

**Archiv**  
für  
**pathologische Anatomie und Physiologie**  
und für  
**klinische Medicin.**

---

Bd. XXXV. (Dritte Folge Bd. V.) Hft. 2.

---

**XV.**

**Die Mechanik der Skoliose.**

Ein Beitrag zur Lehre von den Missgestaltungen des Knochengerüstes.

Von Prof. G. Hermann Meyer in Zürich.

---

Die als begleitende Erscheinung bei der Skoliose auftretende spirale Verdrehung der Wirbelsäule ist schon mehrfach Gegenstand der Besprechung geworden, weil sich kein genügender Nachweis darüber geben liess, warum diese Gestaltveränderung der Wirbelsäule mit Nothwendigkeit als eine Theilerscheinung der Skoliose auftreten müsse. Man glaubte als Ursache für dieselbe namentlich die Processus obliqui der Wirbel ansehen zu sollen, insofern als diese durch bestimmte Gestalt und Lage ihrer Gelenkflächen mehrfach maassgebend für die gegenseitige Bewegung je zweier Wirbel werden können. Ich habe selbst zu wiederholten Malen die bezeichnete Frage von diesem Gesichtspunkte aus zu beantworten versucht, musste es jedoch jedesmal wieder aufgeben, weil ich erkennen musste, dass die unternommenen Untersuchungen die Erreichung eines entsprechenden Ziels nicht in Aussicht stellen konnten, und ich musste mich endlich davon überzeugen, dass überhaupt die Processus obliqui mit ihren Gelenkflächen nicht als wesentliche Grundlage für die Untersuchung über die Ursache der

spiraligen Drehung der in der Skoliose liegenden Wirbel angesehen werden dürfen, und zwar aus folgenden Gründen:

- 1) weil die bezeichneten Gelenkflächen, da sie eine allseitige Beweglichkeit der Wirbelsäule gestatten, eine scharf vorgeschriebene Bewegungsbahn nicht besitzen und deswegen eine rein skoliotische Bewegung der Wirbel auch nicht hemmen und in eine rotatorische Bahn ablenken können,
- 2) weil die gleiche Erscheinung an allen Theilen der Wirbelsäule wahrgenommen wird, während doch Gestalt und Richtung der Gelenkflächen der Processus obliqui in den verschiedenen Abtheilungen der Wirbelsäule sich sehr verschieden zeigen, und
- 3) weil die Skoliose mit ihrer spiraligen Drehung in einem Lebensalter schon aufzutreten pflegt oder auftreten kann, in welchem die Processus obliqui noch sehr wenig ausgebildet sind und durch die ganze Wirbelsäule ihr Charakter ein ziemlich indifferenter ist, der Art ungefähr, wie er im späteren Leben sich noch an den Halswirbeln zeigt.

Ich habe deswegen von ganz anderem Gesichtspunkte aus die Frage wieder an die Hand genommen und experimentaler Untersuchung unterworfen, und glaube in dem Folgenden eine genügende Lösung derselben bieten zu können. Ich werde dabei indessen genöthigt sein, auf das Bild der Skoliose überhaupt und auf die Art ihrer Entstehung etwas genauer einzugehen; es fallen dabei jedoch solche Theilerscheinungen der Skoliose gänzlich ausser Betracht, welche nur Folgen länger bestehender Missgestaltung sind, wie Schwund der Wirbelkörper und der Intervertebralscheiben, Anchylosen der Körper, Verwachsungen der Processus obliqui etc.

---

An dem Bilde einer ausgebildeten Skoliose betheiligt sich bekanntlich der Thorax durch entsprechende Gestaltveränderung nicht minder als die Wirbelsäule, und beide Theile des Bildes gehören so wesentlich zusammen, dass an dem Lebenden die Gestaltveränderung des Thorax oft das erste sichere Zeichen der vorhandenen Skoliose sein kann. Indessen ist es doch für die Genauigkeit der Auffassung der einzelnen Erscheinungen nothwendig, diese beiden

Theile in der Untersuchung fürs Erste scharf zu trennen; das einheitliche Bild wird sich hernach schon von selbst ergeben.

Vor Allem wird es nothwendig sein, den Haupttheil zu untersuchen, nämlich die Wirbelsäule.

Wird die Wirbelsäule auch aus einer grösseren Anzahl einzelner Knochenstücke zusammengesetzt, so sind diese doch in solcher Weise mit einander verbunden, dass die Selbständigkeit der einzelnen Wirbel fast verschwindet und dass die ganze Wirbelsäule in statischer wie in mechanischer Beziehung stets als ein einheitliches Ganze auftritt. Viele Muskelanordnungen sind ja bekanntlich auch der Art, dass sie stets nur auf die ganze Wirbelsäule oder auf einzelne grössere Abschnitte derselben wirken, wobei dann die Einzelbewegungen der einzelnen Wirbel nur als Theilerscheinungen der Gesamtbewegung auftreten und keineswegs als unmittelbare Folge des Muskelzuges. Ich erinnere nur an die Einwirkung des M. sternocleidomastoideus auf die Halswirbelsäule.

Fasst man nun in dieser Weise die Wirbelsäule als ein Ganzes auf, so findet man, dass man zum besseren Verständnis ihrer mechanischen Verhältnisse sie durch Längstheilung in zwei Theile zu trennen hat, obgleich diese beiden Theile enger unter einander verbunden sind, als dieses bei je zwei Wirbeln der Fall ist. Diese beiden Theile sind 1) die Körperreihe und 2) die Bogenreihe. Als Haupttheil wird stets die Körperreihe erscheinen, da diese, wie schon die Betrachtung des menschlichen Knochengerüstes, mehr aber noch die vergleichende Anatomie lehrt, die eigentliche Wirbelsäule ist, während die Bogenreihe ihre Bedeutung nur findet durch den Schutz, welchen sie dem Rückenmark gewährt. Die Körperreihe erscheint uns desshalb als das wesentlich Bestimmende; die Bogenreihe dagegen mehr als eine accidentelle Zugabe, welcher in mechanischer Beziehung fast nur die negative Bedeutung zu kommt, die Bewegungen der Körperreihe nicht zu stören. Beide sind indessen eng mit einander verbunden und müssen sich desshalb auch in gegenseitiger Abhängigkeit von einander zeigen.

Die Körperreihe besteht bekanntlich aus einer Anzahl von kurzen cylindrischen Knochenstücken, welche durch Symphysenscheiben so unter einander verbunden sind, dass sie zusammen ein federndes Ganze darstellen. Jede grössere Bewegung, welche dieses Ganze zeigt, muss dann erscheinen als eine Summe von

Einzelbewegungen, welche zwischen den einfachen Elementen auftreten. — Um den Charakter dieser Bewegungen und der daraus hervorgehenden Art der Beweglichkeit der ganzen Wirbelsäule kennen zu lernen, habe ich bis jetzt mehrere Versuche angestellt, welche folgende Ergebnisse geliefert haben.

An der Wirbelsäule eines 26jährigen Mannes, an welcher die Rippen exarticulirt waren, habe ich immer je zwei Wirbel seitlich gegen einander neigen lassen und die Entfernung der Ränder der Wirbelkörper dann auf beiden Seiten gemessen. Die Messung geschah in jeder Wirbelverbindung drei Mal; ein Mal in der Ruhe und dann sowohl in Rechtsbeugung als in Linksbeugung; zur Ausführung der Bewegung fasste der Assistent die Processus transversi der beiden Wirbel als Hebel an und drückte mit möglichster Kraft auf der einen Seite dieselben zusammen, auf der anderen dagegen auseinander. Es stellte sich nun hierbei die interessante Thatsache heraus, dass durchschnittlich bei jeder dieser Bewegungen die Intervertebralscheibe auf der concaven Seite comprimirt und auf der convexen Seite gedehnt wurde und dass diese beiden Veränderungen dieselbe Grösse zeigten. Es würde zu weitläufig sein, die ganze Tabelle über alle Einzelmaasse hier mitzutheilen; es genüge daher zum Beweise des Gesagten anzuführen, dass für die Rechtsbeugungen die Summe der Compressionen aller einzelnen Zwischenwirbelscheiben 43,75 Mm. betrug, und die Summe der Dehnungen ebenfalls 43,75 Mm.; für die Linksbeugungen betrug die Summe der Compressionen 44,25 Mm. und die Summe der Dehnungen 37,25 Mm., und es stellte sich aus der Zusammenziehung der einzelnen Differenzen eine Längenverschiedenheit der beiden seitlichen Längen der Wirbelkörperreihe für die Rechtsbeugung von 87,50 Mm. und für die Linksbeugung von 81,50 Mm. heraus. — In Bezug auf den Grad der Compression und der Dehnung zerfielen die Zwischenwirbelscheiben in drei Gruppen: die erste reichte vom Epistropheus bis zum neunten Brustwirbel, — die zweite von dem neunten Brustwirbel bis zum zwölften Brustwirbel, — und die dritte von dem zwölften Brustwirbel bis zum fünften Lendenwirbel; — in der ersten war der Höhenunterschied der beiden Seiten der Zwischenwirbelscheibe durchschnittlich 2,73 Mm. (Maximum 3,50 — Minimum 1,50), — in der zweiten 4,42 Mm. (Maximum 5,50 — Minimum 4,00), — in der dritten 6,60 Mm. (Maximum 7,50 —

Minimum 4,50). Diese Verschiedenheiten weisen indessen nicht etwa auf eine verschiedene Beschaffenheit der Substanz der Zwischenwirbelscheiben hin, sondern sind nur der Ausdruck von dem verschiedenen Quer- und Höhendurchmesser derselben.

Aehnliches Ergebniss lieferte die Seitwärtsbeugung der ganzen Wirbelsäule (ohne Rippen) eines 18jährigen jungen Mannes. Bei Rechtsbeugung nahm die seitliche Länge der Wirbelkörperreihe links um 25,00 Mm. zu und rechts um 15,00 Mm. ab; — bei Linksbeugung war die Zunahme rechterseits 10,00 Mm. und die Abnahme linkerseits 15,00 Mm.

In Bezug auf Vorwärts- und Rückwärtsbeugung habe ich die Wirbelsäule eines 14jährigen Mädchens untersucht. An dieser wurden die Rippen und die Wirbelbogen entfernt und die dadurch vereinzelt hingestellte Körperreihe vorwärts und rückwärts gebogen. Dabei zeigte sich denn bei Vorwärtsbeugung eine Zunahme der hinteren Mittellinie um 35,00 Mm., und eine Abnahme der vorderen Mittellinie um ebenfalls 35,00 Mm.; — in der Rückwärtsbeugung betrug die Längenzunahme vorn 20,00 Mm., und die Längenabnahme hinten 15,00 Mm.

Diese Thatsachen weisen darauf hin: 1) dass die Körperreihe der Wirbelsäule eine neutrale Axe besitzt, welche durch die Aneinanderreihung der Axen aller einzelnen Wirbelkörper gebildet wird, — und 2) dass in Bezug auf die Möglichkeit ihrer Biegungen nach allen Seiten hin die Wirbelkörperreihe zur Hälften auf die Compressionsfähigkeit der Zwischenwirbelscheiben angewiesen ist und zur Hälften auf die Dehnungsfähigkeit derselben. — Dass in dem ersten der angeführten drei Versuche beträchtlich grössere Zahlen herauskamen, als in den beiden anderen, erklärt sich daraus, dass in diesem Versuche nicht die ganze Wirbelsäule auf einmal gebogen wurde, sondern zur Erzielung eines möglichst grossen Effectes immer nur je zwei Wirbel kräftig gegen einander gebeugt wurden; außerdem war indessen auch die betreffende Wirbelsäule sehr gross und kräftig gebaut.

Neben den eben angeführten Ergebnissen habe ich aber auch noch etwas modifirte erhalten, welche ich nicht unterlassen will, mitzutheilen.

Bei der schon erwähnten Wirbelsäule eines 14jährigen Mädchens war nach Entfernung der Rippen sowohl bei Rechtsbeugung

als bei Linksbeugung eine Compression nicht wahrzunehmen, indem die concave Seitenlinie nach der Biegung noch ebenso lang war, als vorher; — dagegen zeigte sich bei beiderlei Biegungen auf der convexen Seite eine Längenzunahme von 30,00 Mm.

Bei der Wirbelsäule (ohne Rippen) eines 37jährigen Mannes war bei Rechtsbeugung eine Längenzunahme der linken Seite um 25,00 Mm. zu bemerken, auf der rechten dagegen keine Längenzunahme; an derselben Wirbelsäule zeigte sich bei Linksbeugung rechterseits eine Zunahme um 35,00 Mm. und linkerseits eine Abnahme um nur 5,00 Mm.

Welche besondere Umstände nun auch diese modifirten Ergebnisse bedingt haben mögen, so enthalten dieselben doch insofern eine Bestätigung und Ergänzung der vorher mitgetheilten Ergebnisse, als sie wie diese, und noch mehr als diese, darauf hinweisen, dass bei Biegungen in verschiedenster Richtung die Wirbelkörperreihe als Ganzes nicht kürzer wird, indem die dabei in gleicher Länge beharrende neutrale Axe in der ersten Reihe von Beobachtungen in der Mittellinie der Körperreihe gefunden wurde und in der zweiten Reihe von Beobachtungen in der concaven Seite selbst oder wenigstens nahe derselben; — und wenn es auch in Beziehung auf die Mechanik der Wirbelsäule überhaupt von Interesse ist, durch die angeführten Versuche zu erfahren, dass bei den Biegungen der Wirbelsäule die Dehnung der Zwischenwirbelscheiben eine grösse Rolle spielt, als man bisher vermutete, so ist doch für die vorliegende Untersuchung der wichtigste sich ergebende Satz der, dass die Zwischenwirbelscheiben und somit die ganze Körperreihe der Wirbelsäule in ihrer Längsrichtung sehr wenig Compressionsfähigkeit besitzt. Die meiste Compressionsfähigkeit scheinen nach meinen bisherigen Erfahrungen noch die Zwischenwirbelscheiben der Lendengegend zu besitzen, weil sie ihrer beträchtlichen Höhe wegen leichter in gebauchter Gestalt dem Druck ausweichen können.

Die Bogenreihe hat in so ferne eine gewisse Aehnlichkeit mit der Körperreihe, als auch sie zusammengesetzt wird aus einer Reihe einzelner Knochenstücke, welche zu einem Ganzen unter einander verbunden sind. Dagegen ist gerade in dieser Verbindung ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Charakter der Bogenreihe und der Körperreihe zu finden, indem die Bogen durch Ge-

lenke unter einander verbunden sind, die eine allseitige Verschiebung gestatten und so namentlich auch eine solche in der Längsrichtung; und zwischen den die Gelenkflächen tragenden processus obliqui sind die Bogen verbunden durch die aus elastischem Gewebe gebildeten ligamenta flava, welche nicht nur einer Verschiebung bezeichneter Art keinen Widerstand entgegenstellen, sondern sie sogar noch durch ihre Elasticität unterstützen. Trennt man die Bogenreihe von der Körperreihe ab, so findet man nach der Trennung dieselbe bedeutend kürzer als vor der Trennung. Hirschfeld, welcher diese Erscheinung schon kannte, schätzt die Verkürzung auf  $\frac{1}{2}$  der ganzen Länge (Canstatt's Jahresbericht über 1849 S. 69). — Bei der Wirbelsäule des 37jährigen Mannes fand ich nach der Trennung von der Körperreihe die Bogenreihe um 35 Mm. kürzer, — bei derjenigen des 18jährigen jungen Mannes um 30 Mm., — und bei derjenigen des 14jährigen Mädchens um 45 Mm. Die letztere liess sich sodann noch durch Druck in der Längenrichtung um 15 Mm. verkürzen, so dass sie alsdann 60 Mm. kürzer war als vor ihrer Abtrennung von der Körperreihe. — In mehreren Versuchen, welche ich hierüber anstelle, war in der Regel eine Belastung von ungefähr 4 Pfd. erforderlich, um die getrennte Bogenreihe wieder auf die Länge zu strecken, welche sie an der ungetheilten Wirbelsäule besessen hatte.

Es geht demnach aus den mitgetheilten Thatsachen der Gegensatz des Verhaltens zwischen Körperreihe und Bogenreihe hervor:

dass die Körperreihe der Wirbelsäule nicht nur einer Compression in hohem Grade widersteht, sondern sogar während ihrer Biegung auf der convexen Seite eine Dehnung erfährt, und

dass dagegen die Bogenreihe nicht nur entschieden das Vermögen beträchtlicherer Verkürzung besitzt, sondern dass sie auch durch die beständige elastische Spannung, in welcher sie sich befindet, eine sehr grosse Neigung zur Verkürzung zeigt.

Uebergehend zur Frage über die Entstehungsweise der skoliootischen Gestaltung der Wirbelsäule haben wir uns zuerst zu vergegenwärtigen, dass die Wirbelsäule in der aufrechten Haltung des Körpers beim Stehen und Sitzen einen grossen Theil der Last des Rumpfes zu tragen hat und dass sie diese Belastung durch ihre Krümmungen federnd aufnimmt. Die normalen Krüm-

mungen liegen in der Mittelebene des Körpers und erscheinen je nach dem Grade der Belastung bald mehr bald weniger gespannt. Eine abnorme seitliche Krümmung wird, wenn sie vorhanden ist, die Belastung in gleicher Weise aufnehmen müssen und wir wissen, dass wie die normalen, so auch die abnormalen Krümmungen der Wirbelsäule durch den Grad und die Dauer der Belastung, wenn sie einmal eingeleitet sind, stets vermehrt werden.

Bei den normalen Krümmungen wird die Körperreihe in die gekrümmte Gestalt übergeführt und die hinten liegende Bogenreihe mit ihrer ausserordentlichen Akkommodationsfähigkeit fügt sich dieser Gestalt an; sei es, dass sie sich hierfür verkürzen, oder dass sie sich ausdehnen müsse.

Anders verhält es sich bei den seitlichen Krümmungen; indem hier, wegen der Nebeneinanderordnung der Körperreihe und der Bogenreihe die letztere nicht in unbedingte Abhängigkeit von ersterer gestellt ist, sondern ihre eigenthümlichen Eigenschaften geltend machen kann.

Der skoliotische Theil der Wirbelsäule bildet einen mit dem Scheitel mehr oder weniger seitwärts sehenden Bogen, dessen Endpunkte einander um so mehr genähert sind, je bedeutender das Uebel geworden ist; — mit andern Worten: je bedeutender die Missgestaltung geworden ist, um so grösser ist die Verschiedenheit zwischen der Länge der Sehne des Bogens und der ursprünglichen Länge des betreffenden Theiles der Wirbelsäule. Der Belastungsdruck wirkt in der Richtung der Sehne; würde die Wirbelsäule eine in allen ihren Theilen gleichmässige unbegrenzte Compres-sionsfähigkeit haben, so würde sie, auch nach Einwirkung leichterer verbiegender Gewalten, dem Belastungsdrucke durch eine mehr oder weniger gerade Verkürzung antworten; etwa so, wie eine schraubenspiralige Metallfeder bei Belastung in der Richtung ihrer Längenaxe doch trotz seitlicher Schwankungen in der Hauptsache eine Verkürzung erfährt. Würde dagegen die Wirbelsäule in allen ihren Theilen gleichmässige Widerstandsfähigkeit gegen Zusammen-drückung besitzen, so würde sie, wie ein in der Richtung seiner Längenaxe belasteter Fischbeinstab, ohne Verkürzung zu einem Bogen gekrümmmt werden, welcher mit seiner Convexität nach der Seite hinsicht, nach welcher zuerst durch eine verbiegende Gewalt eine Abweichung von der geraden Linie veranlasst worden ist.

Zwischen diesen beiden durch das Beispiel der Spiralfeder und des Fischbeinstabes bezeichneten Arten des Verhaltens eines langen Körpers, welcher in der Richtung seiner Axe gedrückt wird, muss es nun aber für Körper von einer beschränkten Compressionsfähigkeit eine Reihe von Mittelformen geben, welche sich je nach den Eigenschaften des betreffenden Körpers mehr dem einen oder mehr dem andern Verhalten nähern, und zwar wird, je beträchtlicher die Compressionsfähigkeit ist, um so mehr Verkürzung gleichzeitig mit der Biegung auftreten; je mehr Verkürzung aber auftritt, um so flacher muss bei gleicher Länge der Sehne der Biegungsbogen werden; — ein minder compressionsfähiger Körper muss dagegen bei der Verbiegung eine geringe Verkürzung und somit bei gleicher Länge der Sehne eine bedeutendere Scheitelhöhe seines Bogens erhalten.

Die Wirbelsäule ist nun ein solcher beschränkt compressionsfähiger Körper; sie muss deshalb auch ein solches mittleres Verhalten zeigen. Würde sie in ihrem vorderen und ihrem hinteren Theile (in Körperreihe und Bogenreihe) gleichmässige Compressionsfähigkeit besitzen, so würde auch in diesen beiden Theilen bei seitlicher Verbiegung eine gleichmässige Bogenbildung beobachtet werden d. h. die Wirbelsäule würde sich mit ihrer Körperreihe zu gleicher Scheitelhöhe von der Mittelebene abheben wie die Bogenreihe. — Die beiden genannten Theile der Wirbelsäule besitzen aber, wie in dem Früheren gezeigt wurde, einen sehr verschiedenen Grad von Compressionsfähigkeit und zwar die Körperreihe einen sehr geringen, die Bogenreihe dagegen einen sehr beträchtlichen, und ausserdem befindet sich die Bogenreihe sogar beständig in einer im Sinne der Verkürzung wirkenden elastischen Kontraktionsspannung. Gleichmässige Näherung der Endpunkte eines gleich langen Stückes beider Theile der Wirbelsäule wird demnach die Körperreihe zu einem höheren Bogen gestalten, die Bogenreihe dagegen zu einem flacheren. Es wird sich demnach mit Nothwendigkeit ergeben, dass, wenn jene Näherung der Endpunkte an einem unversehrten Körper zu Stande kommt, der Scheitel des von der Körperreihe gebildeten Bogens weiter von der seine Sehne enthaltenden Mittelebene des Körpers entfernt liegen muss, als der Scheitel des von der Bogenreihe gebildeten Bogens. Die beiden Theile (Körper und Bogen) des im Scheitel liegenden Wir-

bels, welche vorher in der Mittelebene hinter einander lagen, werden daher in einer solchen seitlichen Verbiegung eine derartige Lage gegen einander bekommen müssen, dass der Wirbelkörper weiter nach aussen, der Wirbelbogen weiter nach innen liegt; und in dem ganzen von der Verkrümmung befallenen Theile der Wirbelsäule wird überhaupt die Körperreihe mehr in die Convexität gedrängt sein, die Bogenreihe dagegen mehr in die Concavität.

Dieses ist nun aber gerade diejenige Stellungsveränderung, welche sich als spiralige Drehung der Wirbel deswegen kund gibt, weil, je weiter ein in der Verkrümmung betheiliger Wirbel von dem Scheitel des Krümmungsbogens entfernt liegt, um so weniger jene Lagenveränderung an ihm bemerkbar sein wird, — und weil desshalb die beiden in den Schenkeln des Bogens liegenden Wirbelreihen (in einem einander entgegengesetzten Sinne) eine solche gegenseitige Lage ihrer einzelnen Wirbel zeigen, wie sie sich bei einer spiralförmigen Drehung (Torsion) der Wirbelsäule einzustellen pflegt. Man kann sich dieses Verhältniss am Einfachsten vorstellen, wenn man einen beliebigen Wirbel in einer geraden Wirbelsäule, ohne seinen Zusammenhang mit seinen Nachbarwirbeln zu stören, nach aussen führt und ihm dabei eine Drehung um eine etwa im Wirbelkanale senkrecht liegende Axe gibt; dieser Wirbel wird dann auf die beiden ihm zunächst liegenden Theile der Wirbelsäule eine gegen ihn symmetrische, desshalb also in beiden im entgegengesetzten Sinne laufende Torsion üben.

Aus dem Entwickelten ergibt sich somit, dass die sogenannte spiralförmige Drehung, welche bei der Skoliose bemerkt wird, nur von der verschiedenen Art herrührt, wie die beiden Theile der Wirbelsäule (Körperreihe und Bogenreihe) dem verbiegenden senkrechten Drucke antworten.

Verfolgt man nun mit Rücksicht auf die untrennbare Vereinigung von Wirbelkörper und Wirbelbogen diesen Drehungsprozess weiter, so findet man, dass die der Bogenreihe fernste Linie, d. h. die vordere Mittellinie derselben das meiste Bestreben haben muss, sich in die Convexität zu drängen, und dass dagegen der diametral gegenüberliegende Punkt des Bogens, d. h. die Spitze des *Processus spinosus* sich am Meisten nach der Concavität drängen muss. Die durch die Spitzen der *Processus spinosi* gebildete Linie muss daher an dem von der Verkrümmung befallenen Theile der

Wirbelsäule die geringste Abweichung von der Geraden zeigen, so dass eine Skoliose schon sehr bedeutend sein muss, ehe sie sich durch eine beträchtlichere Abweichung der Processus spinosi kund gibt.

Wenn die ausgeführte Erklärung für die spirale Drehung bei der Skoliose die richtige ist, so folgt aus derselben ferner, dass für die Rückengegend zwischen der bei der Skoliose eintretenden Biegungsweise der Wirbelsäule und der normalen Biegung derselben insofern ein Widerspruch hervortreten muss, als in der normalen Brustkrümmung die vordere Mittellinie die kürzeste Linie des entsprechenden Stückes der Wirbelsäule ist, weil sie in der Concavität liegt, — während dieselbe Linie, wenn auch nicht immer in Wirklichkeit, so doch im Schema der ausgebildetsten Form, bei der Skoliose die längste Linie sein muss. Hieraus geht dann noch weiter hervor, dass die normale Kyphose der Brustwirbelsäule mit dem Bestehen einer Skoliose unverträglich ist, und dass desshalb mit einer jeden Skoliose der Rückengegend Aufhebung der normalen Kyphose derselben Gegend verbunden sein muss. Diese Aufhebung ist aber, da sie eine der kyphotischen entgegengesetzte Bewegung ist, als lordotische zu bezeichnen. Eine lordotische Bewegung erscheint desshalb bei der Ausbildung einer Skoliose in der Brustgegend als eine eben so nothwendige Theilerscheinung wie die spirale Drehung; und je beträchtlicher die Skoliose, um so beträchtlicher muss denn auch das lordotische Element sein. Hat die lordotische Verschiebung einmal die Quer-ebene des Körpers überschritten, welche einer geraden (im Profil senkrechten) Richtung der Wirbelsäule entspricht, dann wird sie aus einer relativen Lordose (Aufhebung der normalen Kyphose) zu einer absoluten Lordose und muss sich dann unter Einwirkung der Belastung durch die Schwere selbständig weiter bilden können. Da nun dadurch die Körperreihe der Wirbelsäule in einem höheren Bogen gegen vorne tritt, so ist es deutlich, dass ein solcher Grad des lordotischen Elementes der Skoliose stellvertretend für die spirale Drehung muss auftreten können. Aus den angegebenen Gründen findet man 1) mit jeder Skoliose der Brustgegend verbunden einen entsprechenden Grad der (relativen oder absoluten) Lordose und 2) bei beträchtlicheren Skoliosen bald mehr ein Vorwiegen des Elementes der Lordose, bald mehr ein Vorwiegen desjenigen der spiralen Drehung.

Mit diesem ist nicht in Widerspruch, dass eine die Lendenwirbelsäule befallende Skoliose mit der spiraligen Drehung zugleich die normale Lordose dieser Gegend scheinbar ausgleicht. Diese scheinbare Ausgleichung ist vielmehr derselbe Prozess, wie der eben besprochene, denn die Biegung der Körperreihe der Lendengegend wird in Wirklichkeit nicht abgeflacht, sondern nur (im Sinne der spiraligen Drehung) seitwärts verlegt, und diese Drehung tritt dann stellvertretend für die normale absolute Lordose dieser Gegend auf. Der Lentenheil der Wirbelsäule ragt allerdings dann weniger nach vorne hervor, aber er ist darum nicht weniger, sondern gelegentlich sogar noch mehr gekrümmt als im normalen Zustande.

Wenn sich somit ergibt, dass die lordotische Ausweichung der Brustwirbelsäule einen nothwendigen Bestandtheil der skolioischen Bewegung dieses Wirbelsäulenabschnittes bildet, so ist hieraus weiter abzuleiten, dass die normale Brustkyphose durch ihr Bestehen nicht nur, sondern namentlich auch durch die sie unterhaltenden Kräfte der Bildung einer Skoliose einen Widerstand entgegenstellen müsse und dass dieser um so beträchtlicher werden muss, je fester und stabiler jene Kyphose bereits ausgebildet ist. Dieser Widerstand ist aber zweierlei Art, er ist nämlich: 1) ein indirechter und 2) ein directer. — Der indirekte Widerstand ist dadurch gegeben, dass eine jede Belastung zunächst einmal die bestehende Krümmung vermehren muss und demnach hierdurch eine Ablenkung in bereits gegebene Bahnen erfährt, so dass daher eine neue Art der Krümmung nur schwieriger entstehen kann. — Der directe Widerstand wird durch die Fascia longitudinalis anterior gegeben, welche straff über die Vorderseite der Wirbelkörper gespannt ist und, wie alle fibrösen Stränge, nur eine höchst unbedeutende Dehnungsfähigkeit besitzt. Da nun in der Bildung der Skoliose gerade die von der Fascia longitudinalis anterior bedeckte Strecke der Wirbelsäule die grösste Convexität erreichen soll, und da, wie oben gezeigt, eine Convexität der Wirbelkörperreihe ebenso sehr und vielleicht noch mehr durch Dehnung an der convexen Seite als durch Compression an der concaven Seite zu Stande kommt, so muss die straffe Spannung der Fascia longitudinalis anterior an dem entwickelteren Körper ein wesentliches Hinderniss für die Ausbildung einer mit den mehrfach be-

sprochenen accessorischen Elementen complicirten Skoliose bilden. Es lässt sich hieraus der Schluss ziehen, dass die Möglichkeit der Bildung einer Skoliose dieser Art, wie sie allerdings die gewöhnliche ist, nur an ein gewisses jugendliches Alter gebunden sei. — Eine Unterstützung findet dieser Schluss durch die Ergebnisse meiner Versuche über diesen Gegenstand.

Ich habe nämlich zur Prüfung der Wahrheit der in dem bisherigen aufgestellten Sätze untersucht, ob und in wie weit sich an herausgenommenen gesunden Wirbelsäulen durch passenden Druck in der Längsrichtung die Haupt- und Nebenerscheinungen der Skoliose könnten künstlich darstellen lassen. Die Erzeugung einer seitlichen Ausbiegung in der ganzen Wirbelsäule gelang bei dem Vermögen der Wirbelsäule zur seitlichen Flection ohne Schwierigkeit; man hatte nur nöthig eine kleine seitliche Biegung zu machen und dann einen Druck in der Richtung der Sehne des dadurch entstandenen Bogens auszuüben. Auch bot es keine Schwierigkeit, dadurch dass man die ganze Halswirbelsäule und die ganze Lendenwirbelsäule in die Hand nahm und dieselben dann in der Richtung ihrer Längenaxe gegen einander drängte, eine auf die Brustgegend beschränkte Ausbiegung hervorzubringen. — Das Bild einer reinen Skoliose war demnach in allen Fällen durch den Versuch leicht zu erzeugen.

Die mehr besprochenen gewöhnlichen Complicationen mit Lordose und spiraller Drehung stellten sich indessen nicht mit derselben Nothwendigkeit ein. Schon gleich bei dem ersten Versuche blieben dieselben aus; ich hatte für diesen, in der Meinung eine recht typisch ausgebildete Wirbelsäule nehmen zu sollen, diejenige eines sehr grossen und kräftigen Mannes von 27 Jahren gewählt. Nachdem der mit den Händen durch zwei Personen geübte Druck nichts hervorgebracht hatte, als eine reine seitliche Ausbiegung, klemmte ich das Kreuzbein in einen Schraubstock und liess die aufgerichtete Wirbelsäule unter einer schießen Belastung von circa 20 Pfund zwei Tage lang stehen. Unter dieser Behandlung nahm die Rückenkrümmung etwas zu und es trat eine seitliche Verbiegung ein, aber eine deutliche spirale Drehung war nicht wahrzunehmen.

Ich wendete mich nun an Wirbelsäulen von Neugeborenen, und war überrascht zu sehen, mit welcher Leichtigkeit sich bei

diesen die fraglichen Nebenerscheinungen einstellten. Man fasst einen beliebigen Theil der Halswirbelsäule mit einer Hand und mit der anderen einen beliebigen Theil der Lendenwirbelsäule und drängt beide gegen einander. Es wird sich alsdann eine seitliche Ausbiegung des zwischenliegenden Theiles der Wirbelsäule bald einstellen, mit derselben zugleich aber auch eine Vorwärtsbeugung (Lordose) und eine spirale Drehung. Diese beiden letzten Veränderungen treten mit einer solchen Gewalt auf, dass man die festgehaltenen Theile der Wirbelsäule in der Hand sich winden fühlt und dass man einen gewissen Kraftaufwand nötig hat, um diese Theile in ihrer unveränderten Lage festzuhalten.

Bei der Wirbelsäule einer siebenmonatlichen Frühgeburt traten diese Verhältnisse nicht nur sehr deutlich hervor, sondern es sprang auch, wenn man durch eine leichte Veränderung des Druckes eine rechtseitige Biegung in eine linkseitige oder umgekehrt verwandelte, die Wirbelsäule mit einem kräftigen federnden Ruck in die andere Stellung hinüber und stellte sich in dieser sogleich mit Lordose und spiraler Drehung fest.

Bemerkenswerth war nun diesem Verhalten bei Neugeborenen gegenüber, das Verhalten von Wirbelsäulen älterer Individuen.

Bei einem 9jährigen Knaben traten die beiden fraglichen Nebenerscheinungen leicht und sicher auf.

Bei einem 14jährigen Mädchen war dieses auch der Fall, jedoch in geringerem Grade; Entfernung der Fascia longitudinalis anterior liess dann die Erscheinungen mit fast derselben Entsiedenheit hervortreten, wie bei dem 9jährigen Knaben.

Bei einem 16jährigen Mädchen traten Lordose und spirale Drehung erst nach Entfernung der Fascia longitudinalis anterior auf, und

bei einem 24jährigen Manne stellten sich dieselben, so vollkommen auch die seitliche Ausbiegung gelang, selbst nach Entfernung der Fascia longitudinalis anterior nicht mehr ein.

Aus diesen Erfahrungen in Verbindung mit dem früher Besprochenen, welches dieselben hinlänglich zu erklären im Stande ist, lässt sich mit aller Wahrscheinlichkeit der Schluss ziehen, dass die Entstehung der gewöhnlichen Skoliosen mit ihren als bezeichnend angesehenen Complicationen (spiraler Drehung und Lordose) auf die Zeit vor etwa dem 15. Lebensjahr angewiesen ist, und dass dieselben vielleicht schon nach dem

10. Lebensjahre entschieden schwieriger entstehen, als vorher. — Es ist damit natürlich nicht ausgeschlossen, dass auch in dem erwachsenen Alter Skolioseen noch entstehen können, wenn z. B. eine Störung des seitlichen Gleichgewichtes, wie Verlust eines Armes oder eines Beines eine habituelle schiefe Haltung nothwendig macht, indessen müssen dann solche Skolioseen nach dem oben Entwickelten den Charakter reiner Skolioseen (ohne Complication mit Lordose und spiraliger Drehung) tragen. Es war mir in dieser Beziehung interessant zu finden, dass Lorinser (Wiener medicinische Wochenschrift No. 22—24. 1856) die Beobachtung mittheilt, dass bei „secundären“ Skolioseen der bezeichneten Art eine spirale Drehung der Wirbelsäule nicht beobachtet werde.

Der zweite Theil, welcher bei der Ausbildung einer Skoliose wesentlich betheiligt ist, sind die Rippen. Bekannt ist es, wie auf der convexen Seite die Gegend der Rippenwinkel sehr scharf nach hinten hervortritt und wie die Rippen dieser Seite gegen einander einen sehr divergenten Verlauf zeigen, während auf der concaven Seite die Gegend der Rippenwinkel sehr abgeflacht ist und die Rippen in paralleler Anordnung sich nach vorn ziehen. Diese Verhältnisse der gegenseitigen Anordnung der Rippen können es bedingen, dass die Rippenwand der convexen Seite fast die doppelte Länge derjenigen der anderen Seite zeigen kann.

In welchem Verhältniss steht nun diese Umgestaltung der Rippenwände zu der Umgestaltung der Wirbelsäule?

Ich habe die Rippen eines Brustkorbes mit sehr hochgradiger rechtseitiger Skoliose durchgemessen und folgende Zahlen gefunden:

	rechts	links
Rippe I.	115	115 Mm.
- II.	195	197 -
- III.	247	243 -
- IV.	275	267 -
- V.	282	275 -
- VI.	283	280 -
- VII.	280	287 -
- VIII.	267	276 -
- IX.	240	249 -
- X.	215	215 -
- XI.	170	117 -

Die zwölfe Rippe fehlte beiderseits an dem Präparate. — Die Maasse wurden genommen bei der ersten Rippe an dem äusseren Rande, bei den anderen in der Mittellinie der äusseren Fläche. Die Messung begann an dem nach hinten vorspringenden Höcker des Processus transversus des Wirbels und endete an der Grenze zwischen Rippenknochen und Rippenknorpel.

Die angegebenen Zahlen belehren hinlänglich darüber, dass ein verschiedenes Längenwachsthum in den Rippen beider Seiten in dem vorliegenden Falle nicht vorhanden ist. Mag daher vielleicht auch einmal ein solches beobachtet werden, so kann es doch keinesweges als eine Ursache und nicht einmal als eine nothwendig begleitende Erscheinung einer skoliotischen Verbildung der Rippenwände des Thorax angesehen werden.

Die Missgestaltung der Rippenwände eines skoliotischen Thorax kann daher ihren Grund allein finden in einer Veränderung der Lage und der Gestalt der Rippen selbst. Es fragt sich nun, ob solche Veränderungen als secundäre von der Veränderung in der Gestaltung der Wirbelsäule entstehen können und ob dieselben sich daher aus der primären Missgestaltung der Wirbelsäule erklären lassen.

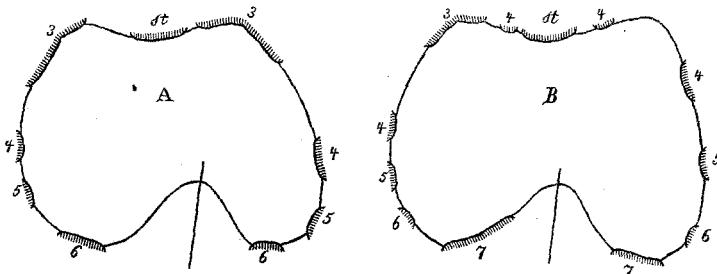
Der Versuch bejaht diese Frage wenigstens der Hauptsache nach.

Ich habe an dem exenterirten Körper eines 7wöchentlichen Kindes, bei welchem die Bauchwandungen zerschnitten, der Brustkorb jedoch unversehrt gelassen war, in der oben angeführten Weise eine rechtseitige Skoliose erzeugt und zwar 1) eine solche durch Zusammendrängen der Wirbelsäule vom Becken und der Halswirbelsäule aus, und 2) eine andere durch Zusammendrängen der Wirbelsäule von der Hals- und der Lendenwirbelsäule aus.

In dem ersteren Falle fiel der Scheitel der Krümmung in die untere Brustgegend; in dem zweiten Falle in die mittlere Brustgegend; mit diesem letzteren war demnach die Skoliose an der gewöhnlich von ihr befallenen Stelle nachgeahmt.

In beiden Fällen war die charakteristische Gestaltung der beiden Rippenwände mit der Verbiegung der Wirbelsäule zugleich gegeben. Ich habe von beiden Gestalten Gipsausgüsse genommen und füge von diesen Abbildung bei:

- A. ist der horizontale Querschnitt des Brustkorbes des ersten Präparates ungefähr zwischen dem sechsten und dem siebenten Brustwirbel;
- B. ist der horizontale Querschnitt des Brustkorbes des zweiten Präparates ungefähr in dem siebenten Brustwirbel.



In beiden Zeichnungen sind die durchschnittenen Rippen oder Rippenknorpel mit ihren Ordnungszahlen benannt, das Brustbein mit st bezeichnet und in der Wirbelsäule deren Mittelebene durch einen Strich angegedeutet.

Beide Zeichnungen wurden in der Weise gewonnen, dass um die erwähnten Gipsausgüsse ein ringförmiger Gipsabguss genommen und dieser quer durchschnitten wurde; die Schnittfläche wurde sodann auf Papier gestellt und der Umriss durch Nachfahren mit dem Bleistifte unmittelbar abgenommen.

Übergehend nun auf die Frage, wie die Verbiegung der Wirbelsäule unmittelbar die fragliche Gestaltung der Rippenwände erzeugen müsse, haben wir zuerst an die Wahrscheinlichkeit zu denken, dass die beiderseitigen Rippenwände gemeinschaftlich ihre Gestaltveränderung erfahren und darin beide von einander abhängig seien. Gegen diese Auffassung spricht indessen die auch aus den Abbildungen erkennbare Thatsache, dass das Brustbein und die Rippenknorpel an den vorliegenden Präparaten eingesunken sind, während sie doch, wenn sie eine Zugrichtung von einer Seite auf die andere vermittelten würden, gespannt erscheinen müssten. Auch die Eingeweide der Brusthöhle oder die Bauchwandung können einen wesentlichen Einfluss auf die Thoraxgestaltung nicht gewinnen, denn beide fehlten in dem benutzten Körper und doch zeigt der Thorax die charakteristische Gestalt in dem Präparate; indessen muss ich doch einen erkenn-

baren, wenn auch nicht wesentlichen, Einfluss der Bauchwandung erwähnen, welcher sich dadurch kund gibt, dass an meinen Gipsausgüssen der untere Umfang des Brustkorbes namentlich auf der convexen Seite so weit ist, dass er über das Becken seitlich hervorragt; es ist dieses offenbar die Folge einerseits von dem Mangel einer anziehenden Bauchwand und andererseits von dem Drucke der Gipsmasse. Man befindet sich demnach in der Nothwendigkeit, jede Rippenwand für sich zu untersuchen, und dabei die Verhältnisse, welche die Rippenwand selbst bietet, zur Erklärung der veränderten Gestaltung zu benutzen. Man hat sich dabei, wie aus dem Früheren hervorgeht, zunächst nur an den durch die Rippenknochen gebildeten Theil der Rippenwand zu halten.

Prüfen wir nun die Gestaltung der beiden Rippenwände, so finden wir an denselben zwei Veränderungen zu bemerken, welche getrennt aufgefasst werden müssen. Die eine ist der Divergenzgrad der Rippenknochen und die zweite ist die Gestaltveränderung der Winkelgegend der Rippenwände.

Was zuerst den Divergenzgrad der Rippenknochen angeht, so findet man auf der convexen Seite eine bedeutende Vergrösserung der normalen Divergenz und daher röhrend eine entsprechende Verlängerung des vorderen Theiles der betreffenden Rippenwand; auf der concavae Seite dagegen findet man eine Verminderung der normalen Divergenz bis zu mehr oder weniger vollständigem Parallelismus der Rippen; bekanntlich können diese dabei einen solchen Druck auf einander ausüben, dass sie zu dünnen von oben und von unten abgeflachten Stäben entarten. Diese Divergenzverhältnisse erklären sich theils ohne Schwierigkeit aus der veränderten Seitwärtsneigung der die Rippen tragenden Wirbel, theils jedoch zeigen sie Eigenthümlichkeiten, welche in dem Folgenden noch einmal zu besprechen sind. Sie können desshalb für jetzt unberücksichtigt bleiben.

Weniger einfach erscheint in Bezug auf Entstehungsursache die Veränderung in der Rippenwinkelgegend beider Seiten. Es liegt der Gedanke nahe, dass dieselbe eine Folge der spiraligen Drehung der Wirbelsäule sei; indessen kann in dieser, so wenig auch, wie sich im Späteren zeigen wird, deren Einfluss zu leugnen ist, der Hauptgrund nicht gesucht werden, weil für das Zustandekommen einer so bedeutenden Torsion der Brustwände eine vordere

Fixirung gegeben sein müsste. Man könnte nun hier allerdings an eine Fixirung denken, welche dem Brustbeine durch den M. rectus abdominis gegeben sein könnte, indessen fehlte dieser Muskel an meinem Präparate und dennoch trat die Veränderung in der Rippenwinkelgegend bei dem Versuche in sehr auffallender und charakteristischer Weise ein, wenn sie auch den hohen Grad nicht erreichte, den man an ausgebildeten Skolioseen Erwachsener zu finden pflegt.

Bei der Untersuchung über die Frage, wie die fraglichen Veränderungen zu Stande kommen, wird man indessen das Mittelglied nicht übersehen dürfen und zuerst fragen müssen, worin eigentlich die Grundlage dieser veränderten Gestaltung besteht. Man pflegt nun allerdings gewöhnlich an eine schärfere Knickung des Rippenwinkels zu denken, wenn man aber an Präparaten von Skolioseen die einzelne Rippe untersucht, so findet man den Winkel gar nicht so scharf eingeknickt, dagegen fällt gerade an den Stellen, an welchen das kantige Vortreten der Rippen neben der Wirbelsäule am Auffallendsten ist, eine sehr steil abwärts geneigte Lage der Rippen sogleich in die Augen und man ist dadurch aufgefordert, den Antheil, den eine solche veränderte Lage der Rippen an der fraglichen Bildung haben kann, in Erwägung zu ziehen.

Ein Vergleich wird in dieser Beziehung am Besten belehrend werden. Man nehme eine Anzahl von gleich grossen oder gleichmässig abgestuften Ringen und befestige dieselben in gleicher Entfernung von einander mit einem Punkte ihrer Peripherie an einen senkrechten Stab. Sind nun die Ringe horizontal gestellt, so dass ihre Ebenen alle senkrecht von dem Stabe durchschnitten werden, so bieten alle Ringe zusammen eine cylindrische Gestalt und das ganze Bild erscheint somit in der Quere gleichmässig gerundet. Liegen die Ringe indessen so, dass sie sich dachziegelig decken, so hat das Ganze einen abgeflacht ellipsoïden Querschnitt und an den beiden Seiten wird eine abgerundet scharfe Kante bemerkt, welche dadurch entsteht, dass die nunmehr ungefähr parallel dem Stabe gestellten seitlichen Peripherietheile der Ringe sich an einander reihen. Zwischen diesen beiden extremen Gestalten liegt dann eine Reihe von Uebergangsformen, welche um so mehr dem runden Querschnitte sich nähern werden, je gehobener die Ringe sind, und um so mehr die Bildung einer kantigen Seitenlinie zei-

gen werden, je gesenkter die Ringe sind. — Wenden wir dieses Bild auf den Thorax an, so erkennen wir in dem senkrechten Stabe die Wirbelsäule, und die Ringe werden durch je zwei gleichnamige Rippen dargestellt. Diese Rippenringe sind aus zwei ungleichen Hälften gebildet, einer hinteren kleineren und einer vorderen grösseren, welche beide in dem Rippenwinkel zusammenstossen; jeder Ring besitzt eine etwas nach unten geneigte Lage und kann aus dieser mit seiner Ebene horizontaler oder geneigter gestellt werden. Sind die Rippenringe gehobener, so erscheint der Rücken breiter und gerundeter, wie dieses bei jugendlichen Individuen zu sehen ist; — sind sie dagegen gesenkter, so entsteht der schmale, kielförmige Rücken, welcher z. B. zur Charakteristik der senilen Gestalt gehört.

Vergleicht man nun die Verhältnisse der Rippenlage an einem skoliootischen Thorax, so findet man, dass diese der Art sind, dass durch dieselben auf dem angedeuteten Wege eine Erklärung für jene Erscheinung an den Rippenwinkelgegenden gefunden werden kann.

Untersuchen wir zuerst die convexe Seite, so finden wir durch die Schieflage der Wirbel bedingt in dem oberen Theile der Krümmung eine Erhebung der Spitze der Processus transversi, in dem unteren Theile der Krümmung dagegen eine Senkung derselben. Wären die Rippen vollständig frei, so würden durch dieses Verhältniss die oberen mit der Krümmung verbundenen Rippen je nach dem Grade der Krümmung horizontaler gelegt oder gar aufrecht gegen oben gestellt werden, während die unteren steiler nach unten gerichtet werden. Die unteren werden dabei vielmehr nach unten gedrängt werden, als die oberen gehoben werden, weil das Auseinanderweichen der Wirbel an der convexen Seite und die damit gegebene relative Senkung jedes Processus <sup>transv.</sup> ~~spinosis~~ dem höher gelegenen Wirbelkörper gegenüber ein die Hebung der Rippe schwächendes Moment für den oberen Theil der Skoliose abgibt, während es in dem unteren Theile der Skoliose die Senkung der Rippe vermehren muss. Da nun aber die Rippen alle unter einander verbunden sind, so müssen wegen dieses Verhältnisses die unteren einen Zug auf die oberen ausüben und diese, so weit möglich, herunterziehen, so dass auch die oberen Rippen, wenn auch im Ganzen gehoben, doch dem ihnen zugehörigen Theile der Wirbelsäule gegenüber eine gesenktere Lage haben oder haben können. Mit dieser gesenkten Lage einer grossen Anzahl

von Rippen ergibt sich aber die Erklärung für die kantenartige Gestaltung der Rippenwinkelgegend auf der convexen Seite der Krümmung.

In ähnlicher Weise erklärt sich die Abflachung der Rippenwinkelgegend auf der concaven Seite. Die Rippen des oberen Theiles der Krümmung werden hier heruntergedrängt, diejenigen des unteren Theiles dagegen hinauf. Beide Richtungen vernichten sich gegenseitig durch das damit gegebene Auseinanderdrängen der Rippen und es geht aus diesem Verhältnisse eine im Allgemeinen horizontale Lage der Rippen an der concaven Seite hervor und mit dieser zugleich eine vollere Rundung der Rippenwinkelgegend. Die untersten Rippen werden dabei allerdings eine relative Senkung (dem ihnen zugehörigen Theile der Wirbelsäule gegenüber) zeigen und müssten demnach eigentlich ein schärferes Hervortreten ihres Winkels zeigen; dass dieses nicht der Fall ist, ist theilweise aus der geringeren Bedeutung des Winkels der unteren Rippen zu erklären, theilweise aus der Einwirkung anderer in dem Späteren zu besprechenden Verhältnisse.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass schon die Seitwärtsbeugung allein, ohne weitere Nebenumstände, im Stande ist, durch veränderte Lage der Rippen die fraglichen Erscheinungen in den beiden Rippenwinkelgegenden der Hauptsache nach hervorzurufen; indessen ist nicht zu erkennen, dass die beiden mit der Skoliose gewöhnlich verbundenen Elemente, die Lordose und die spirale Drehung, ebenfalls einen entschiedenen Einfluss, wenn auch nicht auf die Erzeugung, so doch auf die Vermehrung der Missgestaltung der Rippenwände haben müssen.

Das hierfür wichtigste dieser beiden Elemente ist ohne Zweifel die Lordose. Durch diese wird die Wirbelsäule nach rückwärts gebogen, und indem sich diese Bewegung als Componente mit der Seitwärtsbewegung als anderer Componente vereinigt, entsteht eine Resultirende, welche einer Biegung in der Richtung einer Ebene entspricht, welche in diagonaler Richtung so durch den Brustkorb geht, dass sie auf der convexen Seite den vorderen Theil der Brustwand annähernd senkrecht durchschneidet, auf der concaven Seite aber den hinteren Theil der Brustwand. Denken wir uns nun den ganzen Brustkorb als eine Röhre, welche in der Richtung der bezeichneten Ebene eingeknickt wird, und wenden

wir die Gesetze, welche sich in einem solchen Falle an einer Röhre geltend machen, auf den Brustkorb an, so werden wir auf der convexen Seite eine flache Spannung, auf der concaven aber eine quer gelegene eingeknickte Rinne zu finden erwarten dürfen; und allerdings ist dieses das Bild, welches der skoliootische Thorax als Ganzes darbietet, indem die vordere Brustwand der convexen Seite abgeflacht erscheint, und an der seitlichen Rückenfläche auf der concaven Seite ein querliegender rinnenförmiger Eindruck wahrnehmbar ist. Dieses Verhältniss kann nicht verfehlten, auf die Gestaltung der Rippenwände einen weitergehenden Einfluss zu üben. Auf der concaven Seite muss der rinnenbildende Druck gerade in der Gegend des Rippenwinkels am Bedeutendsten sein und auf diesen verflachend wirken; auf der convexen Seite aber muss der spannende Zug den vorderen Theil der Brustwand so gegen die Wirbelsäule hin drängen, dass er sie gegen ihren, mit der Wirbelsäule verbundenen Theil stärker abknickt d. h. dass der Rippenwinkel in einer grösseren Anzahl von Rippen schärfster gezeichnet wird.

Was nun ferner das rotatorische Element der Skoliose angeht, so muss dieses auf die Rippenwände in zweierlei Weise einwirken, nämlich 1) lageverändernd und 2) gestaltverändernd. — In Bezug auf die Lagenveränderung ist daran zu denken, dass durch die fragliche Drehung die Seitenfläche der Wirbelsäule an der convexen Seite eine hintere Lage erhält und an der concaven Seite eine vordere. Damit wird nun aber nothwendiger Weise der ganze Wirbelsäulentheil der Brustwand an der convexen Seite mehr nach hinten hervorgedrängt, an der concaven dagegen mehr nach vorn in die Tiefe geschoben. Das Vorspringen des hinteren Theiles der Rippen an der convexen Seite muss damit relativ noch auffallender werden. Die Gestaltveränderung der Rippe muss Folge davon sein, dass der mit der Wirbelsäule unmittelbar verbundene Theil der Rippe durch die Drehung der Wirbelsäule eine anderartige Bewegung erfährt, als der übrige Theil der Rippe, so dass dadurch diese beiden Theile in eine andere Lage zu einander kommen. Würde der Rippenring in unveränderter Lage zu den Wirbeln, an welchen er befestigt ist, der Drehung der Wirbel folgen, so müsste, wo die spiralige Drehung stark ausgebildet ist, das Collum costae so gelegen sein,

dass dasjenige der concaven Seite vorn und dasjenige der convexen Seite hinten liegen müsste und beide müssten mit dem Köpfchen nach der convexen Seite hinsehen; an der gleichen Seite müsste dann auch ganz seitlich das Brustbein gelegen sein. Wir finden nun allerdings, dass bei einer Skoliose das Vertebralende der Rippe in einem dem Grade der Drehung entsprechenden Grade die bezeichnete Lage einnimmt; die doppelte Verbindung der Rippe mit dem Wirbelkörper und dem Processus transversus macht dieses zur Nothwendigkeit; indessen die vorderste Rippenwand finden wir beiderseits in einer Lage, welche von der normalen Lage wenigstens nicht in gar zu hohem Grade abweicht, indem ja das Brustbein, etwas Schieflage, von der Lage des ersten Rippenringes veranlasst, abgerechnet, auch bei starken Skoliosen immer annähernd in der vorderen Mittellinie des Körpers liegt. Der Brusttheil und der Vertebraltheil einer jeden Rippenwand müssen daher ihre Lage gegenseitig geändert haben und zwar in dem Sinne, dass an der convexen Seite eine winklige Einknickung zwischen beiden gegeben ist, an der concaven dagegen eine Verstreichung der normalen Einknickung der Rippenwinkel. Eine solche Gestaltveränderung kann indessen nur durch Einwirkung einer ziemlich beträchtlichen Gewalt zu Stande kommen, und damit eine solche einwirken könne, ist es nothwendig, dass das Sternalende der Rippenknochen eine entsprechende Fixirung habe. — Am Leichtesten wird sich eine solche auf der convexen Seite nachweisen lassen; wir haben ja in Bezug auf den Brusttheil der Rippenwand dieser Seite schon gesehen, dass derselbe durch die skoliotisch-lordotische Verbiegung in flacher Spannung schräg von vorn nach hinten gezogen wird; die Fixirung des Sternalendes dieser Rippenwand wäre also damit gegeben. Schwieriger stellt sich die Frage für die Rippenwand der concaven Seite. Wir können aber auch hier eine Erklärung finden in der Gestaltung, welche diese ganze Rippenwand durch die in ihr stattfindende Einknickung erfahren muss, indem diese dem befallenen Theile der Rippenwand eine Streckung nach aussen gibt, so dass damit das Sternalende der Rippenwand in eine fixirte Stellung gebracht wird, welche der normalen Stellung annähernd übereinstimmend ist; und dazu muss noch der Umstand beitragen, dass das Sternalende der zunächst befallenen Rippen an das Sternalende oberer und unterer Rippen gebunden ist, welche einem

verschiebenden Einflusse weniger unterworfen sind und welche sogar, falls sie noch in die compensirenden Krümmungen fallen, einen Druck im entgegengesetzten Sinne zu erfahren haben.

Die auffallenden Erscheinungen an der Rippenwinkelgegend beider Seiten erklären sich demnach aus dem Gesagten in der Weise, dass:

- 1) allerdings eine schärfere Knickung des Rippenwinkels an der convexen Seite und eine Verstreichung desselben an der concaven Seite stattfindet und zwar sowohl unter dem Einflusse der skolio-tisch-lordotischen Krümmung, als auch unter demjenigen der spiraligen Drehung der Wirbelsäule, dass aber
- 2) die Haupterscheinung sich aus veränderter Stellung der Rippen wegen des veränderten Divergenzgrades erklärt.

Da sich nun aus dem Entwickelten ergibt, dass in der skolio-tischen Missgestaltung des Brustkorbes eine jede Rippenwand sich nach eigenen in ihr selbst gegebenen Gesetzen verändert und dabei weder von der anderen Rippenwand abhängig ist, noch auch von dem Inhalte der Brusthöhle, und dass auch die Bauchwandungen dabei einen wesentlichen Einfluss nicht üben, so erklärt sich hieraus auch genügend, dass das Brustbein bei all diesen Veränderungen mehr oder weniger in Ruhe bleiben und seine normale Lage annähernd behalten kann, wenn es auch natürlich von all diesen Veränderungen ebensowenig wie die Rippenknorpel ganz unberührt bleibt und namentlich durch die Verstellung des mit ihm enger verbundenen ersten Rippenringes eine entsprechende Schieflage mit der Spitze gegen die convexe Seite erhalten muss. — Zugleich erklärt sich aber auch genügend, warum bei dem exenterirten Kinde ohne Bauchwandung und ohne Brusthöhleninhalt die Gestaltung des skolio-tischen Brustkorbes, mit Ausnahme der bereits erklärten etwas zu weiten unteren Oeffnung desselben, in seiner Hauptform so vollständig entstehen konnte.

Es bleibt nun noch eine Erscheinung zu erklären. Es ist diess diejenige des Verhaltens der Processus spinosi an den in der Krümmung liegenden Wirbeln. Diese pflegen nämlich eine asymmetrische Bildung der Art zu zeigen, dass ihr Processus spinosus mehr nach hinten und weniger gegen die Concavität der

Wirbelsäule hinsicht, als man es nach der Stellung der Mittellinie des Wirbelkörpers erwarten sollte, mit anderen Worten, dass der Wirbelbogen auf der Seite der Concavität etwas länger ist und ausserdem der Processus spinosus gerne eine Neigung gegen die Convexität hin zeigt. Die letztere lässt sich als eine Wirkung des Muskelzuges ansehen, indem der M. eucularis und der M. rhomboides auf der convexen Seite einen günstigeren Angriffswinkel haben, weil sie über die vorspringende Rippenwinkelgegend ihrer Seite, wie über eine Rolle auf die Processus spinosi einwirken. — Die Asymmetrie zwischen Wirbelkörper und Wirbelbogen ist aber eine doppelte, welche auf zweierlei Ursachen zurückzuführen ist. Für's Erste ist nämlich der Bogen etwas gegen den Wirbelkörper abgeknickt, und dann zeigt der Körper selbst ein Hintürrücken seiner Vorderkante gegen die Seite der Convexität. Diese Missgestaltung des Körpers ist ohne Zweifel auf ein Ausweichen des Knochenkernes desselben zurückzuführen, wie ich ein solches bereits früher in meinem Aufsatze über rachitische und osteomalacische Missgestaltungen des Knochengerüstes (Henle und Pfeuffer's Zeitschrift, N. F. Bd. III. 1853 S. 172) als Ursache der leichteren Entstehung einer rachitischen Skoliose angegeben habe. — Die Stellung des Bogens muss dagegen Folge einer Reaction von den Rippen her sein, indem in der spiraligen Drehung durch den Processus transversus ein Druck auf die Rippe der concaven Seite geübt wird, und der Gegendruck der Rippe daher denselben nach hinten, d. h. von dem Wirbelkörper weg drücken muss; in Folge der spiraligen Drehung wird aber auch auf der convexen Seite von Seiten der Rippe ein nach vorn gerichteter Zug auf den Processus transversus geübt. Diese beiden Kräfte werden in ihrer gemeinschaftlichen Wirkung genügen, den Bogen so gegen den Körper abzubrechen, dass er weniger in die concave Seite hineinsieht, — und sie werden diesen Erfolg um so eher haben, als zur Zeit, in welcher die Skoliosen sich auszubilden pflegen, der Bogen nur noch eine knorpelige Verbindung mit dem Körper besitzt.

---

Es ergeben sich nunmehr aus den oben mitgetheilten Deductionen und Erfahrungen folgende Schlusssätze:

- 1) Es ist zu unterscheiden eine reine Skoliose und eine complicirte Skoliose.

- 2) Die reine Skoliose ist sehr selten und scheint nur in vorgerückterem Alter entstehen zu können.
- 3) Die complicirte Skoliose ist die gewöhnlich beobachtete, als „Skoliose“ überhaupt bezeichnete Form. Ihre Entstehung scheint an das Kindesalter gebunden zu sein. Sie tritt vorzugsweise an der Brustwirbelsäule auf.
- 4) In dieser letzteren Form verbindet sich mit der reinen Skoliose eine Lordose und eine spirale Drehung der Wirbelsäule.
- 5) Die complicirende Lordose ist je nach dem Grade ihrer Ausbildung entweder eine relative (Minderung oder Aufhebung der normalen Rückenkyphose), oder eine absolute. — Statt ihrer tritt, wenn die Lendengegend skoliotisch wird, in dieser eine relative oder absolute Kyphose auf.
- 6) Die spirale Drehung ist als solche nicht eine selbständige Bewegung, sondern sie ist nur der Ausdruck eines stärkeren Ausweichens der Wirbelkörper. Deshalb geht sie auch oberhalb des Scheitels der Krümmung und unterhalb desselben in entgegengesetztem Sinne.
- 7) Die Lordose ist ebenfalls eine Form des stärkeren Ausweichens der Wirbelkörper; sie kann deshalb die spirale Drehung zum Theil ersetzen und umgekehrt.
- 8) Die skoliotische Form des Thorax ist Folge der Wirbelsäulenverkrümmung.
- 9) Dieselbe entsteht theils durch Lagenveränderungen, theils durch Gestaltveränderungen der Rippen.
- 10) Zur Erzeugung dieser Veränderungen wirken die drei in der complicirten Skoliose enthaltenen Elemente, Skoliose, Lordose und spirale Drehung, jedes in seiner Art zusammen.
- 11) Die asymmetrische Gestaltung der in der Skoliose beteiligten Wirbel ist zum grössten Theil Folge der Reaction der Rippen. Die Stellung des Processus spinosus wird ausserdem noch durch den Muskelzug modifiziert und die Gestaltung des Körpers durch das Ausweichen seines Knochenkernes.

Ich habe in den hier gegebenen Auseinandersetzungen versucht eine Genese, der zu dem Bilde der gewöhnlichen complicirten Skoliose gehörigen Erscheinungen zu geben. Ich konnte die allmäßige Entstehung des Bildes von einem einzigen Ausgangspunkte aus verfolgen und entwickeln; und dieser Ausgangspunkt war die Einwirkung der Schwerebelastung auf eine Wirbelsäule, in welcher eine seitliche Verbiegung bereits eingeleitet ist. Wir sind hieraus berechtigt, die Entstehung des ganzen Bildes der Skoliose aus den in dem Knochengerüste selbst gegebenen mechanischen und statischen Gesetzen herzuleiten, und können desshalb eine Meinung nicht theilen, welche die Skoliose aus directer Muskelwirkung möchte entstehen lassen; namentlich dürfte der vielfach beschuldigte *M. cυcullaris* am Freiesten dieser Anklage gegenüber dastehen, da er ja gerade dem Elemente der spiraligen Drehung entgegenwirkt und dessen Folgen zum Theil aufhebt. Es freut mich, hierin mit den von Parow mehrfach ausgesprochenen Ansichten über die ursächlichen Momente der Skoliose übereinzustimmen (vergl. Protokolle der Berliner medicinischen Gesellschaft vom 19. Octbr. 1864 in: Berliner klinische Wochenschrift 1864. No. 45. und Deutsche Klinik 1865. No. 19. S. 186). — Es wird nur noch die Frage entstehen dürfen, wie eigentlich die seitliche Biegung eingeleitet wird. Es ist nun aber bekannt, dass bei einem in seiner Längenaxe belasteten elastischen Stabe sehr wenig Schwankung dazu gehört, um in ihm eine Ausbiegung nach einer Seite zu erzeugen. Insofern würde also der Grund für die Verbiegung der Wirbelsäule überhaupt sich unschwer ergeben; indessen pflegt diese Verbiegung gewöhnlich in der Brustgegend und nach rechts zu geschehen und dieses muss noch seinen besonderen Grund haben. Diesen finden wir aber in der Haltung, welche aus dem Bestreben entspringt, die rechte Schulter möglichst hoch zu stellen, — einem Bestreben, welches durch Arbeiten an zu hohen Tischen, an Schraubstöcken etc. hervorgerufen wird, — ferner in der Haltung, welche durch Hüberneigen des Kopfes auf die linke Seite, um den Gang der Schreibfeder zu beobachten, erzeugt wird etc., kurz! in verschiedenen häufig wiederkehrenden mehr oder weniger motivirten Schiehhaltungen. Indessen dürfen darum die Muskeln nicht als Erzeuger der Skoliose angeschuldigt werden, denn die für die Hervorbringung solcher Haltungen wirkenden Muskeln bringen nicht unmittelbar die

Lagen- und Gestaltveränderungen durch directen Zug hervor, sondern sie geben nur durch einmaligen Akt die fehlerhafte Haltung und diese wirkt dann im Vereine mit den statischen Momenten weiter. Auch die fast normale leichte rechtseitige Skoliose, welche man so gerne dem ausschliesslicheren Gebrauche der rechten Hand und einem daher rührenden Zuge der zwischen dem Schulterblatt und der Wirbelsäule angeordneten Muskeln beimesse will, können wir als die Folge einer nothwendigen äquilibrierenden Schiefhaltung des obersten Theiles des Rumpfes und des Kopfes nach der linken Seite hin auffassen, seit wir durch Struthers wissen, dass die Ein geweide der rechten Seite wenigstens 15 Unzen schwerer sind als diejenigen der linken Seite und dass daher in dem symmetrisch aufrecht stehenden Körper der Schwerpunkt des Rumpfes etwas mehr nach rechts gelegen ist (s. Edinburgh medical journal. Juni 1863. On the relative weight of the viscera on the two sides of the body ).

Schlüsse auf Prophylaxis und Heilung der Skoliose zu ziehen, will ich anderen überlassen, welche durch praktische Thätigkeit auf diesem Felde mehr dazu berufen sind. Ich kann mich jedoch nicht enthalten, zwei Bemerkungen in dieser Richtung noch beizufügen. Es scheint mir nehmlich die so vielfach zur Heilung der Skoliose angewendete Rückenlage unzweckmässig, indem dieselbe zwar allerdings den Vortheil gewährt, der Wirbelsäule die Belastung abzunehmen, dagegen aber durch den Gegendruck der Unterlage die Entstehung der complicirenden Lordose begünstigen muss; — und ferner erscheint mir, da sich durch die oben mitgetheilten Untersuchungen die normale Kyphose der Brustwirbelsäule als der natürlichste Gegner der complicirten Skoliose herausgestellt hat, als Hauptindication für Heilung einer beginnenden Skoliose die Anwendung von Mitteln, welche eine kräftige Entwicklung dieser normalen Kyphose zu veranlassen im Stande sind, wie z. B. starke Vorwärtsbeugung etwa noch mehr nach der convexen Seite hin, weil dadurch zugleich der spiraligen Drehung entgegengewirkt wird.

Zürich, im August 1865.

**Nachschrift:** Nachdem Obiges abgefasst war, habe ich noch einen Versuch angestellt an dem Körper eines  $1\frac{1}{2}$  jährigen Kindes und habe an demselben dieselben Ergebnisse erhalten, wie an dem

Körper des 7wöchentlichen Kindes. Auch an diesem stellte sich mit der localisierten Beugung der Brustgegend bei geradestehender Lenden- und Halswirbelsäule sogleich Lordose und spirale Drehung ein. Was aber diesen Versuch vor dem früher erwähnten auszeichnet, ist der Umstand, dass an dem betreffenden Körper das Brustbein mit den Rippenknorpeln beseitigt war, und dass dennoch die bezeichnende Gestalt des Thorax sich einstellte. Es war hierbei noch besonders zu bemerken, dass der freie Rand beider Brusthälften in diesem Versuche eine Abweichung von seiner Lage nicht erkennen liess, und dass die gegenseitige Entfernung beider Ränder, von der Schnittfläche des fünften Rippenknorpels der einen Seite zu dem entsprechenden Punkte der anderen Seite gemessen, durch den Versuch nicht verändert wurde. — Durch diese Erfahrung wird die oben bereits angegebene Selbständigkeit jeder Brustwand in der skoliootischen Veränderung auch noch unmittelbarer auf experimentalem Wege nachgewiesen.

---

## XVI.

### Beitrag zur Lehre von der pathologischen örtlichen und allgemeinen Wärmebildung.

Von Dr. Schröder,

Assistenzarzt an der geburtshülflich-gynäkologischen Klinik in Bonn.

**V**on der Ueberzeugung ausgehend, dass die Theilung der Arbeit, wie sie heute auch auf dem Gebiete der medicinischen Thätigkeit besteht und wie sie bei den riesenhaften Fortschritten der einzelnen medicinischen Disciplinen und ihrer Hülfswissenschaften nothwendig geworden ist, nur dann den Gesammtfortschritt und die Weiterbildung der theoretischen Anschauungen, die ja immer wieder anregend und neue Bahnen brechend auf die Praxis einwirken, fördern kann, wenn der Specialist, statt in handwerksmässige Weiterbildung seiner Branche und in schablonenmässige Behandlung der einzelnen Zweige zu verfallen, stets als leitenden Faden die Fortschritte der Physiologie und allgemeinen Pathologie