

XXIII.

Anatomische Studien an den Extremitätengelenken Neugeborener und Erwachsener.

Von Dr. C. Hueter,

Assistenzarzt an der chirurgischen Klinik zu Marburg.

(Hierzu Taf. XII—XIII)

(Fortsetzung von Bd. XXV. S. 599.)

III. Das Kniegelenk.

(Taf. XII. Fig. 1—13.)

Das Kniegelenk des Fötus steht innerhalb des Uterus in Beugung, und in Folge dieser Stellung gelangen die Beugemuskeln zu einer relativ geringeren Längenentwicklung, als die Streckmuskeln. Man kann deshalb auch selten bei Neugeborenen, besonders aber bei zu früh geborenen Früchten das Kniegelenk soweit strecken, dass die Längsaxe des Oberschenkels und Unterschenkels in eine Linie fallen; da aber die Bewegungsexcursion im Kniegelenk vermöge des Ursprungs seiner Beugemuskeln vom Becken durchaus abhängig von der Stellung des Hüftgelenks ist, so wird erst später das Verhältniss der Muskellängen bei Erwachsenen und Neugeborenen genauer besprochen werden können. Ich gehe deshalb sofort zur Beschreibung der Formen der Gelenkflächen über; die Differenzen zwischen den Formen bei Erwachsenen und bei Neugeborenen werden sich natürlich auf den Einfluss der gebeugten Stellung des Gelenks auf die Entwicklung der Formen bei den letzteren, und auf die Einwirkung der Streckbewegungen bei den ersteren beziehen.

Bei Neugeborenen ist das ganze obere Ende der Tibia nach hinten zurückgebogen, so dass die beiden Gelenkflächen, welche bei Erwachsenen ungefähr in der Horizontalebene liegen, in der Richtung von vorn und oben nach hinten und unten verlaufen,

und der vordere Rand derselben demnach höher steht, als der hintere. Die kleine Gelenkfläche für die Fibula, welche bei Erwachsenen von oben und aussen nach unten und innen abfällt, liegt in Folge dessen bei Neugeborenen mehr horizontal. Offenbar hängt diese Biegung in der Längsaxe der Tibia von der gebeugten Lage des Kniegelenks im Uterus ab. In dieser Stellung befinden sich die hinteren Abschnitte der beiden Tibiagelenkflächen allein in Berührung mit den Gelenkflächen der Oberschenkelcondylen, während die vorderen Abschnitte der Tibia nicht mit dem Femur in Contact und demnach auch frei von dem Druck sind, welcher auf den hinteren Abschnitten lastet. Vermöge dieser Druckdifferenz entwickelt sich in den vorderen Theilen der Tibia ein relativ grösseres Längenwachsthum des Diaphysenknochens, als in den hinteren, während die Epiphysenknörpel, wie aus den sagittalen Condylendurchschnitten Fig. 5. und 7. hervorgeht, keine Differenz in der Höhe zwischen den vorderen und hinteren Abschnitten zeigen, und auf diese Weise kommt durch Biegung des ganzen Knochens die oben beschriebene Neigung der Tibiagelenkflächen gegen die Horizontalebene zu Stande, welche in Fig. 1. dargestellt ist. Durch die häufig wiederholten Streckbewegungen, welche während des Lebens ausgeführt werden, werden die Verhältnisse des Drucks und somit auch des Wachstums der Knochen ganz andere; bei der Streckung, besonders beim Gehen und Stehen, werden die Oberschenkelcondylen gegen die vorderen Abschnitte der Tibiagelenkflächen angedrängt, dagegen werden die hinteren Abschnitte derselben mehr vom Druck entlastet. Das Längenwachsthum der vorderen Theile wird dadurch etwas gehemmt, für das der hinteren werden die Bedingungen günstiger und so stellen sich allmählig die Verhältnisse her, welche man bei Erwachsenen findet, bei welchen beide Tibiagelenkflächen, abgesehen von den verschiedenen Krümmungen ihrer einzelnen Theile, in der Horizontalebene, senkrecht zur Längsaxe des Knochens liegen.

Der Einfluss der gebeugten Stellung des Kniegelenks, welchen ich im vorhergehenden aus der Lage der Gelenkflächen im ganzen und aus der ganzen Knochenform der Tibia nachgewiesen habe, zeigt sich ganz charakteristisch in den Krümmungen der einzelnen

Theile der beiden Tibiagelenkflächen, besonders deutlich an der lateralen Gelenkfläche. Die Differenzen zwischen der Form dieser Fläche bei Neugeborenen und der bei Erwachsenen sind so auffallend, dass man darüber staunen muss, dass dieselben bis jetzt trotz der zahlreichen Untersuchungen über die Bildung der Knochenkerne in den Epiphysen unbeachtet geblieben sind. Die laterale Gelenkfläche der Tibia bei Neugeborenen entspricht dem Mantel eines Kegels, dessen Spitze an der Eminentia intercondyloidea anliegt; die äussere Hälfte des ideellen Kegelmantels bildet die laterale Gelenkoberfläche, welche durch analoge Gestaltung der medialen Gelenkfläche zu einem vollständigen Kegelmantel ergänzt werden würde. Von der Eminentia intercondyloidea aus fällt die Gelenkfläche ziemlich gleichmässig nach allen Seiten hin ab, so dass ein frontaler Durchschnitt durch den Tibiakopf (Fig. 3.), welcher die Eminentia intercondyloidea durchschneidet, als Begrenzungslinie der lateralen Gelenkfläche eine gerade Linie zeigt, welche von innen und oben nach aussen und unten verläuft. Nur an dem hinteren Rand der Gelenkfläche senkt sich dieselbe etwas steiler als am vorderen und äusseren Rand, nach unten, so dass in einem sagittalen Durchschnitt, welcher die laterale Gelenkfläche in eine äussere und innere Hälfte zerlegt (Fig. 5.), die gekrümmte Durchschnittslinie der Gelenkfläche mit ihrem hinteren Ende (p) einem kleineren Radius entspricht, als mit ihrem mittleren und vorderen Abschnitt (a). Ich werde auf die Bedeutung dieses hinteren Randes der lateralen Gelenkfläche noch zurückkommen; wenn man denselben unberücksichtigt lässt, so zeigt beim Neugeborenen die Gelenkfläche ziemlich rein die Gestalt eines halben Kegelmantels, also einer Rotationsfläche, deren Axe in der Axe des Kegels, d. h. in einer die Eminentia intercondyloidea schneidenden senkrechten Linie liegen muss, und es lässt sich ebenso bestimmt, wie dies bei der hinteren Gelenkfläche des Calcaneus geschehen konnte, aus der fötalen Form dieser Gelenkfläche und deutlicher, als aus der späteren Form, die Art der rotirenden Bewegungen zwischen Meniscus und Tibiafläche ableiten, deren Bedeutung für die Mechanik der Kniegelenksbewegungen besonders Henke *) hervorgehoben hat.

*) Henle's Zeitschrift für rat. Medicin. III. R. Bd. 8. S. 88—121.

Wenn man den frontalen Durchschnitt der lateralen Gelenkfläche mit dem der medialen in Fig. 3. vergleicht, so überzeugt man sich leicht von einer bedeutenden Differenz in der Gestalt beider Flächen bei Neugeborenen. Während der Durchschnitt der lateralen Fläche sich in einer geraden Linie von der Mitte nach aussen herabsenkt, zeigt die Durchschnittslinie der medialen Fläche einen gekrümmten Verlauf mit nach oben gerichteter Concavität, so dass die Fläche zunächst von der Eminentia intercondyloidea aus nach innen sich herabsenkt, dann aber gegen den inneren Rand hin wieder etwas emporsteigt. Eine Vergleichung von Fig. 5. und 7., den sagittalen Durchschnitten beider Gelenkflächen, welche jede derselben in 2 gleiche seitliche Hälften zerlegen, ergibt sehr deutlich die Differenzen in der Krümmung beider Gelenkflächen in sagittaler Richtung. Statt der Bogenlinie der lateralen Gelenkfläche mit nach oben gerichteter Convexität (Fig. 5.), sieht man in Fig. 7. eine Durchschnittslinie mit nach oben gerichteter Concavität; es geht hieraus hervor, dass die mediale Tibiagelenkfläche bei Neugeborenen sowohl in der Richtung von links nach rechts, als auch von vorn nach hinten concav ausgehöhlt ist, und so im allgemeinen mit der Form dieser Fläche bei Erwachsenen übereinstimmt, indem ihre concaven Krümmungen den convexen der mit ihr articulirenden Gelenkfläche des Condylus int. femoris entsprechen. Die Formen der lateralen Gelenkfläche zeigen im Gegensatz zu der medialen, keine Uebereinstimmung mit den Formen der entsprechenden Gelenkfläche des Condylus ext., und man muss deshalb voraussetzen, dass die beiden Gelenkflächen der Tibia sich unter durchaus verschiedenen Bedingungen entwickeln, dass besonders die laterale Gelenkfläche sich unabhängig von der Gelenkfläche des Femurs entwickelt, mit der sie später während des Lebens in Berührung zu kommen bestimmt ist. Es liegt nahe, hier an die Function der Meniscen zu denken; schon an der medialen Gelenkfläche entsprechen die Krümmungen nur dadurch vollkommen den bei weitem stärkeren Krümmungen der Oberschenkelgelenkfläche, dass sie durch die concave von der Peripherie nach innen sich herabsenkende Oberfläche des Meniscus medialis ergänzt wurden. Der Meniscus lateralis unterscheidet sich aber vom Meniscus medialis sowohl

durch seine viel grössere Beweglichkeit, als auch durch die grössere Breite, und wenn die erstere Eigenschaft von grosser Bedeutung für die Functionen des Meniscus bei der Mechanik des Kniegelenks ist, so scheint die letztere besonders wichtig für die morphologische Entwicklung des Gelenks zu sein. Stellt man nämlich das Kniegelenk eines Neugeborenen in starke Flexion, so sieht man, dass der *Condylus ext. femoris*, welcher auch bei mehr gestreckter Stellung wegen der Breite des Meniscus nur mit einem kleinen Theile der entsprechenden Tibiagelenkfläche in Berührung steht, diese fast vollkommen verlässt, sich auf den am weitesten nach hinten und innen gelegenen Abschnitt des Meniscus stellt, und diesen gegen den hinteren Theil der Tibiagelenkfläche andrängt. Hierdurch entsteht die schon oben erwähnte stärkere Neigung des hinteren Abschnitts der lateralen Tibiagelenkfläche; die mehr nach vorn gelegenen Theile derselben stehen während ihrer Entwicklung mit dem *Condylus ext. femoris* in keiner Berührung, und können sich deshalb zu Formen entwickeln, welche ebenso wenig den Formen der Femurcondylenfläche, als der medialen Tibiagelenkfläche entsprechen. Diese steht auch in gebeugter Stellung mit der Femurgelenkfläche in Berührung und kann sich deshalb nicht so unabhängig von den Formen der Oberschenkelgelenkfläche entwickeln, als die laterale; nur der am weitesten nach vorn gelegene Abschnitt befindet sich in gebeugter Stellung des Kniegelenks ausser Contact mit dem Femur, und gerade dieser Theil zeigt auch, wenn man die sagittalen Durchschnitte Fig. 5. u. 7. vergleicht, einige Aehnlichkeit mit dem entsprechenden Theil der lateralen Gelenkfläche, indem die Durchschnittslinie zunächst etwas von vorn nach hinten emporsteigt, um dann erst in die concave Linie überzugehen.

Die Umbildung der Tibiagelenkflächen zu den Formen, welche bei Erwachsenen gefunden werden, geschieht unter dem Einfluss der Streckbewegungen, welche besonders beim Gehen ausgeführt werden, und ist deshalb durchaus von der Mechanik der Bewegungen im Kniegelenk abhängig. Es kann nicht meine Aufgabe sein, diese etwas complicirte Mechanik genauer zu beschreiben, und ich verweise in dieser Beziehung auf die erschöpfende, oben

schon citirte Arbeit Henke's, dessen Auseinandersetzungen ich nur durch die nachfolgenden Notizen über die Entwicklungsgeschichte dieses Gelenks ergänzen kann. Henke geht bei seinen Untersuchungen von dem Grundsatz aus, die verschiedenen Theile des Kniegelenks zunächst in ihrem Verhalten bei den Bewegungen zu studiren, und zu diesem Zweck das ganze Gelenk in eine Anzahl von kleineren Gelenken aufzulösen. Indem ich diesem Prinzip mich anschliesse, will ich zunächst die Einwirkung der Bewegungen des Meniscus ext. auf die Umformung der lateralen Tibiagelenkfläche zu entwickeln versuchen.

Der Meniscus ext. führt um die laterale Tibiagelenkfläche rotirende Bewegungen aus, welche jedoch, da der Meniscus keine Muskeln besitzt, nur passiver Natur sind, indem entweder Condylus ext. femoris durch seine Bewegungen die Bandscheibe mit sich verschiebt, oder die Tibia rotirende Bewegungen gegen den Meniscus ausführt. Da es sich hier darum handelt, besonders den Einfluss der Gehbewegungen auf die Formen des Kniegelenks nachzuweisen, so dürfen wohl die zuletzt erwähnten Rotationen der Tibia, welche activ bei halbgebeugtem Knie ausgeführt werden können, unberücksichtigt bleiben, und es wird gewiss eine klarere Darstellung der Verhältnisse möglich werden, wenn man sich die Condylen des Femur und die Meniscen, wie dies bei dem Gehen auch zum Theil der Fall ist, auf der feststehenden Tibia sich bewegen denkt. Bei der Streckbewegung des Kniegelenks nimmt nun der rollende Condylus ext. seine portative Gelenkkapsel, den Meniscus ext. mit nach vorn und drängt denselben am Schluss der Bewegung gegen den Tibiarand an und, da gerade von gestrecktem Knie beim Gehen und Stehen das Gewicht des Körpers getragen wird, so ist die Kraft, mit der die Bandscheibe am Schlusse der Streckung sowohl vom Femur gegen die Tibia, als auch von der Tibia gegen den Femur gedrückt wird, in der Regel bedeutend genug, um eine Einwirkung dieses Drucks auf die beiden Knochenflächen annehmen zu können. Was zunächst die Tibiafläche betrifft, so würde der Druck sich auf die Mitte ihres vorderen Randes geltend machen müssen, wenn der Condylus ext. femoris sich bei der Streckbewegung einfach um eine nahezu horizontal und frontal verlaufende Axe bewegte; wie

aber besonders Meyer *) nachgewiesen hat, erfolgt durch die eigenthümliche Gestalt des Condylus int. femoris, welche später noch erwähnt werden soll, am Ende der Streckung eine Rotation des Femur, oder, um genauer zu sein, am Condylus ext. eine Rotation der Bandscheibe mit dem Condylus femoris in der Weise, dass die letzteren nach vorn und innen treten, während der Condylus int. etwas nach hinten und aussen vom Tibiarand zurückweicht. Man wird deshalb den Angriffspunkt des Druckes an dem inneren Theil des vorderen Randes der Tibiagelenkfläche suchen müssen, und wirklich leidet hier das Längenwachsthum des Knochens am meisten, es erscheint an dieser Stelle der Knorpelüberzug in die Knochen-substanz zurückgedrängt und dieser Theil der Gelenkoberfläche liegt beim Erwachsenen tiefer, als alle anderen. Man kann dies Verhältniss schon an dem sagittalen Durchschnitt durch die Mitte der Gelenkfläche erkennen (Fig. 4.), indem sich die Durchschnittslinie bedeutend mehr, als in dem entsprechenden Durchschnitt bei Neugeborenen von der Mitte nach vorn herabsenkt. Ebenso erkennt man bei der Ansicht von vorn deutlich die relativ tiefere Lage dieses Theiles der lateralen Gelenkfläche, und um so mehr, weil derselbe mit der relativ höheren Lage des entsprechenden Theiles der medialen Gelenkfläche auffallend contrastirt (vgl. Fig. 13.).

Während nun der vordere innere Theil der lateralen Tibiagelenkfläche dem höchsten Grad von Druck ausgesetzt ist, steht die ganze Peripherie der Gelenkfläche, so weit sie unter dem Meniscus ext. liegt, unter einem noch hinreichend starken Druck, um in ihren Krümmungsverhältnissen bedeutenden Veränderungen gegenüber den fötalen Formen unterworfen zu werden. Ebenso wie am Schluss der Streckbewegung die Bandscheibe gegen den vorderen Rand der Tibia angedrängt wird, wird während der Bewegung der mittlere Abschnitt der Bandscheibe auf die mit ihm in Berührung stehende Tibiafläche gedrückt und der peripherische Theil der Tibiagelenkfläche wird hierdurch flacher, als der gegen die Eminentia intercondyloidea hin gelegene centrale Theil, welcher bei den Bewegungen unter einem relativ viel geringeren Druck steht. Die Diffe-

*) Archiv f. Anatomie von J. Müller. Jahrg. 1853. S. 497—547.

renzen zwischen der fötalen Form und der Form bei Erwachsenen, wie sich dieselbe nothwendig bei den eben angedeuteten mechanischen Verhältnissen entwickeln muss, lassen sich am besten bei einer Vergleichung der beiden frontalen, durch die Eminentia intercondyloidea gelegten Durchschnitte übersehen. In Fig. 3. senkt sich die Durchschnittslinie der Gelenkfläche gleichmässig von innen nach aussen herab, in Fig. 2. dagegen fällt der innere Theil der Linie steil herab, während der äussere ziemlich horizontal bis zum äusseren Ende verläuft. Dieser äussere Theil der Linie entspricht der flach gewordenen Peripherie der früher conischen Gelenkfläche, und nur durch den auf derselben aufliegenden Meniscus von der Form eines Prisma's, dessen Kante nach innen sieht, erhält die ganze Fläche noch eine Art von concaver Aushöhlung in der Richtung von rechts nach links, welche sie an und für sich nicht besitzt. Es lässt sich aus diesem Umstand erklären, weshalb man die Unterschiede in den Krümmungen der medialen und lateralen Gelenkfläche, welche doch aus Fig. 2. deutlich hervorgehen, so wenig beachtet hat. Vergleicht man aber die sagittalen Durchschnitte beider Gelenkflächen, so wird man es bei dem so auffallenden Unterschied zwischen der concaven Begrenzungslinie der medialen, und der convexen der lateralen Gelenkfläche wenig begreiflich finden, dass man bisher diesen Unterschied ganz ignorirte und im allgemeinen die Formen und Krümmungen beider Flächen als identisch auffasste und beschrieb. Zum Theil mag diese irrige Beschreibung wohl darin seinen Grund finden, dass man sich noch zu wenig daran gewöhnt hat, Gelenkformen an nassen Präparaten zu untersuchen. Vergleicht man nämlich die Gelenkflächen einer trockenen Tibia mit denen eines nassen Präparats, so findet man, dass die laterale Gelenkfläche an der ersteren ziemlich deutlich concave Form zeigt, während an dem letzteren immer noch die Spuren der fötalen convexen Form sichtbar sind; es wird dies durch den grösseren Dickendurchmesser des Gelenkknorpels in der Mitte der Gelenkfläche im Gegensatz zu den peripherischen Theilen des Knorpelbelegs bedingt. Es findet an diesem Theil, der, wie oben beschrieben wurde, unter einem geringeren Druck steht, eine Knorpelwucherung statt, welche in der Oberfläche sogar häufig zu einer

ähnlichen Zerknitterung führt, wie ich sie an dem hinteren Ende der Talusrolle beschrieben habe; wenn nun beim Trocknen des Knochens diese fast linienhohe Knorpelschicht zusammenschrumpft, so kann das Niveau dieser Stelle selbst tiefer zu liegen kommen, als das der peripherischen Theile, und so erklärt sich einfach der Unterschied zwischen trockenen und nassen Präparaten und mit ihm die Ungenauigkeiten in den früheren Beschreibungen dieser Gelenkfläche.

Es wurde oben erwähnt, dass bei Neugeborenen der hintere Theil der lateralen Tibiagelenkfläche etwas steiler nach unten abfällt, als der seitliche und vordere, weil bei stark gebeugter Stellung des Gelenks der Meniscus gegen diesen Theil angedrängt wird. Während nun die übrigen Theile die eben beschriebenen Umformungen eingehen, bleibt dieser Theil, was seine Krümmung betrifft, auf fötaler Stufe stehen, indem er allmählig dadurch, dass die Beugebewegungen nicht mehr in dem Maasse, wie bei Neugeborenen ausgeführt werden können, ganz von den Theilen der Gelenkfläche abgeschlossen wird, welche bei den Bewegungen mit dem Femur direct oder indirect durch den Meniscus in Berührung kommen. Stellt man an dem Kniegelenk eines Erwachsenen den Unterschenkel in das Extrem der Beugung, so steht der hintere Rand des Meniscus an der Linie, an welcher die ganze Gelenkfläche rechtwinklig umbeugt; der kleinere senkrecht stehende Theil der Gelenkfläche, auf dem sagittalen Durchschnitt, Fig. 4. durch die Linie m, n angedeutet, welcher dadurch entsteht, dass die bei Neugeborenen von vorn nach hinten convex gekrümmte Fläche durch Abflachung der vorderen und mittleren Theile in eine grössere ziemlich horizontal, und eine kleinere verticale Fläche zerlegt wird, steht also bei Erwachsenen in keiner Beziehung mehr zu den Bewegungen des Gelenks und ist auch bisher nur als Appendix des Kniegelenks beschrieben worden. Auf dem erwähnten Abschnitt der Gelenkfläche ruht nämlich der *Musculus popliteus* auf, und es wird derselbe zusammen mit dem entsprechenden Theil der zwischen der Bandscheibe und dem Rand der Gelenkfläche befestigten Synovialhaut als *Bursa synovialis poplitea* bezeichnet. Bei Erwachsenen verdient diese Stelle ihren Namen auch um so mehr, als

auf der Gelenkfläche sogar eine rinnenförmige Vertiefung, ein Abdruck des Muskels entsteht, aber erst die Entwicklungsgeschichte des Gelenks vermag über die Communication des Raumes mit der Gelenkhöhle Aufschluss zu geben, indem sie ihn als einen in den früheren Entwicklungsstadien des Gelenks zu diesem gehörigen Raum auffassen lehrt.

Die Differenzen in der Form der medialen Gelenkfläche der Tibia bei Neugeborenen und Erwachsenen sind viel unbedeutender als die, welche sich an der lateralen Fläche nachweisen lassen. Eine Vergleichung des frontalen und des sagittalen Durchschnitts (Fig. 6. und 7.) zeigt, dass die concave Aushöhlung der Gelenkfläche bei Erwachsenen deutlicher ausgeprägt ist, als bei Neugeborenen, ein nothwendiges Resultat der Bewegungen des Gelenks. Der vordere Abschnitt der Gelenkfläche, dessen convexe Oberfläche oben erwähnt wurde, formt sich allmählig mehr zu einer concaven Fläche um, indem der vordere Rand der Gelenkfläche sich etwas erhebt. Es spricht sich das Emporwachsen dieses Theils der Gelenkfläche darin aus, dass zunächst der Fossa intercondyloidea ant. unter dem Meniscus int. ein intracapsuläres Knochenstück sich entwickelt; es wird hierdurch das vordere Ende der überknorpelten Gelenkfläche emporgehoben, so dass bei Erwachsenen auch der vordere Abschnitt der medialen Tibiagelenkfläche in seiner Krümmung mit der Form des Condylus int. femoris in Uebereinstimmung steht. Der Druck des Körpergewichts, welcher bei aufrechtem Stehen und beim Gehen auf der Tibia lastet, wirkt auf die mediale Gelenkfläche nicht bedeutend genug ein, um, wie es bei der lateralen geschieht, die Form derselben erheblich umzugestalten, weil durch die oben beschriebene Rotation des Femur am Schluss der Streckung der Druck sich mehr auf den ganzen vorderen Abschnitt der Gelenkfläche vertheilt. Ob endlich die Communication der Bursa synovialis semimembranosa mit dem Kniegelenk auf einem Vorgang beruhen könne, welcher dem oben für die Communication der Bursa poplitea nachgewiesenen analog ist, vermag ich nicht zu entscheiden; doch muss diese Annahme sehr unwahrscheinlich erscheinen, nachdem Gruber *) diese Communication, welche übrigens nach seiner

*) Prager Vierteljahrsschrift f. prakt. Heilk. 1845. Bd. 1.

Angabe nur in der Hälfte der Fälle vorkommt, niemals bei Kindern beobachtete, und auch mir keine Andeutung derselben bei Neugeborenen vorgekommen ist.

Der innerhalb der Kapsel des Kniegelenks gelegene Theil des Femur zeigt einige Eigenthümlichkeiten, deren Aufklärung ich durch Vergleichung dieses Theils bei Neugeborenen und Erwachsenen zu gewinnen hoffte, ohne indessen zu sehr befriedigenden Resultaten zu gelangen. Ich erwähne zuerst die intracapsulären Knochenflächen, welche sich an den Seitenflächen des Knochens zwischen der mit Knorpel überzogenen Gelenkfläche und den Epicondylen befinden. Diese Knochenflächen sind auch bei Neugeborenen schon in ihrer Anlage vorhanden, indem auch hier die Insertionslinie der Gelenkkapsel vom oberen Rande der Gelenkfläche auf beiden Seiten nach den Epicondylen hin zurückweicht und erst am hinteren Rande der mit glatter Oberfläche versehenen eigentlichen Gelenkflächen der Condylen sich genau an die Grenzen derselben anschliesst. Die innerhalb der Gelenkkapsel liegenden Seitenflächen des Femur bestehen bei Neugeborenen, wie die ganze Epiphyse noch aus Knorpel, nur sind dieselben, von einer Art Perichondrium überzogen, nicht so glatt, als die eigentlichen Gelenkflächen, deren Knorpelüberzug bei der Verknöcherung der Epiphyse sich erhält, während an den Seitenflächen die Ossification die ganze Substanz des Epiphysenknorpels durchdringt. Es wird demnach ein in der Gelenkkapsel eingeschlossener Theil des Knorpelskeletts auch an seiner Oberfläche in Knochen umgewandelt, und es scheint mir dieser Vorgang, der sich übrigens auch an anderen Gelenken nachweisen lässt, deshalb nicht ohne alles Interesse zu sein, weil er beweist, dass sich der Epiphysenknorpel an der Oberfläche des Knochens nicht in der Ausdehnung, in welcher er sich innerhalb der Gelenkkapsel befindet, sondern nur an den Theilen der Oberfläche erhält, welche bei den Bewegungen des Gelenks mit den Gelenkflächen der anderen Knochen oder analogen Theilen, Bandscheiben etc., in Berührung treten. Die beschriebenen intracapsulären Knochenflächen des Femur unterscheiden sich von den nämlichen, an den Fusswurzelgelenken von mir beschriebenen Flächen wesentlich dadurch, dass sie während der intrauterinalen Entwicke-

lungsperiode des Gelenks schon vorgebildet wurden, und es könnte sich hier nur noch darum handeln, die Ursachen ihrer Bildung nachzuweisen. Jedenfalls ist es doch auffallend, dass an den meisten Gelenken die Gelenkkapsel von dem Rande des einen direct zum Rande des anderen Knochens überspringt, und wenn man annehmen darf, dass in einer früheren Periode auch am Kniegelenk die Kapsel ein ähnliches Verhalten zeigte, so würde man eine Wucherung des Knorpels innerhalb der Kapsel annehmen müssen. Diese Knorpelwucherung erfolgt nun vorzugsweise an den Theilen des Femur, welche bei gebeugter Stellung des Kniegelenks mit der Tibia nicht in Contact sind und demnach unter einem geringeren Druck stehen, als die hinteren Abschnitte der Femurgelenkflächen; es kann also die Bildung dieser intracapsulären und dennoch bei den Bewegungen unbetheiligten Flächen vielleicht unter denselben Bedingungen stattfinden, unter denen sich während des Lebens die analogen Flächen am Talus und Calcaneus entwickeln. Doch bleibt dieser Erklärungsversuch immer nur eine Hypothese, und Hypothesen dieser Art darf man nur mit dem Wunsche aussprechen, dass an ihre Stelle recht bald die Resultate einer exacten embryologischen Forschung treten mögen.

Die Form des Condylus int. femoris bietet bei Vergleichung einer grösseren Anzahl von Exemplaren auffallende individuelle Verschiedenheiten. Ehe sich der Condylus int. mit dem Condylus ext. zu der gemeinschaftlichen Gelenkfläche vereinigt, auf welcher bei den Bewegungen des Gelenks die Patella gleitet, biegt der obere Abschnitt desselben gegen den unteren in der Weise um, dass seine Drehungsaxe im Gegensatz zu der beinahe horizontalen Drehungsaxe des übrigen Condylus mit der Horizontalebene einen ziemlich bedeutenden Winkel bildet. Dieser obere Abschnitt des Condylus int., dessen eigene Drehungsaxe, wie Meyer a. a. O. nachgewiesen hat, am Schluss der Streckung die schon oben erwähnte Drehung des Femur bedingt, zeigt bei verschiedenen Individuen verschiedene Länge und verschiedene Form, indem die Umbeugung in einem mehr oder weniger stumpfen Winkel, bald mehr als Knickung an einem bestimmten Punkt, bald mehr als allmähliche Umbiegung sich zeigt. Durch solche Differenzen in der Form des

Condylus int. wird die Form der Fossa intercondyloidea wesentlich verschieden, und eine Vergleichung dieser Form in Fig. 9 u. 10 zeigt deutlich, in welchem Maasse diese Differenzen auch bei Neugeborenen schon ausgeprägt sind. Ob nicht aber auch während des Lebens noch eine Umgestaltung der Fossa intercondyloidea durch Veränderung der Form des Condylus int. eintreten könne, ist eine offene Frage, die ich nach meinen Untersuchungen zwar zu bejahen geneigt bin, ohne freilich zur Unterstützung meiner Annahme bis jetzt positive Beobachtungen aufnehmen zu können.

Gegenüber den bisher angegebenen ziemlich negativen Resultaten meiner Untersuchungen, soweit sie die Entwicklung der Femurgelenkflächen betreffen, giebt die Vergleichung der Form dieser Flächen bei Neugeborenen und Erwachsenen nicht uninteressante Aufschlüsse über die Entstehung der First, durch welche der für die Patella ausschliesslich bestimmte Theil der Femurgelenkfläche von den Condylenflächen abgegrenzt wird, welche bei den Bewegungen des Gelenks mit den Bandscheiben und den Tibiaflächen in Berührung treten. Diese First tritt nach der Angabe Henle's *) dadurch deutlicher hervor, „dass sich hinter derselben jederseits ein mitunter ziemlich tiefer Eindruck befindet, von dreiseitiger Form, breit am Seitenrand der Gelenkfläche beginnend, mit der Spitze ein- und etwas rückwärts gegen die Fossa intracondyloidea gerichtet.“ Henle giebt auch den erwähnten Vertiefungen hinter der First ganz richtig die Deutung von Abdrücken der beiden Bandscheiben, welche am Schluss der Streckung mit diesen Punkten der Femurfläche in Contact treten, und, da dieselben bei Neugeborenen sich noch nicht finden, so müssen sie als Resultat der Streckbewegungen aufgefasst werden, welche während des Lebens so häufig beim Gehen ausgeführt werden. Die Entwicklung dieser Eindrücke etwas genauer zu verfolgen, scheint mir nicht nur für pathologische Vorgänge, von denen später die Rede sein soll, sondern auch für physiologische Beziehungen von Bedeutung zu sein, weil die Differenzen in der Form der Eindrücke auf beiden Seiten sich aus der Mechanik des Gelenks ableiten lassen. Auch hier

*) Handbuch der Bänderlehre d. Menschen. 1850. S. 132.

muss die Untersuchung von der schon oft erwähnten Rotation des Femur ausgehen, welche am Schluss der Streckung des Kniegelenks erfolgt. Diese Rotation findet um eine verticale Axe in der Weise statt, dass der Condylus int. etwas von dem vorderen Rande der Tibiagelenkfläche zurückweicht, während der Condylus ext. etwas weiter nach vorn tritt. Durch eine solche Bewegung kommt von dem letzteren nur der äussere Rand mit der Bandscheibe in Berührung; es concentrirt sich also auf diesen Rand nicht nur der Druck, mit dem die an der Tibia ziehenden Muskeln die eingeklemmte Bandscheibe gegen das Femur pressen, sondern auch bei dem Gehen und Stehen der Druck des ganzen Körpergewichts. Hiernach wird es begreiflich, dass in der Regel nur der äussere Rand der Femurfläche einen Abdruck der Bandscheibe erhält, dass also die durch diesen Eindruck gebildete First in der Regel am Condylus ext. nicht die ganze Breite seiner Gelenkfläche, sondern nur deren äusseren Theil einnimmt (vgl. Fig. 8 f.); zugleich aber lässt es sich aus den angedeuteten Verhältnissen erklären, dass da ein beträchtlich tiefer Eindruck entstehen kann, wo ein so bedeutender Druck auf eine ziemlich beschränkte Fläche einwirkt. Am Condylus int. kommt die Fläche desselben am Schluss der Streckung in ihrer ganzen Breite mit der inneren Bandscheibe in Berührung und nur der der inneren Seitenfläche des Knochens zunächst liegende Rand bleibt zuweilen dadurch von der innigen Berührung ausgeschlossen, dass er bei der Rotation des Femurs zu weit nach hinten tritt; es bildet sich deshalb hier in der Regel auf der ganzen Breite der Gelenkfläche ein von aussen vorn nach innen hinten gegen die Fossa intercondyloidea hin verlaufender Eindruck (vgl. Fig. 8 g.), und durch denselben eine First, die sich häufig noch dadurch mehr von der übrigen Gelenkfläche abhebt, dass an dieser Stelle eine Wucherung des Knorpels und Zerkfaserung seiner Oberfläche eintritt. Der Abdruck der Bandscheibe am Condylus int. wird aber bei seiner grösseren Breitenausdehnung auch flacher, indem durch die Rotation die Bandscheibe weniger fest auf den etwas nach hinten zurücktretenden Condylus angedrängt wird und der Druck sich auf eine breitere Fläche vertheilt. Durch die ungleiche Tiefe der Eindrücke auf beiden Seiten entsteht nun eine Höhendifferenz der

am Schluss der Streckung mit der Tibia in Contact befindlichen Theile der Condylen ganz durch denselben Mechanismus, welchen ich oben als Ursache der bei Erwachsenen so deutlichen Höhendifferenz zwischen den vorderen Abschnitten der inneren und äusseren Tibiagelenkfläche nachgewiesen habe, und wenn mit der tiefer gelegenen äusseren Tibiagelenkfläche ein weniger hoher Theil des Condylus ext. am Schlusse der Streckung in Berührung kommt, während auf der inneren Seite des Kniegelenks ein höherer Theil des Condylus int. mit einem höheren Theil der inneren Tibiagelenkfläche in Contact tritt, so folgt daraus eine Abduction des Unterschenkels, welche freilich unter physiologischen Bedingungen zu unbedeutend ist, um beachtet zu werden, unter gewissen Verhältnissen aber, von denen später die Rede sein soll, sich zu einem bedeutenden Grade entwickeln kann.

Nachdem die Entwicklung der Tibia- und der Femurgelenkflächen besprochen worden sind, bedarf es nur noch weniger Worte über den Antheil, welchen die Patella, als der dritte der das Kniegelenk zusammensetzenden Knochen an der Entwicklung desselben nimmt. Die Gelenkfläche der Patella wird bei Neugeborenen durch eine vertical von oben nach unten verlaufende First in zwei ziemlich gleiche Theile zerlegt, welche in ihrer Form und Oberfläche gewöhnlich keine wesentlichen Abweichungen zeigen. Ebenso wenig sind erhebliche Unterschiede in der Dicke der beiden seitlichen Hälften bemerkbar, und Fig. 12, ein horizontaler Durchschnitt durch die Mitte der Patella eines Neugeborenen, zeigt deutlich die Aehnlichkeit, welche sich zwischen den beiden seitlichen Hälften in jeder Beziehung findet. Bei gebeugter Stellung des Kniegelenks nimmt die Patella die durch die punktirte Linie Fig. 10 angedeutete Lage ein; ihr oberer Rand entspricht dem oberen Rande der Fossa intercondyloidea, ihr unterer dem vorderen der Tibia, ihre äussere Facette liegt zum grössten Theile auf der Gelenkfläche des Condylus ext. femoris auf, während die innere Facette in der Fossa intercondyloidea liegt und in der Regel mit ihrem Rande nur den die Fossa intercondyloidea begrenzenden Rand des Condylus int. femoris berührt. Wenn man die gebeugte Lage des Kniegelenks als diejenige annehmen darf, welche dasselbe wenigstens in den spä-

teren Stadien seiner intrauterinalen Entwicklung einnimmt, so wird aus der eben beschriebenen Lage der Patella klar hervorgehen, dass nur die Gelenkfläche des Condylus ext. femoris in Beziehungen zu der Gelenkfläche der Patella stehen kann. Es entspricht auch in der That das Stück der äusseren Condylenfläche, welches in gebeugter Stellung des Kniegelenks den grösseren Theil der äusseren Facette der Patella trägt, in den Krümmungsverhältnissen seiner Oberfläche der flachen Oberfläche dieser Facette, indem die Fläche, ohne eine Convexität in der Richtung von rechts nach links zu zeigen, gegen die Fossa intercondyloidea hin nach hinten und innen schief abfällt. Der entsprechende Theil des Condylus int. zeigt die gewöhnlichen Krümmungsverhältnisse, weil seine Entwicklung unabhängig von der der Patella stattfindet, deren inneren Rand er nur noch mit seinem äusseren berührt. Bei den Streckbewegungen gleitet nun die Patella nach oben und bleibt bis zum Ende der Streckung bei Neugeborenen in ziemlich engem Contact mit der Femurgelenkfläche, indem die vertical verlaufende First der Patella sich von der Fossa intercondyloidea aus in der verticalen Vertiefung der Femurgelenkfläche nach oben bewegt; am Schluss der Streckung entspricht der obere Rand der Patella ziemlich genau dem oberen Rande der Gelenkfläche des Femur, an welchem sich bei Neugeborenen unmittelbar die Insertion der Gelenkkapsel anschliesst. Bei Erwachsenen ist zunächst die Gelenkoberfläche der Patella ziemlich in ihrer Form verändert, indem das Wachsthum der einzelnen Theile im sagittalen Durchmesser unter verschiedenen Bedingungen sich verschieden entwickelt. Maassgebend ist für die Entwicklung der Patella während des Lebens die gebeugte Stellung des Kniegelenks, weil sie die gewöhnliche Ruhestellung des Gelenks ist und es sich hier nicht, wie bei den Gelenkflächen der Tibia und des Femur, um den Einfluss des Körpergewichts bei Streckung des Gelenks auf die Umformung der Gelenkflächen handeln kann. In gebeugter Stellung des Gelenks befindet sich aber die Patella nur mit ihrer äusseren Facette einer Knochenfläche gegenüber, ihre innere Facette liegt in der nur von Weichtheilen ausgefüllten Fossa intercondyloidea und deshalb sind für das Wachsthum dieser Facette in sagittaler Richtung günstigere Bedingungen

vorhanden, als für die erstere. Es wuchert demnach der innere Theil des Knochens in die Fossa intercondyloidea hinein, und es kann sich dieser Prozess in vielen Fällen bis zu dem Grade entwickeln, dass aus der inneren Facette zwei Facetten entstehen, deren eine, die mittlere, wie die ursprüngliche eine frontale Oberfläche besitzt, während die Oberfläche der anderen im Anschluss an die der Fossa intercondyloidea zugekehrten Fläche des Condylus int. in sagittaler Ebene liegt. Fig. 11, der horizontale Durchschnitt durch die Patella eines Erwachsenen in der Mitte ihrer Höhe, mag dazu dienen, das Verhältniss der einzelnen Facetten etwas anschaulicher zu machen; die Durchschnittslinie der äusseren Facette verläuft von a bis b, die der mittleren von b bis c, die der inneren von c bis d, und es wird überflüssig sein, die Unterschiede zwischen diesem Durchschnitt und Fig. 12 noch hervorzuheben. Nicht immer ist die innere Facette so deutlich entwickelt, als in dem Fall, der für die Zeichnung von Fig. 11 benutzt wurde; selten ist der Winkel, welchen die innere und mittlere Facette bilden, so scharf ausgeprägt und häufig wird man Mühe haben, an der Oberfläche der Patella die 3 durch verticale Firsten getrennten Facetten zu erkennen, welche Malgaigne*) zuerst beschrieben hat. Bei den Streckbewegungen correspondirt in Folge der stärkeren Entwicklung der inneren Hälfte der Patella in sagittaler Richtung die Oberfläche der Patella bei Erwachsenen nicht mehr mit der Gelenkfläche des Femur; sobald die Kniescheibe die Fossa intercondyloidea verlassen hat, bleiben nur noch die beiden äusseren Facetten mit der Femurfläche in Contact, die innere verlässt diese Fläche und der innere Rand der Patella entfernt sich so erheblich von der Femurfläche, dass man schon bei halb vollendeter Streckung auch am Lebenden die ganze Facette unter der Haut durchfühlen kann. Man hat das Vorstehen des inneren Randes der Patella zur Erklärung der Disposition der Patella zu Luxationen nach aussen zu verwerthen gesucht, weil äussere Gewalten leichter auf diesen, als auf den anderen Rand einwirken müssten; wenn dies wirklich der Fall wäre, so müsste bei Kindern, so lange die Entwicklung der

*) Traité d'anatomie chirurgicale. Tom. 2. 1859. p. 802.

fötalen Form der Patella noch nicht bis zur Bildung der dritten inneren Facette fortgeschritten ist, die Prädisposition der Patella zur Luxation nach aussen und deshalb auch wohl die Disposition zur Luxation derselben überhaupt sehr gering sein. Es darf also vielleicht die Umformung der Gelenkoberfläche der Patella, welche ich im Vorhergehenden zu schildern versuchte, einige praktische Bedeutung beanspruchen; von grösserem anatomischen Interesse ist jedenfalls ein Punkt, der jetzt noch erörtert werden muss und sich auf die Bewegung der Patella bezieht. Ich erwähnte oben, dass bei Neugeborenen am Schluss der Streckung der obere Rand der Patella sich am oberen Rande der Femurgelenkfläche befindet; bei Erwachsenen dagegen steht am Schluss der Streckung der obere Rand der Patella soweit über dem oberen Rand der Femurgelenkfläche, dass nach Malgaigne's *) Angabe, welcher zuerst das eigenthümliche Verhältniss beschrieb, die Gelenkflächen der Patella und des Femur sich aussen nur noch in der Ausdehnung von 9, innen, wo der obere Rand der Femurgelenkfläche tiefer steht, sogar nur in der Ausdehnung von 5 Linien berühren. Wenn nun auch bei den zahlreichen individuellen Verschiedenheiten diese Zahlen für viele Fälle zu niedrig gegriffen sind, so muss doch als Regel festgehalten werden, dass bei Erwachsenen am Schluss der Streckung der obere Abschnitt der Patellafläche über der Gelenkfläche des Femur steht, und offenbar drängt die Patella bei den häufig ausgeführten Streckbewegungen die Insertion der Gelenkkapsel nach oben zurück und erweitert auf diese Weise die Synovialhöhle, so dass schliesslich das dem oberen Rande der Gelenkfläche zunächst gelegene Stück der Vorderfläche des Femur, welches von Malgaigne als „creux sus-condyliens“ bezeichnet wird, für den oberen Abschnitt der Patella die Rolle einer Gelenkfläche übernimmt. Es kann das allmähliche Hinaufrücken der Patella nur mit einer Dehnung des Ligamentum patellare verbunden sein, und wenn man die Länge der Patella mit der Länge des Bandes bis zu seiner Insertion an der Tibia vergleicht, so findet man, dass in der Regel bei Neugeborenen das Band ebenso lang, als die Patella, häufig noch etwas

*) Gazette médicale de Paris. 1836. p. 433.

kürzer ist, dass dagegen bei Erwachsenen häufig die Länge des Bandes die Länge der Patella ziemlich bedeutend übertrifft. Mit der Ausdehnung der Synovialhöhle nach oben wird erst die Möglichkeit zur Vereinigung derselben mit dem Schleimbeutel des Quadriceps gegeben und die Variationen in der Communication beider Höhlen finden in der Entwicklungsgeschichte des Kniegelenks ihre befriedigende Erklärung.

Ich habe in dem Vorhergehenden an den verschiedenen das Kniegelenk constituirenden Gelenkflächen den Einfluss nachzuweisen versucht, welchen die Bewegungen auf die Formen derselben und ihre Umgestaltung ausüben. Es wurde oft hervorgehoben, dass dieser Einfluss sich besonders durch das Körpergewicht geltend macht, welches bei dem Gehen und Stehen auf bestimmten Theilen des Gelenks lastet, und es mag zum Schlusse mir gestattet sein, auf einen pathologischen Prozess aufmerksam zu machen, der sich von den geschilderten physiologischen durch nichts anderes, als die Intensität der allmählig sich entwickelnden Erscheinungen unterscheidet. Vor einiger Zeit sprach ich auf Grund eines Präparats der bekanntlich so ausserordentlich häufigen Knieverkrümmung, welche man als Genu valgum zu bezeichnen pflegt, die Ansicht aus, dass in gewissen Fällen von Genu valgum die Abduction des Unterschenkels durch pathologische Vertiefung des oben näher beschriebenen Eindrucks der äusseren Bandscheibe auf der Gelenkfläche des Condylus ext. femoris bedingt sei. Noch ehe der betreffende kleine Aufsatz *) zum Druck gelangte, fand ich meine Ansicht durch ein zweites Präparat bestätigt, und meine Studien über die Entwicklungsgeschichte des Kniegelenks, sind nur dazu geeignet, meiner Ansicht eine reale physiologisch-anatomische Grundlage zu geben. Ich habe schon oben auf die Abduction des Unterschenkels hingewiesen, welche am Schluss der Streckung dadurch erfolgt, dass der vordere Abschnitt der lateralen Tibiagelenkfläche tiefer liegt, als der entsprechende Abschnitt der medialen und dass der Eindruck der Bandscheibe auf dem Condylus ext. femoris häufig tiefer wird, als der entsprechende auf dem Condylus int.;

*) Langenbeck's Archiv f. klin. Chirurgie. Bd. 2. 1862. S. 622—643.

ich brauche nur wenige Worte noch hinzuzufügen. Die Steigerung der erwähnten geringen physiologischen Abduction zu einer pathologischen kann dadurch erfolgen, dass der Eindruck am Condylus ext. femor. und der Tiefstand der äusseren Tibiagelenkfläche stärker ausgeprägt werden; da nun der erstere wie der letztere durch die Rotation des Femurs vorzugsweise bedingt sind, so wird ihre Steigerung aus einer stärkeren Rotation entstehen müssen und diese wird eintreten, wenn die eigene Drehungsaxe des besonders gekrümmten Abschnitts des Condylus int. femoris zur Wirksamkeit kommt, d. h. wenn die Streckung des Kniegelenks aussergewöhnlich weit getrieben wird. Auf die Rotation habe ich schon in meinem früheren Aufsatz hingewiesen, während die Beziehung der Streckung noch nicht genügend hervorgehoben wurde; ich kann jetzt nach Beobachtungen an Lebenden hinzufügen, dass sehr häufig bei Genu valgum eine Art Dorsalflexion der Tibia beobachtet werden kann, indem die Tibia soweit gestreckt wird, dass sie einen nach vorn offenen-stumpfen Winkel mit dem Oberschenkel bildet. Zugleich hatte ich früher dem Verhalten der Tibia nicht die gehörige Aufmerksamkeit geschenkt; es mag deshalb hier nicht unerwähnt bleiben, dass nach den in meinem Besitz befindlichen Präparaten der Tiefstand der äusseren Tibiagelenkfläche mit ihrem vorderen Theile bei Genu valgum in sehr erheblichem Grade ausgesprochen ist (vgl. Fig. 13, der Tibiakopf von dem Genu valgum eines Kindes; der Punkt h liegt viel niedriger, als i). Als ätiologische Momente sind zu berücksichtigen: abnorm lang andauernde oder häufig sich wiederholende Einwirkung des normal die Umformung der Gelenkflächen bedingenden Körpergewichts, bei angestrenghem Stehen und Gehen, oder Vermehrung dieses Gewichts durch Tragen schwerer Lasten, und endlich zu grosser Nachgiebigkeit der Knochen, welche dem einwirkenden Druck Widerstand zu leisten bestimmt sind. Die Symptomatologie muss sich für alle Fälle, welche auf den im Vorhergehenden angedeuteten anatomischen Verhältnissen beruhen, sehr einfach gestalten; die hauptsächlichsten Symptome sind: beginnende Dorsalflexion (Ueberstreckung) des Unterschenkels, Abduction und starke Rotation desselben nach aussen am Schluss der Streckung, und endlich Ver-

schwinden der Difformität bei gebeugter Stellung des Knieses, wenigstens in allen nicht schon sehr hochgradigen Fällen.

Man mag mir verzeihen, dass ich an dieser Stelle eine schon früher ausgesprochene und begründete Ansicht wiederhole; wenn ich auch von den neuen Gesichtspunkten absehe, welche ich durch meine Untersuchungen über die Entwicklung des Kniegelenks für die Deutung seiner pathologischen Veränderungen gewonnen habe, so scheint es mir nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, dass auch auf dem Gebiete der Gelenkkrankheiten überall die pathologische Forschung an die physiologische anknüpfen muss, um zu befriedigenden Resultaten zu gelangen.

IV. Das Hüftgelenk.

(Taf. XIII. Fig. 1—8.)

Die morphologischen Veränderungen, welche sich während des Lebens an den von der Kapsel des Hüftgelenks eingeschlossenen Scelettheilen entwickeln, zeigen wenig Aehnlichkeit mit den analogen Vorgängen, welche an den Fusswurzelgelenken und dem Kniegelenk in den vorhergehenden Capiteln nachgewiesen wurden. Bei diesen Gelenken suchte ich vorzugsweise zu zeigen, dass gewisse Theile ihrer Flächen im intrauterinalen Leben unter einem höheren Druck stehen, welche durch die im Leben ausgeführten regelmäßigen Bewegungen von ihrem Druck befreit wurden, während andere Theile der Gelenkflächen durch dieselben Bewegungen von einem höheren Grad von Druck belastet werden, dass auf diese Weise verschiedene Bedingungen für das Wachsthum der Knochen und durch diese endlich nachweisbare Umformungen der Gelenkflächen entstehen. An den Gelenkflächen des Hüftgelenks wird man sich vergeblich bemühen, analoge Vorgänge aufzufinden, und es würden die Untersuchungen über die Entwicklung dieses Gelenks ohne besonderes Interesse sein, wenn nicht, abgesehen von der Längenentwicklung der verschiedenen Muskelgruppen, von denen noch später gesprochen werden soll, ausser den eigentlichen Gelenkflächen innerhalb der Kapsel ein Theil des Femurs sich befände, der durch seine eigenthümliche Entwicklung Veränderungen in der ganzen Stellung des Schenkelkopfs bedingt. Die Kugelform der

Gelenkoberfläche des Schenkelkopfs und die entsprechenden Formen der Flächen der Beckenknochen, welche die Pfanne zusammensetzen, bleiben bei den Bewegungen des Gelenks vollkommen erhalten, weil gerade die ursprüngliche Form der Flächen die Möglichkeit ausschliesst, dass auf bestimmte Theile derselben bei den Bewegungen der Druck sich concentrirt. Es kann deshalb nicht eigentlich die Umgestaltung der Gelenkflächen selbst der Gegenstand entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen sein, und ich muss mich darauf beschränken, die Entwicklung des Schenkelhalses und den Einfluss derselben auf die Stellung des Schenkelkopfs zu besprechen.

Eine Vergleichung von Fig. 2., dem oberen Abschnitt des Femur eines Neugeborenen, mit Fig. 1., demselben Theil des Femur eines Erwachsenen (beide in der Ansicht von vorn gezeichnet), kann dazu dienen, die morphologischen Differenzen dieses Skelettheils im Beginne und am Ende seiner Entwicklung wenigstens in ihren allgemeinen Umrissen zu zeigen. Die Spitze des Trochanter major steht bei Neugeborenen fast im Niveau des höchsten Punkts des Schenkelkopfs; bei Erwachsenen dagegen trifft eine durch die Spitze des Trochanter major gelegte horizontale Ebene ungefähr den Mittelpunkt der ideellen Kugel, von der der Schenkelkopf ein Segment bildet. Demnach muss im Leben ein vermehrtes Höhenwachsthum des Femurtheils stattfinden, welcher den Schenkelkopf trägt, und der Schenkelkopf hierdurch in die Höhe geschoben werden, während der Trochanter unten zurückbleibt. Der Theil des Femur, welchen man bei Erwachsenen als Schenkelhals bezeichnet, ist zwar bei Neugeborenen schon in seiner Anlage vorhanden, aber nur wenig in die Länge entwickelt; bei Neugeborenen findet man, besonders zwischen der Spitze des Trochanter major und dem Schenkelkopf, aber auch an der ganzen Grenze des Schenkelkopfs hinter demselben eine Einschnürung, welche nur an der unteren inneren Grenze des Schenkelkopfs so undeutlich wird, dass hier die Kugelfläche des Schenkelkopfs ohne die Andeutung des Halses in die Oberfläche des Femur überzugehen scheint (vgl. Fig. 5., den frontalen Durchschnitt des oberen Femurendes von einem Neugeborenen). Bei Erwachsenen ist der Schenkelhals mehr

in die Länge, aber weniger in der Dicke entwickelt; noch deutlicher als die Vergleichung der vorderen Ansicht eines Schenkelkopfs und Halses von einem Neugeborenen und derselben von dem eines Erwachsenen giebt die Vergleichung der Fig. 3. und 4. über dieses Verhältniss Aufschluss. Es sind in diesen Figuren die Durchschnitte des oberen Femurendes von einem Neugeborenen (Fig. 4.) und einem Erwachsenen (Fig. 3.) gezeichnet, welche man in fast horizontaler Richtung bei den ersteren, in einer etwas von oben innen nach aussen und unten sich herabsenkenden Ebene bei dem letzteren durch den Mittelpunkt des Schenkelkopfs und zugleich durch die Längsaxe des Schenkelhalses legen kann. In Fig. 3. ist der Durchschnitt des Trochanter major von dem des Schenkelkopfs deutlich durch eine ziemlich lange, schmale Knochenbrücke getrennt, in Fig. 4. sind die Durchschnitte dieser beiden Theile nur durch eine seichte Einschnürung von einander abgesetzt. Endlich ist noch hervorzuheben, dass die Linie, welche den glatten Knorpelüberzug des eigentlichen Schenkelkopfs von dem Schenkelhals trennt, bei Neugeborenen und bei Erwachsenen in verschiedener Richtung verläuft. Bei Neugeborenen kann man den Schenkelkopf durch einen fast senkrecht von oben nach unten, nur etwas zugleich von oben und aussen nach unten und innen geführten Schnitt vom Femur abtrennen, weil jene Grenzlinie hier in einer mit der Längsaxe des ganzen Knochens ungefähr parallelen sagittalen Ebene verläuft; bei Erwachsenen aber muss der Sägeschnitt, welcher den Schenkelkopf vom Schenkelhals trennen soll, fast ganz in der Horizontalebene geführt werden, denn hier verläuft die erwähnte Grenzlinie, wenigstens an dem grösseren Theil der Circumferenz, in horizontaler Richtung. Es scheint demnach bei Neugeborenen der Schenkelkopf mehr an der inneren Seite des Knochenschafts angeheftet zu sein, während bei Erwachsenen der Knochenschaft oder vielmehr die Fortsetzung desselben, der Schenkelkopf, an seinem oberen Ende den Schenkelkopf trägt. Diese Aenderung in der ganzen Lage des Schenkelkopfs ist charakteristisch für die eigenthümliche Entwicklung des Schenkelhalses und wird erst dann deutlich übersehen werden können, wenn man die Entwicklung

des Schenkelhalses, wie es im Folgenden geschehen soll, in ihren einzelnen Perioden etwas genauer verfolgt.

Die Deutung der eigenthümlichen, die Bildung und das Wachsthum des Schenkelhalses bedingenden Vorgänge ist keine sehr leichte Aufgabe, und wenn ich dieselbe hier zu lösen versuche, so ist dieser Versuch durchaus nicht dazu bestimmt, die Untersuchungen über diesen, für die Geschichte des Knochenwachsthum's gewiss bedeutungsvollen Scelettheil abzuschliessen. Zudem wurde meine volle Aufmerksamkeit erst dann auf diesen Punkt gelenkt, als es mir unmöglich war, das von mir gesammelte Material durch weitere Präparate in der wünschenswerthen Weise zu vervollständigen; weitere Untersuchungen werden vielleicht einige der folgenden Angaben berichtigen, jedenfalls aber die Lücken in denselben vielfach ergänzen müssen.

Die Verknöcherung an der oberen Diaphysengrenze des Femur ist bei ausgetragenen Früchten schon soweit fortgeschritten, dass ein Theil des Diaphysenknochens bei Neugeborenen innerhalb der Gelenkkapsel liegt; schon in der intrauterinalen Lebensperiode dringt die Ossification in die von der Gelenkkapsel eingeschlossenen Theile des Femur vor. Diese Eigenthümlichkeit wird weniger auffallend erscheinen, wenn man bedenkt, dass die Gelenkfläche seitwärts von der Längsaxe des Knochens und nicht, wie es bei den meisten übrigen Gelenkflächen der Fall ist, am Ende dieser Axe liegt. Das Längenwachsthum der langen Knochen erfolgt durch Verknöcherung des Epiphysenknorpels; dieser selbst wächst in die Länge durch Vermehrung seiner zelligen Bestandtheile und wahrscheinlich auch durch Wucherung der Intercellularsubstanz; jedenfalls darf man auf Grund der mikroskopischen Bilder des Knorpels in der Nähe der Ossificationsgrenze, welche in der Längenrichtung angeordnete Gruppen von Knorpelzellen zeigen, annehmen, dass das Längenwachsthum des Epiphysenknorpels in ganz besonderer Ausdehnung in der Nähe der Ossificationsgrenze erfolgt. Der in die Länge wachsende Epiphysenknorpel schiebt nun die an seinem Ende befindlichen, innerhalb der Gelenkkapsel liegenden Theile vor sich her, bis in dem Epiphysenende sich ein isolirter Knochenkern entwickelt und von diesem aus die von der Kapsel umfassten Theile

mit Ausnahme des Knorpelüberzugs der Gelenkoberfläche ossificiren. Am oberen Femurende reicht aber die Gelenkkapsel an der unteren Grenze ihrer Insertion so weit nach unten, dass schon bei dem Neugeborenen der innere Theil der Ossificationsebene von der Gelenkkapsel umgeben ist; die Höhe des Knorpels am oberen Epiphysenende ist der Höhe desselben am unteren Epiphysenende ziemlich gleich, so dass nicht etwa eine rascher fortschreitende Ossification am oberen Ende, sondern nur die Insertion der Gelenkkapsel an tiefer gelegenen Punkten des Femurschaftes als Ursache der eigenthümlichen Beziehungen der Kapsel zum Diaphysenknochen angenommen werden muss. Fig. 5., der frontale Durchschnitt durch das obere Ende des Femur eines Neugeborenen, durch den Mittelpunkt des Schenkelkopfs und die Insertion des Ligamentum teres an demselben gelegt, zeigt deutlich die beschriebenen Verhältnisse der Ossificationsebene zur Insertion der Gelenkkapsel, deren Durchschnittspunkte, ebenso wie in den folgenden Figuren, durch punctirte Linien angedeutet sind; der zwischen der unteren Linie und dem Punkt a liegende Theil des Diaphysenknochens befindet sich innerhalb der Gelenkkapsel. Das weitere Längenwachsthum am oberen Ende des Femur muss nun nothwendig wenigstens zum Theil innerhalb der Gelenkkapsel sich entwickeln und als sein Resultat muss die Bildung des Schenkelhalses aufgefasst werden; es zeigt aber die Entwicklung desselben noch manche Eigenthümlichkeiten, welche eine genauere Erörterung verdienen.

Wenn die Ossificationsebene, welche in Fig. 5. durch die Durchschnittslinie a b in ihrer Lage bei Neugeborenen angedeutet ist, in ihrer ganzen Ausdehnung immer parallel sich selbst in den späteren Altersperioden fortschreiten würde, so müsste der Diaphysenknochen gleichzeitig in den Trochanter major und in die unteren Theile des Schenkelkopfs sich fortsetzen. Ein Blick auf Fig. 6., den frontalen Durchschnitt des oberen Femurendes von einem etwa 7jährigen Kind, lehrt indessen, dass der Vorgang sich nicht in dieser einfachen Weise entwickelt. Was zunächst den Trochanter major betrifft, so theilt derselbe das Schicksal der analogen Tuberositäten, von der fortschreitenden Ossification des Knochenschafts längere Zeit unberührt zu bleiben und erst später durch

Entwicklung selbstständiger Ossificationspunkte zu verknöchern. Wenn man sich fragt, warum gerade diese Tuberositäten nicht gleichzeitig mit den anderen in gleicher Höhe liegenden Theilen verknöchern, so wird man auf diese Frage kaum eine bestimmte Antwort geben können. Allen erst ziemlich spät durch Bildung eigener Knochenkerne ossificirenden Tuberositäten kommt die Function zu, den Muskeln zur Insertion zu dienen; sie besitzen deshalb an der Stelle des gewöhnlichen Periostüberzugs einen Ueberzug von gefässarmen sehnigen Gewebstheilen. Wenn man nun den Gefässen des Periosts neben den eigentlichen in der Axe der langen Knochen sich verzweigenden Ernährungsgefässen des Knochens eine gewisse Bedeutung für die Energie der Ossification geben will, so wird man der Hypothese einige Beachtung schenken müssen, dass die peripheren Theile der Röhrenknochen auch bei dem Fortschreiten der Ossification im Centrum in der Ausdehnung, in welcher sie von gefässarmen Sehnen bedeckt sind, noch geraume Zeit Knorpel bleiben können. Ein frappantes Beispiel dieser Art ist die Tuberositas patellaris; soweit das Ligamentum patellare sich an die Titia inserirt, bedeckt, nachdem die Ossification der Diaphyse schon weit nach oben fortgeschritten ist, noch lange Zeit eine Knorpelplatte als zungenförmiger Fortsatz des Epiphysenknorpels, die Vorderfläche des Diaphysenknochens. Jedenfalls ist die Persistenz des Knorpels vom Trochanter major von denselben Bedingungen abhängig, welche die späte Verknöcherung der analogen Tuberositäten an anderen Stellen des Scelets verursachen, und es kann deshalb als keine besonders auffallende Erscheinung bezeichnet werden, dass der Diaphysenknochen neben dem Trochanter major vorbei in die Höhe wächst und deshalb beim Erwachsenen die Spitze des Trochanter major im Verhältniss zum Schenkelkopf bedeutend niedriger steht, als bei Neugeborenen.

Ebenso wie der Trochanter major verhält sich auch der Schenkelkopf bei dem Längenwachsthum des Femur am oberen Epiphysenende, wenigstens in den ersten Lebensjahren ziemlich passiv. Der nach oben wachsende Diaphysenknochen dringt nämlich zunächst nicht in den Schenkelkopf ein, sondern er wächst durch Knorpelwucherung an der Ossificationsgrenze, welche sich, wie oben

schon erwähnt wurde, mikroskopisch nachweisen lässt, und, indem an der Grenze des ossificirenden Knorpels in demselben Maasse, in dem dieser verknöchert, der Knorpel immer weiter in die Höhe wächst, schiebt der Knochenschaft den Schenkelkopf vor sich her. Dadurch, dass die Ossificationsebene in horizontaler Lage immer parallel sich selbst nach oben fortschreitet, wird natürlich zuerst nur der untere und innere Theil des Schenkelkopfs emporgehoben, während der obere und äussere von diesem Vorgang unberührt bleibt. In Fig. 6. ist der Schenkelhals unten und innen schon zu einer ziemlich bedeutenden Länge entwickelt, oben aber, zwischen der Spitze des Trochanter major und der oberen Peripherie des Schenkelkopfs wird der Schenkelhals nur durch die einfache Einschnürung repräsentirt, welche sich auch in derselben Weise schon bei Neugeborenen (Fig. 5.) findet. Soweit der Schenkelhals an der inneren Peripherie sich in der Längsrichtung entwickelt hat, hat er auch den inneren Theil des Schenkelkopfs in die Höhe geschoben, und die Ebene, welche sich durch die Begrenzungslinie dieses Theils legen lässt, steht nicht mehr perpendicular, sondern liegt ebenso, wie die Ossificationsebene, beinahe horizontal. Zugleich hat sich im Schenkelkopf der Epiphysenknochenkern entwickelt und die Ossification ist von ihm aus ziemlich gleichmässig in der Richtung aller Radien fortgeschritten. Wächst nun der Diaphysenknochen in die Höhe fort, so erreicht die Ossification auch aussen an der Einschnürung zwischen Trochanter major und Schenkelkopf die Oberfläche, und dadurch, dass die Knorpelbrücke, welche an dieser Stelle den Knorpel des Schenkelkopfs mit dem des Trochanter major verband, ebenfalls zur Ossification gelangt, wird der Knorpel der Epiphyse in zwei getrennte Theile zerlegt, welche beide selbstständig verknöchern müssen. Durch das weitere Wachsen des Diaphysenknochens bildet sich nun auch oben an der Stelle der Einschnürung zwischen Trochanter major und dem Schenkelkopf ein längeres Knochenstück, ein Stück des Femurschafts, welcher in den früheren Perioden der Entwicklung noch von aussen her durch den Knorpel des Trochanter major bedeckt wurde; der Diaphysenschaft ist alsdann, wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf, am Trochanter major vorbei in die Höhe gewachsen. Der

Schenkelhals ist also am Ende seiner Entwicklung das Stück des Diaphysenschafts, welches sich zwischen dem Trochanter major und dem Schenkelkopf befindet. In Fig. 7., dem sagittalen Durchschnitt des oberen Femurendes von einem ungefähr 16 jährigen Individuum, ist die Bildung des Schenkelhalses vollendet; ebenso ist der Trochanter major fast vollständig verknöchert und nur ein feiner Knorpelstreif als Grenze zwischen dem Knochen der Diaphyse und dem der Apophyse sichtbar. Ein ähnlicher Streif verläuft in ziemlich horizontaler Richtung durch den Schenkelkopf; es ist dieses die Grenze zwischen Diaphysen- und Epiphysenknochen. Aus der Richtung dieses Streifs, welcher mit dem inneren Ende einige Linien über der unteren Grenze des Knorpelüberzugs des Schenkelkopfs mit diesem zusammentrifft, geht hervor, dass schliesslich der Diaphysenknochen noch in die Substanz des Schenkelkopfs eindringt, während er in den früheren Perioden des Wachstums diesen vor sich her schob; es wächst also an dieser Stelle der Diaphysenschaft der Art in den Epiphysenknorpel hinein, dass seine Oberfläche noch von dem Knorpelüberzug des Gelenkkopfs bedeckt wird. Zum Theil scheint jedoch dieser Knorpelüberzug des Diaphysenknochens noch zu schwinden; wenigstens steht bei Erwachsenen sehr häufig das Ligamentum teres der unteren Grenze des Knorpelüberzugs näher, als in den früheren Entwicklungsperioden. Wenn man den frontalen Durchschnitt des Schenkelkopfs eines Erwachsenen, Fig. 8., mit den übrigen Durchschnitten vergleicht, so ergibt sich, dass die obere Grenze der Insertion des Ligamentum teres bei dem ersteren zwischen mittleres und inneres Drittheil, bei den letzteren aber in die Mitte der Linie fällt, welche den Durchschnitt des Knorpelüberzugs bildet. Ob dieser Knorpelschwund nur dadurch bedingt ist, dass die äussersten Grenzen der Gelenkoberfläche bei den gewöhnlichen Bewegungen des Hüftgelenks nicht mehr mit der Fläche der Gelenkpfanne in Berührung kommen, oder ob gleichzeitig auch der Verschmelzungsprozess zwischen Diaphysen- und Epiphysenknochen hierbei mitwirkt, wird sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden lassen. Jedenfalls kann dieser Knorpelschwund an der unteren Grenze der Gelenkoberfläche nur dazu beitragen, dass die Begrenzungslinie des Knorpelüberzugs noch mehr

bei Erwachsenen in horizontaler Ebene liegt, als dieses wegen des oben geschilderten Emporhebens des Schenkelkopfs durch den in die Höhe wachsenden Schenkelhals der Fall sein muss. Die obere äussere Grenze des Knorpelüberzugs bleibt übrigens von beiden Vorgängen unberührt, wie man an manchen Schenkelköpfen von Erwachsenen sehr deutlich sehen kann. Der obere Abschnitt der Begrenzungslinie verläuft, wie bei Neugeborenen, in einer sagittalen Ebene, der untere in einer horizontalen; vorn und hinten müssen demnach diese beiden Abschnitte in rechtem Winkel zusammenreffen und der vordere dieser Winkel ist an vielen Schenkelköpfen ziemlich scharf ausgeprägt. Auch in Fig. 1. ist dieser Winkel (r) deutlich zu erkennen; es scheint an dieser Stelle eine zungenförmige Fortsetzung des Knorpelüberzugs auf den Schenkelhals überzugehen. In solchen Fällen würde man den von Knorpel überzogenen Theil des Schenkelkopfs nur dann rein aus dem Schenkelhals heraussägen können, wenn man auf den horizontalen Sägeschnitt, welcher von innen bis zum Punkt r geführt werden müsste, einen zweiten senkrechten Sägeschnitt aufsetzte, welcher von oben her bis zum Punkt vordringen müsste.

Dass die Dicke des Schenkelhalses geringer, als die des Kopfs und des oberen Endes des Femurschafts ist, wird nach den obigen Angaben keiner besonderen Erklärung mehr bedürfen. Wenn man von der Dicke des oberen Endes des Schenkelschafts die Dicke des Trochanter major in Abzug bringt, welcher vermöge seines eigenen Knochenkerns ein selbständiges Wachsthum besitzt, so bleibt ein Knochen übrig, welcher kaum dicker, als der Schenkelhals ist. Ebenso besitzt der Schenkelkopf einen eigenen Knochenkern, von welchem aus ein gleichförmiges Wachsthum nach allen Seiten hin stattfindet; der Schenkelhals entspricht aber in den Verhältnissen seines Wachsthums durchaus dem Diaphysenschaft, dessen directe Fortsetzung er bildet, und muss deshalb vorzugsweise in der Länge wachsen, während sein Wachsthum in der Dicke vom Periost aus weniger energisch sich entwickelt. Das Periost des Schenkelhalses besteht zugleich innerhalb der Gelenkkapsel aus eigenthümlich sehnigem und gefässarmem Gewebe, welches zur Kno-

chenneubildung vielleicht weniger geeignet ist, als die Periostbedeckung des übrigen Femurschafts.

Ich habe im Vorhergehenden keine Gelegenheit gefunden, die Frage zu besprechen, ob der Winkel, welchen der Schenkelhals mit dem Femurschaft bildet, sich unter dem Einfluss des Körpergewichts entwickelt, welches beim Gehen und Stehen auf den Schenkelkopf drückt. Da der Schenkelhals diesem Druck entgegenwächst, so müsste man, wenn dieser Druck wirklich bedeutend genug ist, um auf das Wachsthum des ganzen Knochens einzuwirken, eher annehmen, dass derselbe im Stande sei, das ganze Längenwachsthum zu hemmen. Ich bin deshalb zu der Ansicht geneigt, dass das Längenwachsthum der Diaphyse dadurch eine Ablenkung nach innen erfährt, dass der Knorpel des Trochanter major der Ossification, so zu sagen, Widerstand leistet. An dem ausgebildeten verknöcherten Schenkelhals mag indessen wohl eine knickende Einwirkung des Körpergewichts möglich sein, und die individuellen Verschiedenheiten des Winkels zwischen Femur und Collum femoris, welche von einzelnen Schriftstellern auf die Verschiedenheit des Geschlechts und auf die verschiedenen Altersstufen bezogen werden, können in der geringeren oder grösseren Widerstandsfähigkeit des Knochengewebes unter gewissen physiologischen und pathologischen Verhältnissen ihre Erklärung finden.

Die Untersuchungen über die Entwicklung des Schenkelhalses, deren Resultate ich im Vorhergehenden auseinander zu setzen versuchte, wurden zunächst nur zu dem Zweck angestellt, um über die Differenzen in der Form des oberen Femurendes bei Neugeborenen und Erwachsenen Aufschluss zu gewinnen; die Entwicklung der von der Gelenkkapsel eingeschlossenen Theile ist aber auch nach meiner Ansicht für einige pathologische und physiologische Fragen nicht ohne Bedeutung. Die ausserordentliche Häufigkeit der Entzündungen des Hüftgelenks im kindlichen Alter wird man weniger auffallend finden, wenn man sich daran erinnert, dass hier innerhalb der Gelenkkapsel physiologische Prozesse verlaufen, welche an anderen Gelenken gewöhnlich ausserhalb der Kapsel sich entwickeln. An den Punkten, wo die bedeutendsten Ernährungsvorgänge des Knochens, wo nicht die einfache Erhaltung seiner

Gewebelemente, sondern die Entwicklung neuer Elemente und ihre Umbildung vorzugsweise stattfinden, sind natürlich auch die günstigsten Bedingungen für das Zustandekommen entzündlicher Prozesse gegeben. Ich will nicht etwa behaupten, dass jede Hüftgelenksentzündung von einer Ostitis in der oberen Epiphysenlinie bedingt sei, aber schon ein rascheres Wachsen des Schenkelbalses kann zu einer Spannung und Zerrung der Kapsel und dadurch zu einer Entzündung Veranlassung geben, und in allen Fällen, in denen es in späteren Stadien zur Fistelbildung und zur Abstossung nekrotischer Knochenstücke, ja selbst zur Epiphysentrennung mit Necrose des Schenkelkopfs kommt, wird man kaum Ursache haben, eine primäre Entzündung des Gelenks mit secundärer Erkrankung der Knochen anzunehmen. Eine Ostitis oder Periostitis, welche an den Epiphysenenden der Tibia und an der unteren Epiphyse des Femur nur zu Caries und Necrose führt, muss am oberen Epiphysenende des Femur ganz nothwendig die Erkrankung des Knochens noch mit der Erkrankung des Gelenks compliciren, und mit Rücksicht auf diese Verhältnisse muss die Anzahl der Hüftgelenksentzündungen im kindlichen Alter nothwendig grösser sein, als die Zahl der Entzündungen anderer Gelenke.

Die Entwicklung des oberen Femurendes scheint mir ferner deshalb von grossem physiologischen Interesse zu sein, weil ich diese Stelle des Skeletts für die geeignetste halte, um eine wichtige physiologische Frage zur Entscheidung zu bringen, die Frage nämlich, ob das Längenwachsthum der Knochen ausschliesslich nur durch Verknöcherung der Epiphysen erfolgt, oder ob man dem fertigen Knochen die Fähigkeit zugestehen muss, nicht nur durch Anlagerung neuer Knochenschichten auf seine Aussenfläche in die Breite, sondern auch, sei es durch Vermehrung seiner zelligen Elemente, sei es durch Wucherung der Intercellularsubstanz, oder endlich durch die Concurrenz beider Vorgänge, in die Länge zu wachsen. R. Volkmann hat in neuester Zeit in dieser Zeitschrift die Bedeutung dieser Frage wieder hervorgehoben und besonders durch Zusammenstellung interessanter chirurgischer Thatsachen, welche entschieden für das Wachsthum des ausgebildeten Knochens auch in der Längsrichtung sprechen, die bestimmten dieser An-

nahme widersprechenden Behauptungen gewichtiger Autoritäten zweifelhaft gemacht; er hat ferner die Veröffentlichung weiterer Untersuchungen über diesen Gegenstand in Aussicht gestellt. Ohne diese Untersuchungen, welche hoffentlich die Entscheidung dieser wichtigen Frage weiter fördern werden, vorgreifen zu wollen, mag es mir gestattet sein, einen kleinen Beitrag zur Besprechung derselben zu liefern.

Volkmann bemerkt, dass die Anatomen und Physiologen bis jetzt es kaum für der Mühe werth erachtet haben, die Möglichkeit des interstitiellen Knochenwachsthums der Discussion zu unterbreiten, und vielleicht ist den von ihm angeführten Citaten nur wenig mehr hinzuzufügen. Indessen wurde in früherer Zeit von einigen Forschern diese Möglichkeit einer experimentellen Prüfung unterworfen, und bei der Wichtigkeit des Gegenstandes wird es nicht überflüssig sein, an diese Experimente zu erinnern. Ich erlaube mir deshalb, das Referat Malgaigne's *) über dieselben in wörtlicher Uebertragung wiederzugeben. „Duhamel hatte bemerkt, dass das Längenwachsthum der Knochen gegen die Enden hin erfolge. Hunter, welcher die Experimente Duhamel's wiederholte und veränderte, gelangte zu dem bestimmteren Schluss, dass das Längenwachsthum des Knochens, ebenso wie das Breiterwerden durch Anlagerung neuer Schichten zu Stande käme. Er bohrte in der Tibia eines jungen Schweines zwei Oeffnungen und legte in jede derselben ein Bleikorn; als das Thier sich vollständig entwickelt hatte, fand er, dass der Knochen sich verlängert habe, obgleich die beiden Oeffnungen sich noch in derselben Entfernung von einander befanden. Dagegen bewahrt man im Hunter'schen Museum den Tarso-metatarsalknochen eines Huhnes auf, an dem Hunter denselben Versuch angestellt hatte; der Knochen war $\frac{1}{2}$ Zoll in die Länge gewachsen und die beiden Oeffnungen hatten sich, wie man behauptet, $\frac{1}{4}$ Zoll von einander entfernt, so dass also das Wachsthum zwar an den Enden beträchtlicher wäre, aber auch in dem Körper des Knochens stattfände. Flourens hat diese Versuche mit mehr Präcision und mehr Ausdauer wieder aufgenommen.

*) *Traité d'anatomie chirurgicale. Deuxième ed. Tom. 1. p. 205.*

Er pflanzte Nägel in die Tibia von 5 Kaninchen ein und zwar in gleicher Entfernung von einander und von den Epiphysen; dann tödtete er nacheinander die Kaninchen nach 14 Tagen, 1, 2, 3 und 5 Monaten und verfolgte das successive Wachsthum der Tibia, welches bei dem ersten 1 Cm., bei den folgenden 18, 27, 35 und 43 Mm. betrug, und in allen Fällen hatte das Wachsthum jenseits der Nägel stattgefunden, welche in derselben Entfernung von einander geblieben waren.“

Man kann an der Art und Weise dieser Experimente manches tadeln, besonders dass Flourens eine so kurze Versuchszeit und zu den Versuchen so kleine Thiere wählte, und dass nicht angegeben ist, in welcher Entfernung von den Epiphysen die Nägel eingepflanzt wurden. Man wird deshalb die negativen Resultate dieser Experimente und die Bestimmtheit der Schlüsse, welche man aus denselben ziehen könnte, wohl in Zweifel ziehen dürfen; aber den Gedanken, welcher die Experimentatoren leitete, an dem Schaft eines wachsenden Knochens zwei Stellen zu markiren und nach einem gewissen Zeitraum die Entfernung der Marken mit der ursprünglichen zu vergleichen, wird man im Ganzen als richtig anerkennen müssen. Nach meiner Ansicht nun kann man an dem wachsenden Femur des Menschen das Auseinanderrücken zweier Marken am Diaphysenknochen mit ziemlicher Bestimmtheit nachweisen; die Natur wiederholt das Hunter'sche Experiment bei jedem Kinde in der reinsten Form und mit sehr unzweideutigen Resultaten. Die eine Marke ist der tiefste Punkt der Insertion der Hüftgelenkscapsel am Femur (Fig. 5 c.); die zweite Marke ist die Mitte der ganzen Femurlänge. An dem ausgewachsenen Femur repräsentirt der Abschnitt des Knochens vom Punkt c (Fig. 8.), dem tiefsten Punkt der Capselinserction am Femur, bis zur Spitze des Schenkelkopfes das Wachsthum des Femur während des Lebens an seinem oberen Ende, oder genauer noch etwas weniger, da ja in Fig. 5 das Stück a c schon dem ausgebildeten Diaphysenknochen angehört. Wenn sich nun der ganze Femur nach der Geburt von einer Länge von höchstens 4 Zoll allmählig zu der Länge von etwa $1\frac{1}{2}$ Fuss entwickelt, und demnach die obere ursprünglich 2 Zoll lange Hälfte sich zur Länge von 9 Zoll (1 Fuss = 12 Zoll) ent-

wickeln muss, so kommen nur höchstens 4 Zoll, die Länge des ausgewachsenen Knochens vom Punkt c bis zur Spitze des Schenkelkopfes, auf das Wachstum der oberen Epiphyse, und wenn man hierzu die ursprüngliche Länge der oberen Epiphyse von 2 Zoll addirt, so bleiben noch 3 Zoll von der Gesamtsumme der Länge der ausgewachsenen oberen Hälfte übrig, welche nothwendig durch das Wachsen des fertigen Diaphysenknochens erklärt werden müssen. Es rücken demnach die beiden oben bezeichneten Marken um 3 Zoll auseinander. Gegen das Ergebniss dieser einfachen Berechnung kann nur der eine Einwurf gemacht werden, dass in derselben ein gleiches Längenwachsthum der oberen und unteren Epiphyse vorausgesetzt wird; die Wachstumsintensität könnte ja am unteren Femurende viel bedeutender sein, als am oberen Ende, es könnten die bei der obigen Rechnung übrig bleibenden 3 Zoll auf das Wachstum der unteren Epiphyse bezogen werden, so dass die untere Femurhälfte eines Neugeborenen von der Länge von 2 Zoll zu der Länge von 1 Fuss sich ausdehnen müsste, während die obere nur von 2 zu 6 Zoll wachsen würde. Ich muss allerdings zugestehen, dass von den beiden Marken am Femur eines Neugeborenen nur die eine ganz bestimmt ist, während die zweite veränderlich sein kann; die obere Marke befindet sich schon beim Neugeborenen am Diaphysenknöchel und jede Verrückung gegenüber einem zweiten gegebenen Punkt desselben kann nur durch Verlängerung oder Verkürzung dieses Knochens selbst geschehen, die Mitte des Knochens aber kann, wenn an den beiden Enden ungleich hohe Knochenschichten angelagert werden, bis zu einem gewissen Maasse sich verrücken. Ohne Zweifel finden nun wohl geringe Unterschiede in dem Längenwachsthum beider Femurhälften statt; aber würde man nicht durch die Annahme einer so bedeutenden Differenz, welche ohne interstitielles Wachstum der Epiphyse die beschriebenen Vorgänge erklären könnte, den einfach sprechenden Thatsachen eine ganz gewaltsame Deutung geben und zwar zu Gunsten einer Hypothese, die sich auf keine ähnlichen Thatsachen zu stützen vermag. Ich muss gestehen, dass für mich die Frage über das interstitielle Knochenwachsthum entschieden ist, und dass ich im Gegensatz zu den bisher verbreiteten Ansichten

mit Volkmann dasselbe für erwiesen halte; ob man freilich den Wachstumsprozess des oberen Femurendes für genügend halten wird, um das interstitielle Knochenwachsthum als allgemein gültiges Gesetz aufzustellen, wage ich nicht zu entscheiden. Jedenfalls dürfen die beschriebenen physiologischen Vorgänge am oberen Femurende zusammen mit Volkmann's pathologischen Thatsachen genug Bedeutung beanspruchen, um die Autoritäten zur Aufnahme der Discussion über das interstitielle Knochenwachsthum zu veranlassen.

Marburg, im October 1862.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XII.

Fig. 1. Aeussere Seitenansicht des oberen Theils der Tibia; von einem Neugeborenen.

Fig. 2. Frontaler Durchschnitt der oberen Gelenkflächen der Tibia durch die Eminentia intercondyloidea; von einem Erwachsenen.

Fig. 3. Frontaler Durchschnitt der oberen Gelenkflächen der Tibia durch die Eminentia intercondyloidea; von einem Neugeborenen.

In Fig 2 u. 3 bedeutet e die äussere, i die innere Seite.

Fig. 4. Sagittaler Durchschnitt durch die Mitte der äusseren Tibiagelenkfläche; von einem Erwachsenen.

Fig. 5. Sagittaler Durchschnitt durch die Mitte der äusseren Tibiagelenkfläche; von einem Neugeborenen.

Fig. 6. Sagittaler Durchschnitt durch die Mitte der inneren Tibiagelenkfläche; von einem Erwachsenen.

Fig. 7. Sagittaler Durchschnitt durch die Mitte der inneren Tibiagelenkfläche; von einem Neugeborenen.

In Fig. 4, 5, 6 und 7 bedeutet a vorn, p hinten.

Fig. 8. Ansicht der unteren Femurgelenkflächen, von unten und vorn: vom rechten Femur eines Erwachsenen.

Fig. 9 u. 10. Ansichten der unteren Femurgelenkflächen von unten und vorn; von Neugeborenen. — In Fig. 10 bedeutet die - - - Linie die Lage der Patella am Schluss der Beugung.

Fig. 11. Horizontaler Durchschnitt der Patella eines Erwachsenen (a aussen, d innen).

Fig. 12. Horizontaler Durchschnitt der Patella eines Neugeborenen.

Fig. 13. Vordere Ansicht der linken Tibia eines Kindes; einem Präparat von Genu valgum entnommen.

Tafel XIII.

Fig. 1. Vordere Ansicht des rechten oberen Femurendes, von einem Erwachsenen.

Fig. 2. Vordere Ansicht des rechten oberen Femurendes, von einem Neugeborenen.

- Fig. 3. Horizontaler Durchschnitt durch den Schenkelkopf, Schenkelhals und Trochanter major eines Erwachsenen, welcher durch die Mitte des Schenkelkopfes und die Längsaxe des Schenkelhalses geht.
- Fig. 4. Derselbe Durchschnitt durch das obere Femurende eines Neugeborenen.
- Fig. 5, 6, 7 und 8. Frontale Durchschnitte durch das obere Femurende, welche die Insertion des Ligamentum teres und die Mitte des Schenkelkopfes treffen; von einem Neugeborenen (Fig. 5.), von einem etwa 7jährigen Kinde (Fig. 6.), von einem etwa 16jährigen (Fig. 7.) und von einem ausgewachsenen Individuum (Fig. 8.). Die - - - Linien bezeichnen die Punkte der Kapselinsertion.

XXIV.

Ueber die Schicksale der Galle im Darmkanale.

Von Prof. Felix Hoppe-Seyler in Tübingen.

(Hierzu Taf. XIV.)

I. Gallenbestandtheile in den Excrementen der Hunde, Rinder und Vögel.

In diesem Archive (XXV. Band) habe ich vor Kurzem einige Untersuchungen mitgetheilt, die zu dem Resultate geführt hatten, dass der Koth mit Fleisch gefütterter Hunde als einziges nachweisbares Derivat der Gallensäuren Cholalsäure enthalte und dass diese Säure sich constant in diesen Excrementen finde. Die Reactionen, das Verhalten der Salze der aus diesen Excrementen erhaltenen Säure liessen keinen Zweifel, dass dieselbe mit der von Strecker genauer untersuchten Cholalsäure identisch sei. Ich habe später grössere Quantitäten dieser Säure aus den Hundexcrementen dargestellt und kann nach der Untersuchung derselben meine früheren Angaben über diese Substanz noch ergänzen.

Wenn man die Excremente von Hunden mit kaltem Alkohol auszieht, den Alkohol abdestillirt und den zum völligen Verjagen des Alkohols abgedampften Rückstand mit Wasser extrahirt, so erhält man eine braune in Alkohol leicht lösliche Masse als Rück-



