine Ossification bereits vollendet hat.

Es wiederholen sich also an dieser sehr jungen Wirbelsäule bereits in der Anlage jene Asymmetrien und Abweichungen meist centraler Theile, auf welche ich l. e. bereits aufmerksam gemacht habe.

Es verdient aber nach dem eben eiterten Befunde darauf hingewiesen zu werden, wie in Folge der eingetretenen ungleichmässigen Belastung der Wirbelsäule an der concaven Seite ganz andere Entwicklungsvorgänge Platz greifen als an der convexen. An dieser ist die Ossification viel weiter vorgeschritten und um ein mehr gegen die convexe Wirbelhälfte zu gelegenes Centrum gruppiert sich ein spongioser Knochen, während an jener ein grosser Theil der knorpeligen Grundlage mit seiner Ossification noch nicht begonnen hat, und von der anderen Seite her das excentrisch gelegene Ossificationsterrain in die beträchtliche Knorpelmasse der concaven Seite nur spärlich hinübergreift.

Aus diesem Grunde behalten auch die Bogenepiphysenfugen an der concaven Seite der Krümmung ein so ausgedehntes Feld, während an der convexen Seite, wegen der ausgebildeten Ossification des Wirbelkörpers, jene bereits ihre charakteristische Gestalt angenommen hat, dabei aber von einer noch immer bedeutenden Mächtigkeit ist.

Einen überraschenden, und, wie ich glaube, für das Verständniss der Formen eines scoliotischen Wirbels sehr bedeutungsvollen Befund erhielt ich an der hochgradig scoliotischen Wirbelsäule eines am Ende der Wachstumsperiode stehenden jugendlichen Individuums, wo die Epiphysenplatten der Wirbelkörper noch vorhanden, und die Epiphysenfugen der Wirbelbögen an dem macerirten Stücke noch durch tiefe Furchen leicht erkennbar waren. Fig. XXIV zeigt die hochgradig scoliotische Brustwirbelsäule dieses jugendlichen Individuums, vom dritten bis zwölften Brustwirbel. Man erkennt die relative Jugend der Knochen an den, trotz der Maceration hie und da an den Wirbelkörpern hängen gebliebenen, Epiphysenplättchen und an den grossen Gefässlöchern an der Vorderseite der Wirbelkörper.

Was aber hier zur besonderen Überraschung auffällt, das sind grosse, in der convexen Seite der Wirbelkörper gelegene und in die vordere Wand derselben hineingreifende Lücken, *aa*, welche genau aneinander passend, weite, den einst von der Zwischenwirbelbandscheibe ausgefüllten keilförmigen Spalt unterbrechende

Löcher darstellen, die in ihrer über die Convexität der Scoliose hinüberlaufenden Reihenfolge den ursprünglichen Zusammenhang mit dem Nucleus pulposus verrathen und deutlich erkennen lassen, sie seien dadurch entstanden, dass bei der Maceration der Nucleus pulposus mit einem noch um ihn erhalten gebliebenen kranzförmigen Reste der knorpeligen Wirbelkörperepiphyse herausgefallen sei.

Es zeigt diese Wirbelsäule wohl unverkennbar, dass im Laufe ihrer Entwicklung zu immer höheren Graden, Theile des Wirbelkörpers, welche früher streng axial gelegen sind, gegen die convexe Seite der Krümmung excentrisch sich verschoben haben; denn nicht blos der Nucleus pulposus zeigt diese Ortsveränderung, sondern auch Theile des Wirbelkörpers selbst, die bei längerem Leben gewiss eine Umwandlung in Knochen eingegangen hätten.

Es kann sich daher, wie dieses Präparat zeigt, bei der excentrischen Lage des Nucleus pulposus nicht um eine seitliche Sub-Luxation desselben handeln, wie Lorenz meint, sondern die hier gefundenen That-sachen beweisen, dass meine Anschauung: die excentrische Lage des Nucleus pulposus bedente einen asymmetrisch gegen die Convexität der Krümmung hin entfalteten Wachsthumsvorgang, eine durchaus gerechtfertigte war.

Dieselbe, dem excentrisch gelagerten Nucleus pulposus folgende Lückenbildung, trafen wir auch an der mindergradigen scoliotischen Lendenwirbelsäule dieses Individuums.

Fig. XXV zeigt den siebenten scoliotischen Brustwirbel dieser Scoliosis dorsalis dextro-convexa. Wir sehen an demselben bei der Betrachtung von oben den kurzen, mit einer Apophyse versehenen, linken Proc. transversus, die kurze schwächliche linke Bogenwurzel, den breit gedrückten Proc. articularis. Bei *a* findet sich die tiefe, dem Nucleus pulposus entsprechende Lücke und rechts und links davon die noch deutlich 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 schwächlichen 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. XXVI) dieses Wirbels mit derselben Deutlichkeit wieder; aber Niemand wird, so sehr er auch den Wirbel drehen und wenden möge, behaupten wollen, dass eine Abknickung der concavseitigen Bogenwurzel, wie Lorenz will, diese eigenthümlichen Gestaltsveränderungen hervorgerufen habe.

Fig. XXVII zeigt den vierten (indifferenten) Brustwirbel (Stützwirbel) derselben Scoliose. Die eingeschriebenen Buchstaben haben dieselbe Bedeutung, wie oben, und man erkennt an dieser Abbildung aufs bestimmteste, dass hier der Nucleus pulposus mit der ihm zukommenden Vertiefung streng axial gelagert und die beiden Bogenepiphysen sammt Bogenwurzeln symmetrisch um ihn herum angeordnet sind.

Fig. XXVIII zeigt den jugendlichen zweiten Lendenwirbel der dazu gehörigen Scoliosis lumbalis sinistro-convexa von oben und hinten gesehen. Wir finden hier trotz der Mindergradigkeit der Verkrümmung den Napf des Nucleus pulposus *a* weit excentrisch in der Convexität gelegen und auch die hier allein deutlich sichtbare concavseitige Epiphysenfuge in weitem Abstände von ihrer entsprechenden kurzen, aber nun 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, und es wird keinem objectiven Beobachter dieses Wirbels beifallen zu sagen, dieses Emissarium sei durch Abknickung der convexseitigen Bogenwurzel gegen die andere Seite hin in die knappe Nähe derselben gebracht worden. An der schlanken, langen Bogenwurzel unseres Lendenwirbels ist nicht die Spur einer solchen Abbiegung zu erkennen.

Was bedeuten nun diese sonderbaren Befunde? Ich muss gestehen, dass ich anfangs einigermassen durch diese eigenthümliche Gruppierung des axialen Theiles des Wirbelkörpers und der Bogenepiphysen-

fugen überrascht war, besonders aber durch das weite Hinauswandern der concavseitigen Bogenepiphysen gegen die convexe Seite der Verkrümmung.

Die Sache lässt, wie mir scheint, keine andere Erklärung zu als folgende:

Sobald einmal ein höherer Grad von habitueller Scoliose eines jugendlichen Individuums entwickelt, also im Bereiche der concaven Seite der Krümmung eine beträchtliche Contractur ausgebildet ist, ruht die ganze ober einem scoliotischen Scheitelwirbel befindliche Last gar nicht mehr im Wirbelkörper, sondern nur auf den Processus articulares, welche daher sehr frühzeitig schon bedeutende, diesen neuen statischen Leistungen entsprechende, auch von Lorenz l. c. 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 des Wirbelkörpers 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 convexeitigen Körperhälfte nähern.

Entsprechend diesem in die Proc. articulares hinein fallenden excentrischen Druck 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 eine energische Wachstumsrichtung gegen die Convexität, d. i. die druckfreie Seite hinaus, welche aber schon um die concave Bogenepiphyse herum beginnt, und die ihr feststehendes Centrum im Proc. articularis der concaven Seite besitzt. Es wäre nach meinem Dafürhalten die auffallend grosse Distanz zwischen *b* und *c* (Fig. XXV und XXVI) auf eine andere Weise nicht zu erklären.

Mit dieser Deutung stimmt auffällig der Befund an den horizontalen Fournierschnitten scoliotischer Scheitelwirbel überein, und die radienförmige Anordnung von Knochenbälkchen, welche von der concavseitigen Bogenwurzel her fächerförmig in den Wirbelkörper ausstrahlen, scheinen nur noch ein architectonischer Ausdruck dieser am jugendlichen Scoliosenskelete obwaltenden einseitigen Wachstumsrichtung zu sein. Man darf freilich nicht übersehen, dass mir für die Untersuchung dieser Cardinalangelegenheit in der pathologischen Anatomie der Scoliose nur zwei mit Epiphysenfugen versehene Wirbelsäulen zu Gebote standen, die aus den Extremen der Entwicklung herausgenommen waren.

Was man aber an ihnen erkennen konnte, das, glaube ich, berechtigt vollauf zur abermaligen Betonung des Ausspruches: die excentrische Belastung der jugendlichen scoliotischen Wirbelsäule erzeugt eine an den Epiphysenfugen deutlich erkennbare Wachstumsstörung im Wirbelkörper, wodurch dieser hochgradig asymmetrisch wird; und alle Asymmetrien, die am Wirbelbogen und den Proc. transversi wahrgenommen werden, sind Folge dieses excentrischen, vorzüglich in die Proc. articulares hinein verlegten Druckes und des dadurch einseitig gegen die Convexität der Krümmung hin geleiteten Wachsthumes.

Es hat die pathologische Anatomie daher die dringende Aufgabe, jede Gelegenheit wahrzunehmen, um an allen Stadien der jugendlichen habituellen Scoliose die Veränderungen an den Knorpelfugen des Wirbelkörpers aufzudecken, und ich bin überzeugt, dass die Verfolgung der unsere hier beschriebenen Extreme verbindenden Mittelglieder, die gestörten Wachstumsvorgänge am Wirbelkörper in allen Details, gemäss unserer hier wiederholten Anschauung, vollständig klarlegen wird.

Zu dem Zustandekommen dieser Verhältnisse, d. i. einer hochgradigen Asymmetrie der Wirbelkörper und des nach meiner Ansicht daraus resultirenden Gesamteindrucks der Torsion der ganzen scoliotischen Wirbelsäule, gehört daher in Übereinstimmung mit dem oben Dargelegten, die Entwicklung der Difformität innerhalb der Jahre des energischsten Wachsthumes der Columna vertebralis.

Jede habituelle, jede rhachitische Scoliose besitzt immer das Phänomen der sogenannten Torsion. Logischerweise entsteht daraus die Frage: Gibt es nicht auch Scoliosen, bei welchen das Phänomen der Torsion fehlt, oder nach unserer Ausdrucksweise: Gibt es nicht auch Scoliosen, bei welchen die Wirbelkörper bloss keilförmig in ihrer Gestalt verändert sind, ohne aber in ihrem Horizontalschnitte asymmetrisch zu sein?

Diese Frage muss mit Ja beantwortet werden.

Fig. XXIX zeigt die photographische Aufnahme einer scoliotischen Wirbelsäule. Die Verkrümmung besteht aus zwei Abschnitten, einem hochgradigen scoliotischen Lumbalsegmente, über deren „Torsion“ Lorenz in das grösste Entzücken verfallen könnte, und aus einem weniger hochgradig nach der rechten Seite hin ausgebogenen Dorsalsegmente, von welchem alle Wirbel an der Curve theilnehmen.

So sehr torquirt aber das Lendensegment aussieht, ebenso fehlt dieser Eindruck vollständig am Brustsegmente, auch an seinem am meisten ausgebogenen mittleren Antheile.

Fig. XXX gibt die Abbildung des daraus entnommenen siebenten Brustwirbels von vorneher gesehen; sie zeigt seine eminente Keilgestalt, während Fig. XXXI die Ansicht desselben von obenher darstellt. Wir finden an dieser letzteren nur sehr geringe Andeutungen von Asymmetrien; nur das Wirbelloch ist unregelmässig; die rechte Bogenwurzel vielleicht um eine Idee länger als die linke, die Gelenkfläche des rechten Proc. articularis schlanker, die des linken schon etwas gegen den Wirbelbogen hin ausgebreitet. Im Grossen und Ganzen aber kann der Grundriss dieses Wirbels als ein symmetrischer betrachtet werden.

In Folge dieser Symmetrie aller zu dieser scoliotischen Brustwirbelsäule gehörigen Wirbel fehlt an ihr die sogenannte Torsion, woraus hervorgeht, dass diese keineswegs eine unausbleibliche Begleiterin der Scoliose sein müsse.

Ich denke mir nämlich, dass an dieser Wirbelsäule die Scoliose primär an dem Lendensegmente entstanden, dann innerhalb der Jahre des grössten Wachsthumes zu hoher Entwicklung gelangt ist, auf das Brustsegment jedoch erst zu einer Zeit sich weiter entwickelt hatte, als die Wachsthumsenergie schon im Niedergange begriffen, und die Wirbelbogenepiphysen bereits ihrer Obliteration nahe gerückt waren. Ebenso zeigt die scoliotische Brustwirbelsäule des in Fig. XIII abgebildeten Zwerchfellpräparates keine Torsion.

In dieser Hinsicht würde uns die genaue Section einer scoliotischen Brustwirbelsäule interessiren, wo die Verkrümmung an einem bereits ausgewachsenen Individuum, z. B. infolge von theilweiser Obliteration eines Brustraumes nach einem abgelaufenen Empyem eingetreten ist.

Nach unserem Dafürhalten könnte bei einer solchen Scoliose nur keilförmige Umgestaltung der Wirbelkörper, aber keine wesentliche Asymmetrie und infolge dessen keine Torsion der scoliotischen Wirbelsäule auftreten. Ich habe bisher nur Gelegenheit gehabt, einen Knaben sechs Jahre nach ausgeheilter Thorakoplastik auf seine Wirbelsäule zu untersuchen. Dieser aber hatte nebst einer starken Scoliose infolge völliger Elimination seines linken Brustraumes einen tüchtigen rechtsseitigen Rippenbuckel und daher sehr wahrscheinlich eine entsprechende „Torsion“, wie es ja bei der Jugend dieses Individuums nicht anders zu erwarten stand.

Sollte aber einmal die Obduction eines bei einem Erwachsenen mit endlicher Scoliose ausgeheilten Empyems das völlige Ausbleiben einer „Torsion“ infolge gänzlichen Mangels einer Asymmetrie nachweisen, so wäre das gewiss ein schlagender Beweis für die Richtigkeit unserer Annahme.

Nachdem ich nun im Obigen dargelegt habe, wie durch Aufdeckung der Architectur einer scoliotischen Wirbelsäule und durch eine intensive Würdigung der Anatomie der sie umgebenden Weichtheile von einer inneren Torsion des Knochengefüges derselben nichts gefunden werden konnte, und weiters wie an jugendlichen Krankheitsfällen die Entwicklung der von mir hervorgehobenen Wachsthumstörung nachzuweisen ist, welche letztere schliesslich Wirbelformen erzeugt, die in ihrer Aneinandergliederung den optischen Gesamteindruck des Torquirten hervorbringen, betrachte ich meine Arbeit als im Wesentlichen erschöpft, und es verbleibt mir nur noch die Aufgabe, die von Lorenz aufgestellte Theorie über das Zustandekommen der von ihm angenommenen Torsion des Knochengefüges einer kurzen Kritik zu unterziehen.

Nachdem Lorenz die über die Torsion aufgestellten Erklärungen von Henke, H. v. Meyer, Drachmann, Schenk und Peletan als nicht genügend abgelehnt hatte, da sie das Wesen der Torsion in einer Drehbewegung suchen, die in den Gelenkcomplexen vor sich gehen solle, während nach seiner Auffassung es sich doch um eine Torsion im strengsten Sinne des Wortes, um eine Torsion des Knochengefüges handelt, welche durch die nach der Concavität der Krümmung gerichtete Abknickung der Bogenwurzeln in ihrer

basalen Epiphysenfuge eingeleitet wird, verweist er zunächst auf die functionellen Unterschiede der Wirbelkörperreihe und der Bogenreihe, welche letztere nur einen Appendix der lasttragenden Körper-Columna darstellt.

„Die ablenkenden Einflüsse der Belastung werden sich zuerst an dem vorderen Theile der Wirbelsäule, nämlich an der belasteten Körperreihe, geltend machen, während der hintere Theil der Wirbelsäule, nämlich die Bogenreihe, von dieser Ablenkung vorerst nicht betroffen wird. Die innige Verbindung der Bogen unter einander, die Verzahnung derselben durch die auf- und absteigenden Gelenksfortsätze, das innige Verwobensein mit der Musculatur, die Stützung durch die Rippen, — alle diese Umstände mögen ausserdem dazu beitragen, dass die Bogenreihe zur seitlichen Abweichung überhaupt in geringerem Masse disponibel ist als die Körperreihe.“

Zur näheren Erläuterung des Zustandekommens der Torsion verweist Lorenz auf ein Element des Thoraxskeletes, den Wirbel sammt dem durch Sternum und Rippen gebildeten Thoraxreifen, in welchem der Wirbelkörper eine excentrische Lage einnimmt. „Denken wir uns“, fährt Lorenz fort, „dass der Wirbelkörper durch die von oben her wirkende Belastung aus der Mittellinie herausgedrängt wird, so muss der ganze mit dem Wirbelkörper durch die Bogenwurzeln verbundene Ring dieser Locomotion zwar folgen; da aber die deviiende Belastung vornehmlich auf den Wirbelkörper wirkt, und dieser den gesamten Knochenring gewissermassen hinter sich her schleppt, so kommt es allmählig an den die Verbindung zwischen Wirbelkörper und jenem Knochenringe vermittelnden Bogenwurzeln zu einer Abknickung nach der Mittellinie, respective nach der concaven Seite. Diese Abknickung erfolgt an dem Punctum minoris resistentiae dieser Bindeglieder, id est an der basalen Epiphysenfuge der Bogenwurzeln, und kann gewissermassen als der Ausdruck des Zurückbleibens der Bogenwurzeln hinter der seitlichen Locomotion des Wirbelkörpers aufgefasst werden.“

„An der nach der Medianebene, respective nach der concaven Seite der Krümmung gerichteten Abknickung der Bogenwurzeln an ihrer Epiphysenfuge können allmählig auch die lateralen Partien des Wirbelkörpers zunächst der genannten Epiphysenfuge theilnehmen. Dadurch erhält die Erstreckung der convexseitigen Körperhälfte, ebenso wie die gleichnamige Bogenwurzel eine mehr sagittale und die concavseitige Körperhälfte sammt der gleichnamigen Bogenwurzel eine mehr frontale Richtungstendenz, und die oberen Theile des Wirbelkörpers erscheinen gegen die unteren im Sinne einer Torsion des Knochengefüges verschoben.“

Die Ursache dieser letzteren muss also nach Lorenz vorerst gesucht werden in der im Vergleiche zur Körperreihe viel geringeren Disposition der Bogenreihe zur seitlichen Abweichung.

Daraus ginge hervor, dass die Torsion, wie sie Lorenz will, am grössten ausfallen müsste, wenn die Bogenreihe gar keine Fähigkeit besässe, seitlich sich auszubiegen; — bei dieser supponirten Unmöglichkeit müsste sich aber die Körperreihe doch eher umgekehrt vor der feststehenden Bogenreihe gegen die Convexität hin abbiegen, der Winkel zwischen Wirbelkörper und Processus transversus müsste dann auf der concaven Seite der Krümmung grösser, auf entgegengesetzter Seite aber um eben so viel kleiner werden.

Und doch geschieht ja das gerade Gegenteil.

Man braucht daher für die Erklärung der Torsion nach Lorenz noch eine Kraft, welche die Bogenreihe immer wieder gegen die Medianlinie, d. i. die convexe Seite der Krümmung zurückzieht, oder ein anderes Hinderniss, welches bei der leichten seitlichen Abweichung der Körperreihe die Bogenwurzel gegen die Medianlinie fortwährend zurückhält, d. i. der an die letzteren sich anlegende Rippenring, denn sonst wäre ja eine Abknickung des Bogens und seiner Adnexa gegen die concave Seite nicht recht denkbar, und Lorenz scheint von dieser Nothwendigkeit in gleicher Weise durchdrungen gewesen zu sein, da er gerade an einem Brustwirbel im Zusammenhange mit dem ganzen Thoraxreifen den Mechanismus der Torsion zu veranschaulichen versucht hat.

Dem ist aber gegenüber zu halten, dass an primären Lendenscoliosen, wie Fig. XXIX zeigt, die Torsion ganz ungemein sinnfällig erscheint, wo doch der Hauptfactor, die Fixation der Bogenwurzeln, durch die Rippen hinwegfällt, und ferner, dass bei diesen Verkrümmungen die Proc. transversi auf der convexen Seite stets frontal, die kürzeren und verkümmerten Proc. transversi der concaven Seite jedoch stark sagittal stehen, und

die Bogenringe im Vergleiche zur Scoliose eine auffallend geringe Asymmetrie zeigen, was mit einem Vorgange der Abknickung gegen die concave Seite der Scoliose ganz unverträglich ist.

Obwohl ich noch keine Gelegenheit hatte, an einer Scoliose der jugendlichen Halswirbelsäule (z. B. Caput obstipum) das Verhalten der einzelnen Wirbel zu untersuchen, so hege ich doch die bestimmte Vermuthung, dass dort, wo jede besondere Fixation der Bogenreihe in der Mediaulinie fehlt, und diese gewiss eine eben so grosse Disposition für seitliche Abweichungen besitzt wie die Körperreihe, eine Torsion, d. i. eine Asymmetrie der Wirbelkörper und Bögen im oben auseinandergesetzten Sinne nicht fehlen werde, und es wäre sehr erwünscht, wenn durch einen in dieser Richtung hin benützten gelegentlichen Befund das Detail einer Halswirbelsäulenscoliose klargelegt werden könnte.

Andererseits aber gibt es, wie Fig. XXIX und Fig. XIII zeigen, Brustscoliosen, bei welchen die Torsion fehlt, obwohl an diesem Segmente alle Bedingungen für die Lorenz'sche Abknickung gegeben wären.

Es fehlt hier die Torsion, weil — nach meiner Ansicht — die Wirbel schon zu alt waren, um auf die excentrische Belastung durch frappante Wachstumsstörungen zu antworten, obwohl sie, wenigstens bei Fig. XIII, wo es sich um ein sechzehnjähriges Mädchen mit weichen atrophischen Knochen handelte, nicht so unnachgiebig waren, dass sie nicht im Lorenz'schen Sinne hätten abgeknickt werden können.

Ich verweise noch auf die oben (S. 317) dargelegten Verhältnisse der Rippenwirbelgelenke, welche mit der Lorenz'schen Torsionstheorie nicht in Einklang zu bringen sind.

Ich glaube daher, dass, nachdem die Annahme einer Torsion der scoliotischen Wirbelsäule im Sinne einer Rotation der einzelnen Wirbel längst schon fallen gelassen werden musste, auch der Versuch Lorenz' und Fischers, eine Torsion des inneren Knochengefüges aufzustellen, der genauen anatomischen Untersuchung nicht Stand hält, und damit auch, abgesehen von den eben beleuchteten Widersprüchen, eine Erklärung dieser supponirten Windung hinfällig wird.

Wie leicht auch Lorenz einerseits der Beweis der Existenz einer Torsion geworden ist, so räumt er doch l. c. S. 28 ein, dass die „Beantwortung der Frage, wie und warum es zu dieser Torsion komme, viel schwieriger zu erbringen sei“. Wir stünden hier einem Räthsel gegenüber, zu dessen Erklärung schon viel Scharfsinn verwendet wurde, und Bouvier sage mit Recht: „Man müsste ein Euklid sein, um dieses Räthsel zu lösen.“

Meine Meinung aber, die ich mir nach einer abermaligen, und, wie ich glaube, gewissenhaften anatomischen Durchsicht der Angelegenheit, noch mehr gefestigt habe, ist die: dass es bei der Scoliose weder eine Rotation in den Gelenkcomplexen, noch eine Torsion des Knochengefüges gäbe, und dass auch nach Lorenz die Anhänger dieser Theorie immer noch Ursache haben, auf ihren erlösenden Euklid weiter zu warten.

Zum Schlusse erlaube ich mir Herrn Prof. H. Chiari in Prag, welcher mich mit pathologischen Präparaten auf das Collegialste unterstützte, meinen schuldigen Dank abzustatten.

ERKLÄRUNG DER ABBILDUNGEN.

- Fig. I. II. Ausgehöhlte und gefeilte Scoliosis dors. sin. convexa eines Erwachsenen.
- „ III. Ausgehöhlte und gefeilte Scoliosis dors. d. conv., lumb. sin. convexa eines Erwachsenen, mit den concavseitigen Rippen, über dem Becken aufgestellt, um die Statik einer scoliotischen Wirbelsäule zur Anschauung zu bringen.
- „ IV. Ausgehöhlte und gefeilte Scoliosis dors. sin. convexa geringen Grades, von der Wirbelsäule eines Erwachsenen.
- „ V. Decalinierte Scoliosis dors. d. convexa hohen Grades. An der Oberfläche gestichelt, um die Faserung der Compacta darzustellen.
- „ VI. Zehnter ausgehöhlter und gefeilter Brustwirbel von Fig. I. *a* convexe, *b* concave Seite.
- „ VII. Vierter scoliotischer Lendenwirbel, ausgehöhlt und gefeilt. *a* concave, *b* convexe Seite.
- „ VIII. Vierter Brustwirbel von Fig. IV, ausgehöhlt und gefeilt. Trotz der geringfügigen Keilgestalt des Wirbels, stark seitliche Stellung des Emissarium posticum.
- „ IX. Erster Brustwirbel der Fig. IV. Geringe Keilgestalt; auffallende Abknickung an der concavseitigen Bogenwurzel. Sehr starke Verschiebung des Emissariums gegen die convexe Seite.
- „ X. Ligamentum longitudinale anterius und Ligg. radiata der convexen Seite einer bedeutenden Scoliosis dors. d. convexa eines Erwachsenen.
- „ XI. Dieselben Ligamente an der concaven Seite.
- „ XII. Psoas und Zwerchfellursprung an einer Scoliosis lumbalis d. convexa eines Erwachsenen.
- „ XIII. Psoas und Zwerchfellursprung an einer Scoliosis lumb. sin. convexa einer 16jährigen, an Osteoporose erkrankten Wirbelsäule.
- „ XIV. Horizontaler Fournierschnitt eines achten Brustwirbels einer hochgradigen Scoliosis dors. d. convexa, von unten gesehen, *a* concave, *b* convexe Seite der Krümmung.
- „ XV. Verticaler Fournierschnitt durch die linke Bogenhälfte und die Massenmitte des neunten Brustwirbels aus derselben Scoliose wie in Fig. XIV.
- „ XVI. Horizontaler Fournierschnitt in der Ebene der Bogenwurzeln aus dem dritten Lendenwirbel derselben Scoliose. *a* convexe, *b* concave Seite.
- „ XVII. (Taf. XI.) Neunter Brustwirbel einer Scoliosis dors. d. convexa (aus Fig. III) mit starker Belastungshyperostose der concaven Bogenwurzel und der gleichseitigen Proc. articulares.
- „ XVIII. Horizontaler Fournierschnitt durch das Caput Tibiae einer 11 Jahre alten rechtwinkligen knöchernen Ankylose eines Kniegelenkes.
- „ XIX. Sagittaler Fournierschnitt durch eine alte Kniegelenksankylose.
- „ XX u. XXI. Horizontalschnitte aus dem achten Brustwirbel einer kindlichen rhachitischen Scoliosis dors. sin. convexa. *aa* Epiphysenfugen der convexen, *a, a*, der concaven Krümmungsseite.
- „ XXII u. XXIII. Frontalschnitt aus dem siebenten Brustwirbel desselben Kindes. *bb* Knochenkern aus der Mitte, *b, b*, aus der hintersten Partie dieses Wirbels, *aaaa* noch nicht ossificirter Knorpel.
- „ XXIV. Hochgradige Scoliose einer noch jugendlichen Brustwirbelsäule. *aa* Tiefe, dem Nucleus pulposus entsprechende Lücken in den Wirbelkörpern.
- „ XXV. Siebenter jugendlicher Brustwirbel dieser Scoliosis dors. d. convexa von oben betrachtet. *a* Der dem Nucleus pulposus entsprechende Napf, *bb* die Epiphysenfugen, *c* der Ursprung der concavseitigen Bogenwurzel.

- Fig. XXVI. Derselbe Wirbel von unten betrachtet.
- „ XXVII. Der vierte indifferente Brustwirbel dieser Scoliose.
- „ XXVIII. Der zweite Lendenwirbel dieser Scoliose (Scol. lumb. sin. convexa) von oben und hinten betrachtet. *a* Der dem Nucleus pulposus entsprechende Napf, *b* Epiphysenfuge der concaven Seite, *c* Ursprung der concavseitigen Bogenwurzel.
- „ XXIX. Hochgradige primäre Scoliosis lumb. sin. convexa, geringgradige, sanfte, über das ganze Dorsalsegment gleichmässig vertheilte Scoliosis dextro convexa eines Erwachsenen. Scharfe Torsion am Lendensegmente. Dorsalsegment nicht torquirt.
- „ XXX. Der siebente Brustwirbel dieses Präparates von vorne,
- „ XXXI. von oben gesehen: Geringfügige Asymmetrie des Horizontalschnittes trotz der starken keilförmigen Missstellung des Wirbelkörpers.





Ph. Lath v. J. Barth, Fünfhäus, 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



Ph.Lith.v. J. Barth, Fünfhaus, 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

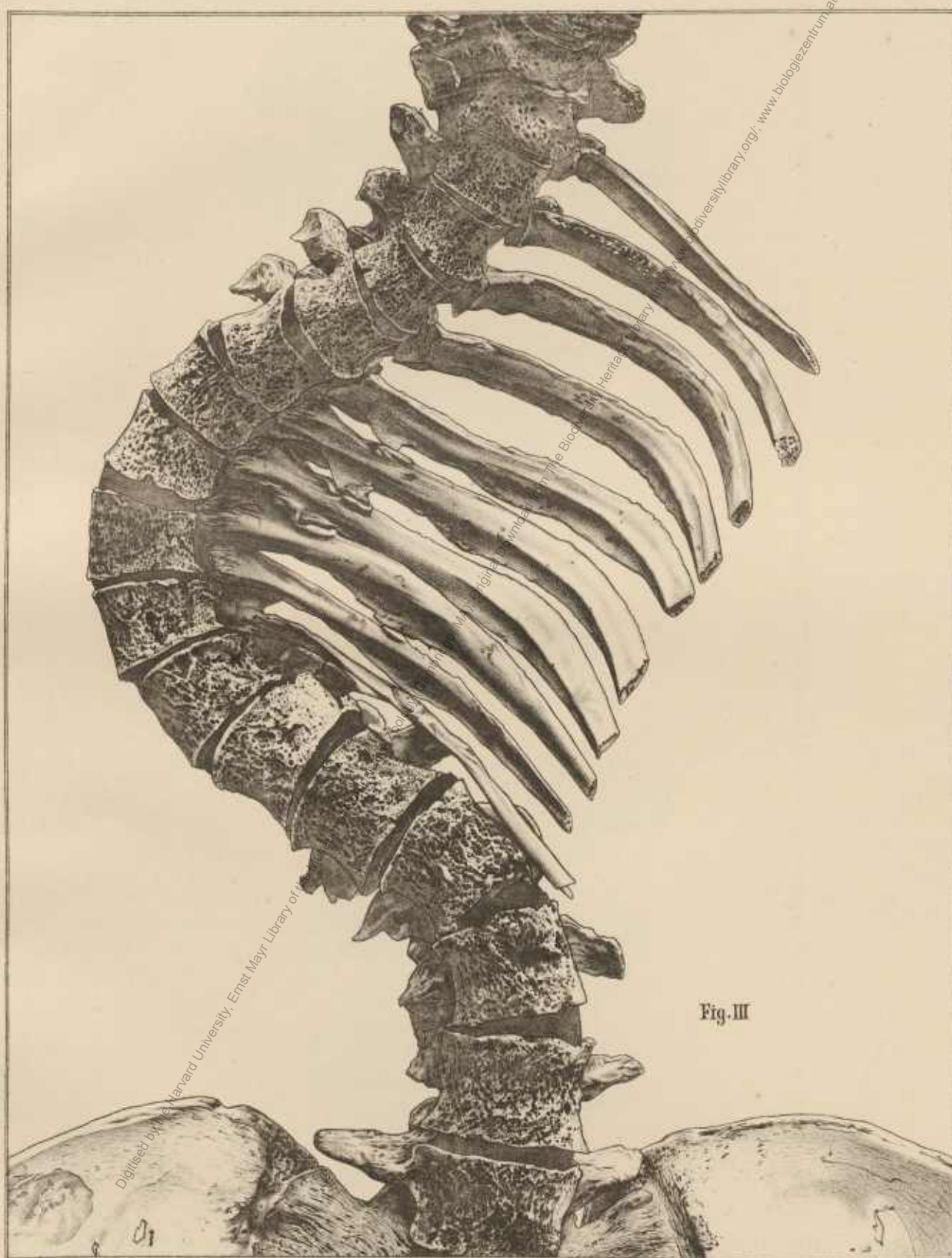


Fig. III

Pl. lith. v. J. Earth, Finfhaus, 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

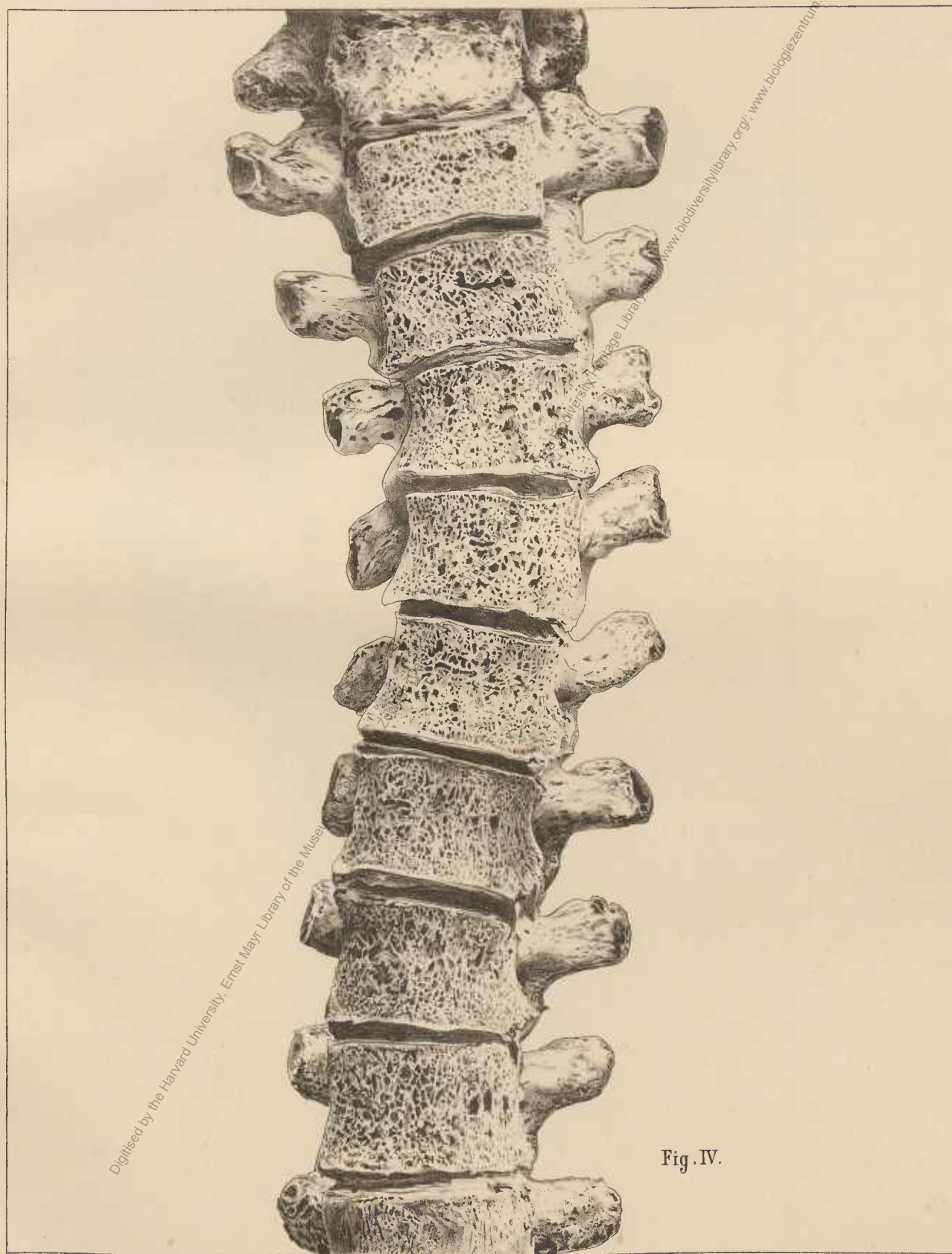


Fig. IV.

Ph. Lith v. J. Barth, Fünfhäus, 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

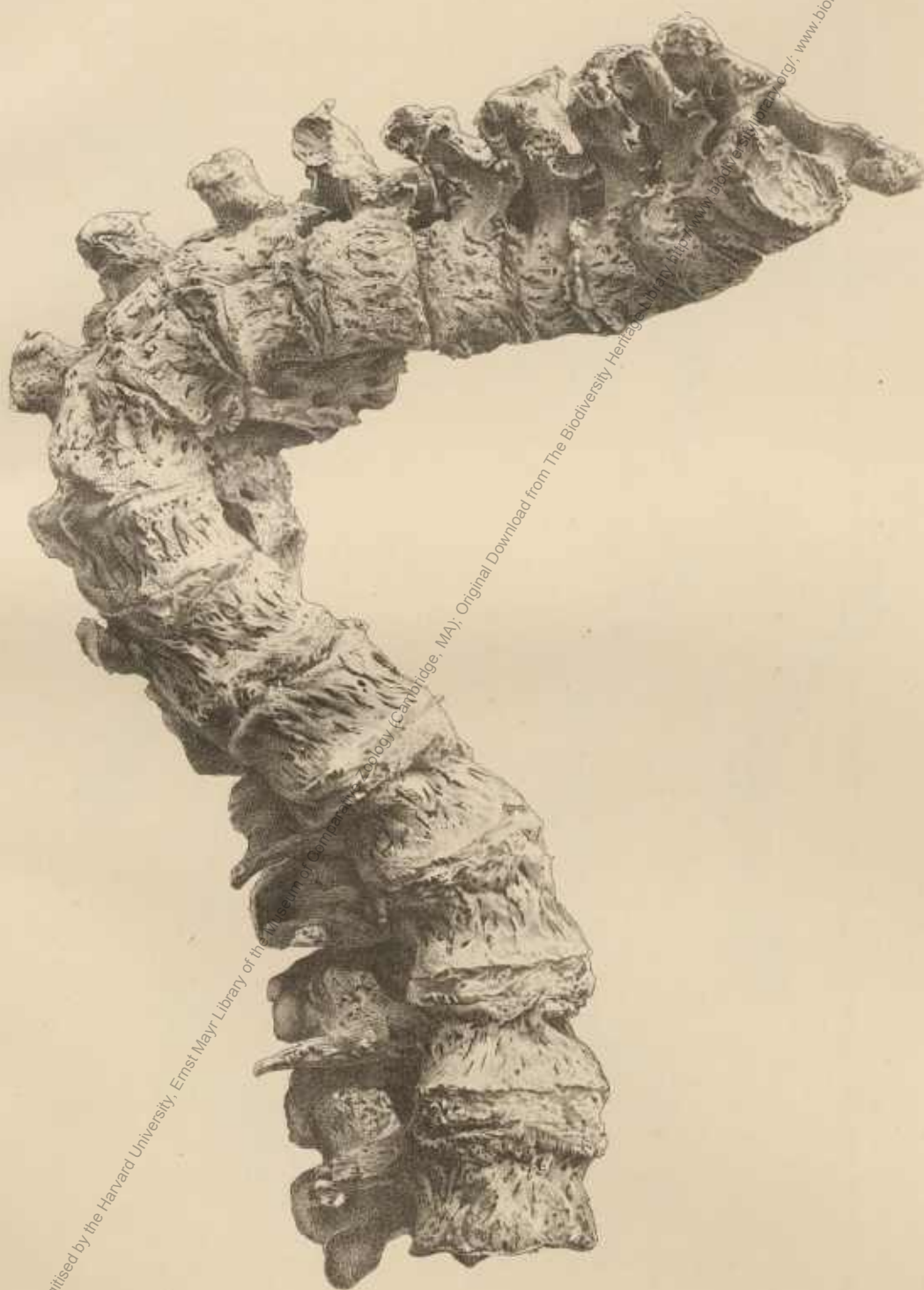
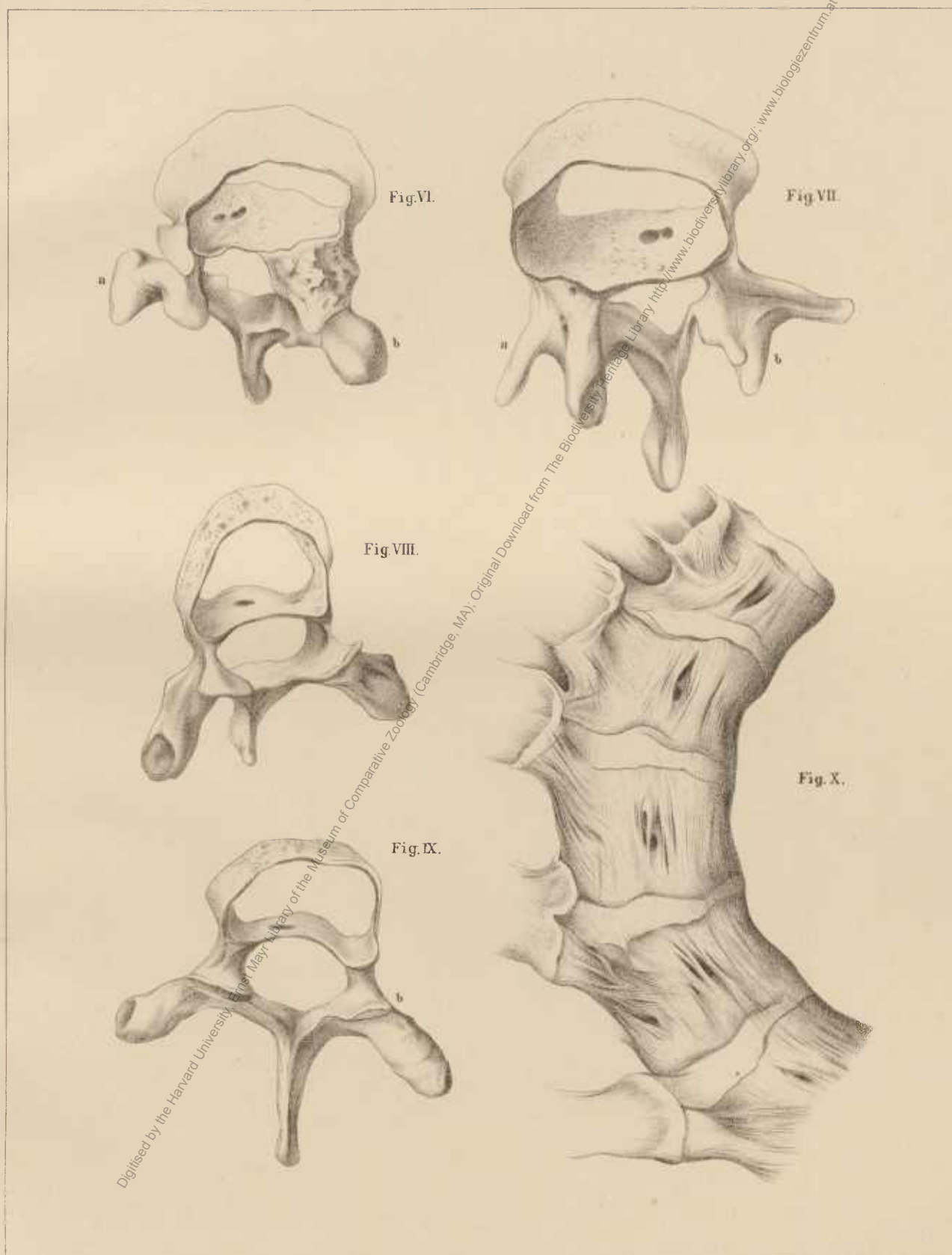


Fig. V.

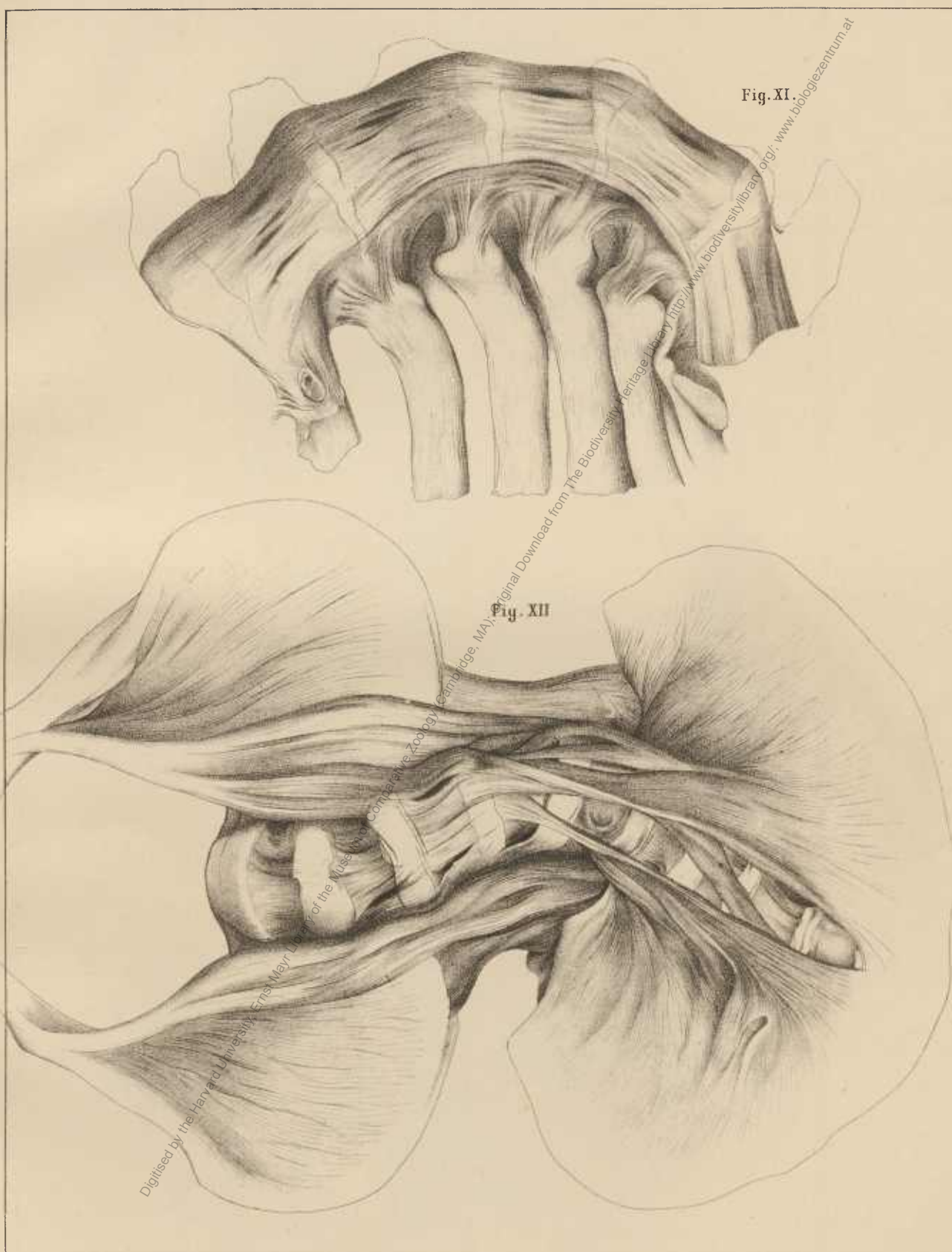
Ph. Lith. v. J. Barth, Fünfhaus, Wien.

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



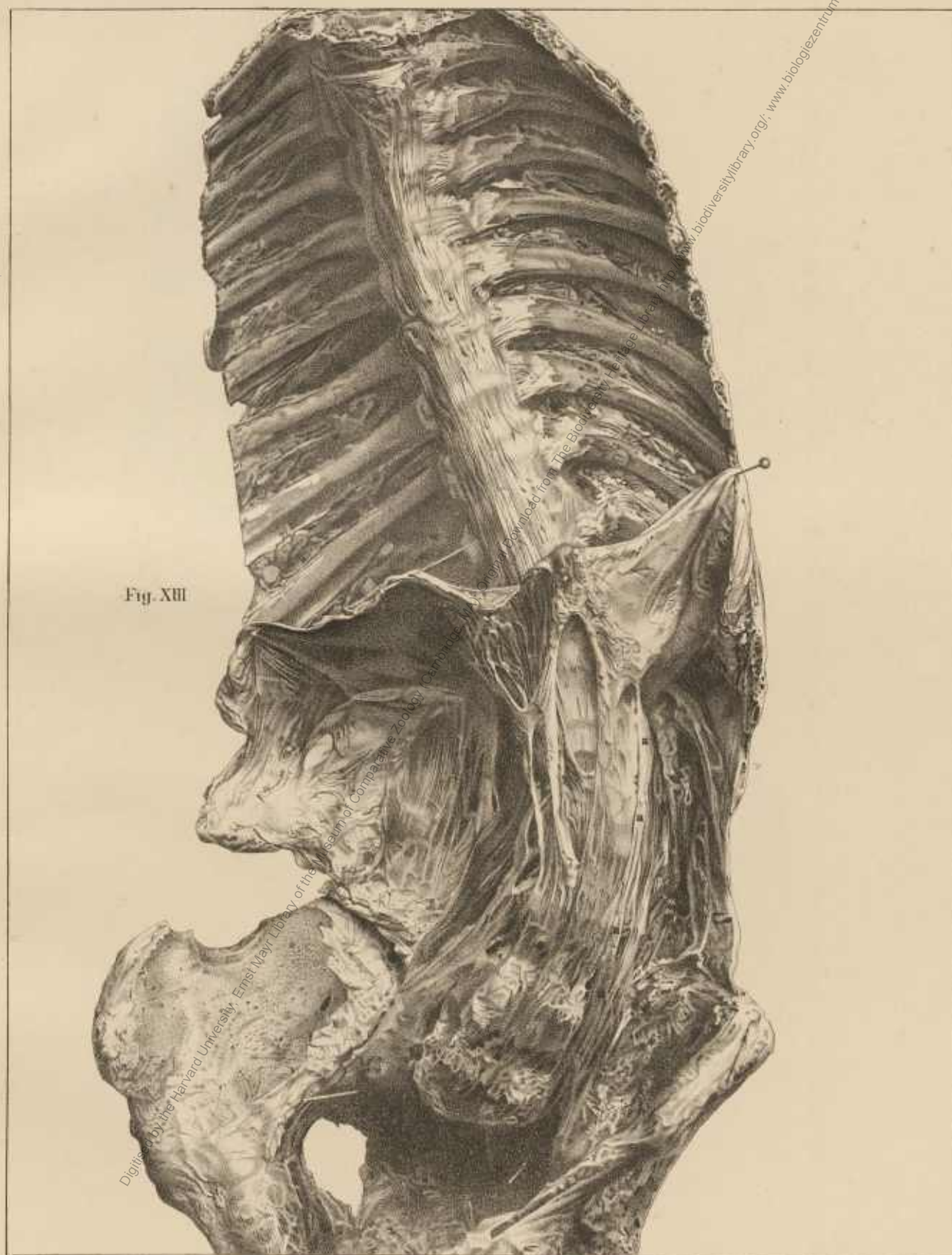
Ph. Lith. v. J. Barth, Fünflaus, Wien.

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

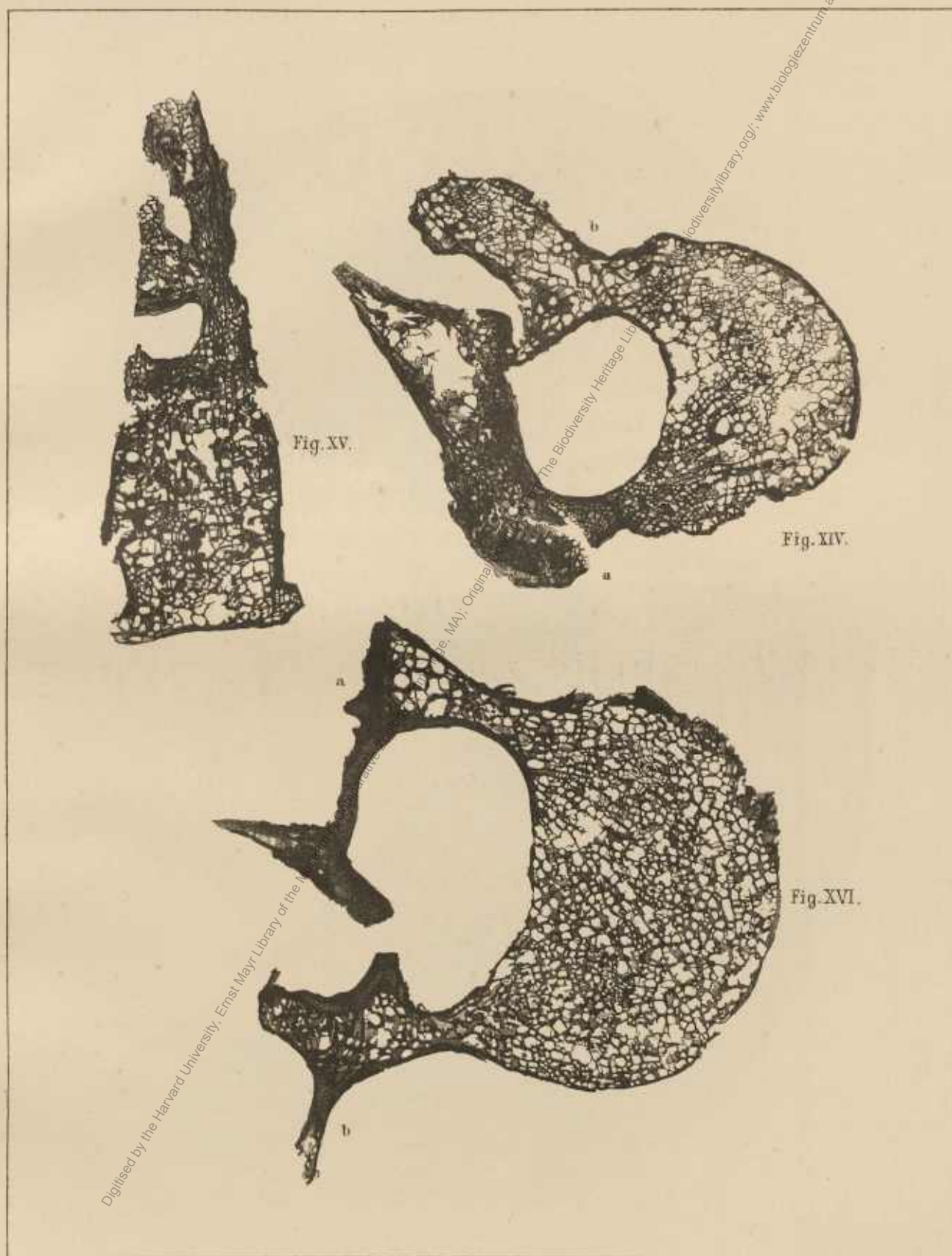


Ph. Lith. v. J. Barth, Fünfhaus, Wien.

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



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



Ph. Lith. v. J. Barth, Fünfhaus, 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



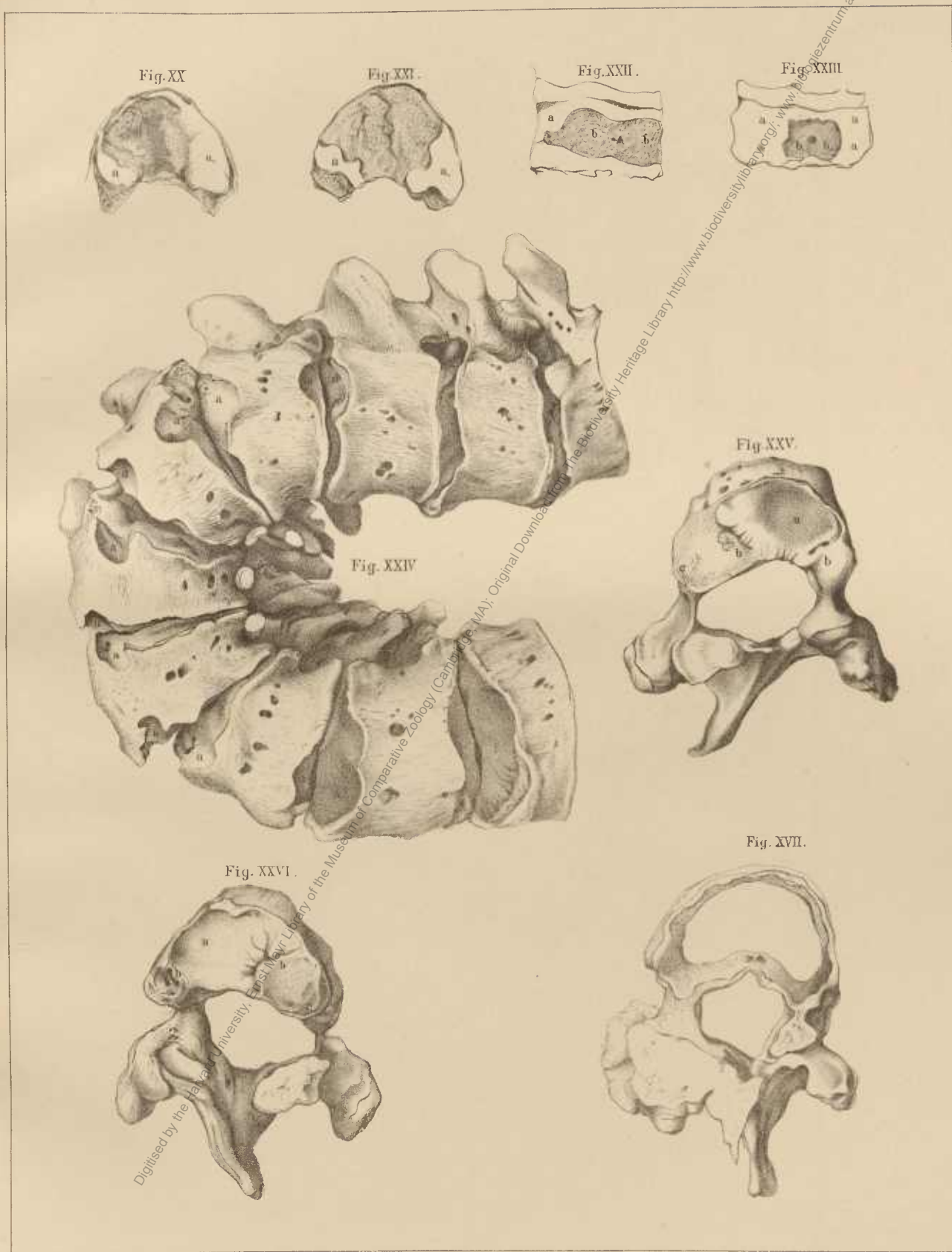
Fig. XVIII



Fig. XIX

Ph. Lith. v. J. Barth, Fünfhaus, 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



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. XXVII.

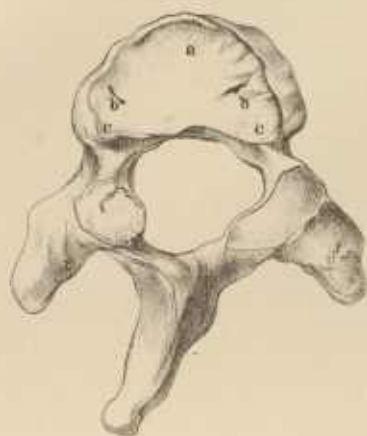


Fig. XXVIII.



Fig. XXX.



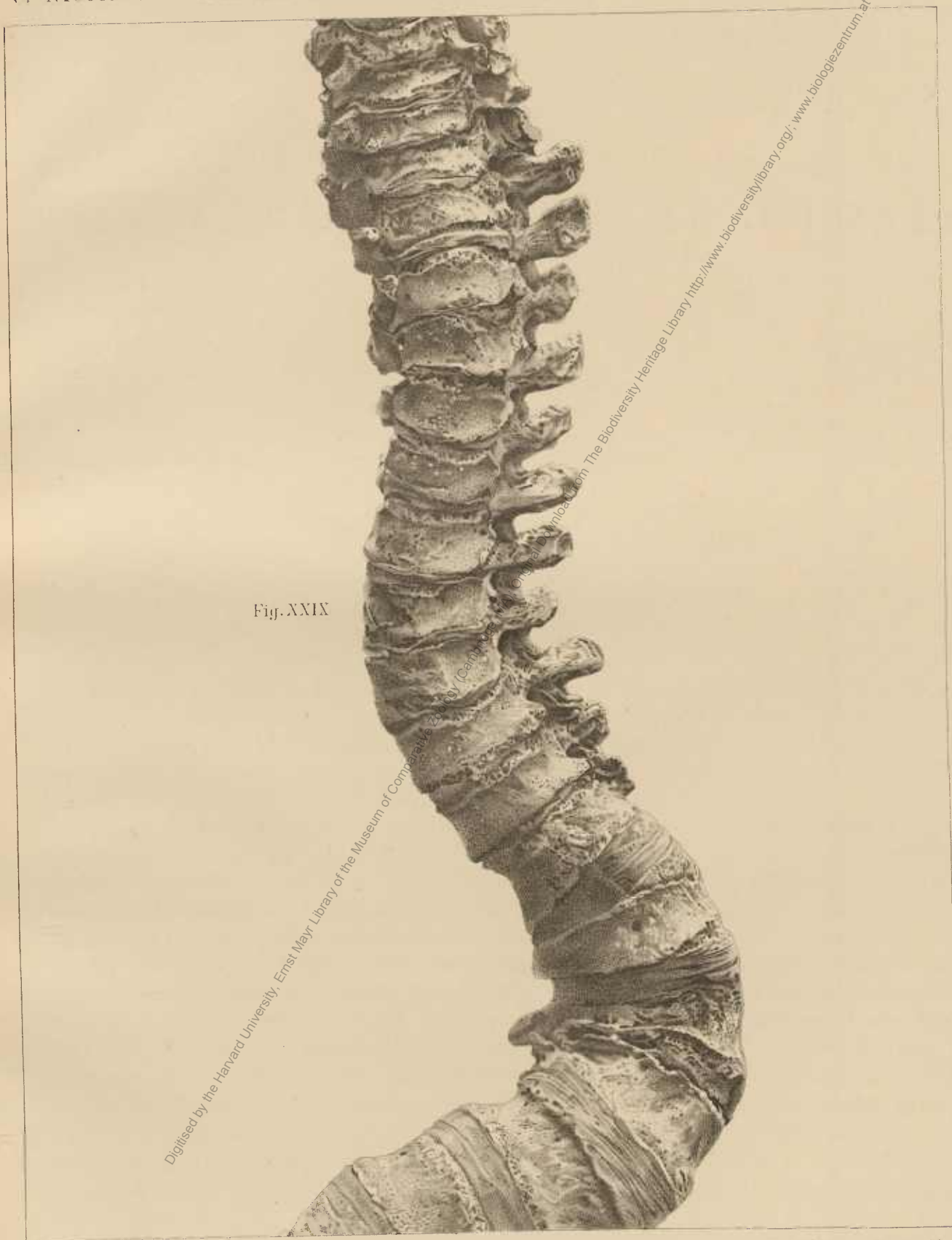
Fig. XXXI.



Ph. Lith. v. J. Barth, Fünfhaus, 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. XXIX



Pl. 3. tab. J. Barth, Fünfhaus, Wien

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: 1889

Band/Volume: [55_2](#)

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

Artikel/Article: [Die Architectur der scoliotischen Wirbelsäule. \(Mit 13 Tafeln und 1 Textfigur.\) 309-336](#)