

um ein moralisch und physisch bereits so tief stehendes Volk in sich selbst zerfallen zu lassen. Das Gesagte gilt mehr oder minder von allen Irenen. Hoffentlich ist die Zeit nicht mehr fern, wo auch in jenen paradisischen und überreichen Gegenden die christliche Civilisation über den verrosteten Halbmond jener grossen bösen, verthierten Kinder siegen wird.

Juni 1862.

XX.

Anatomische Studien an den Extremitätengelenken Neugeborener und Erwachsener.

Von Dr. C. Hueter,

Assistenzarzt an der chirurgischen Klinik zu Marburg.

(Hierzu Taf. III.)

Bei meiner Anwesenheit in Paris im Winter 1861—1862 bot mir das besonders an Kinderleichen reiche Material des Amphithéâtre Clamart die willkommene Gelegenheit, einige Untersuchungen über die Disposition Neugeborener zur Klumpfussstellung anzustellen. Ich fand zunächst an den Knochen der Fusswurzel in der Form und Stellung der Gelenkflächen so erhebliche Unterschiede gegenüber den Verhältnissen Erwachsener, dass ich meine Untersuchungen auch auf die übrigen grösseren Extremitätengelenke ausdehnte und so allmählig den speciellen Gesichtspunkt verliess, von dem aus ich zuerst diese Untersuchungen begonnen hatte. Die Resultate meiner Arbeiten, die den Inhalt der folgenden Aufsätze bilden, besitzen zwar zum Theil ein vorwiegend chirurgisches Interesse, doch mag es mir vorbehalten bleiben, ihre Bedeutung besonders für die Aetiologie der angeborenen und der erwachsenen Fusswurzelcontracturen an einem anderen Orte näher zu begründen. In den nachfolgenden Blättern beschränke ich mich also darauf, die anatomischen Ver-

hältnisse so zu schildern, wie ich sie fand, die physiologischen Vorgänge der Umbildung der Gelenkflächen zu beschreiben, wie sie an der Leiche sich mir darstellten; die Deutungen, welche ich diesen Vorgängen zu geben versuche, dürfen nicht dieselbe Bedeutung beanspruchen, wie diese selbst. Ich bin mir sehr wohl bewusst, dass die Resultate meiner Untersuchungen nicht alles erschöpfen, was sich auf diesem bisher so gründlich vernachlässigten Gebiete hätte leisten lassen; doch darf ich vielleicht hoffen, durch den Inhalt der folgenden Blätter bei den Anatomen von Fach einiges von dem Interesse hervorzurufen, welches nach meiner Ansicht die Entwicklungsgeschichte der Gelenke nach der Geburt beanspruchen darf. — Dass ich die Resultate meiner Arbeiten auf recht zahlreiche Untersuchungen stützen kann, verdanke ich besonders der freundlichen Bereitwilligkeit, mit der Herr Rambaud, Prosector an dem genannten Pariser Institute, mir alles nöthige Material zur Verfügung stellte. Für die Anfertigung der Zeichnungen, welche gewiss manche Schwierigkeit in dem Verständniss meiner Beschreibungen beseitigen werden, bin ich Herrn Dr. Henke und Herrn Cand. med. Sprenger zu grossem Dank verpflichtet. Wenn trotz der Hinzufügung zahlreicher Abbildungen meine Darstellung nicht immer so klar geworden ist, als es zum völligen Verständniss derselben nothwendig gewesen wäre, so darf ich nur hoffen, dass man mit Rücksicht auf die Schwierigkeiten, welche bei einer kurzen und doch klaren Schilderung der Lage und Form von Gelenkflächen zu beseitigen sind, manche Mängel der folgenden Blätter entschuldigen wird.

I. Das Gelenk zwischen Unterschenkel und Talus.

Die morphologischen Veränderungen, welche der Talus nach der Geburt bis zur Vollendung seines Wachstums erfährt, sind unbedeutend; die Form des Talus ändert sich im Ganzen während des Wachsens nicht. Zwar zeichnet sich in vielen Fällen das *Column tali* bei Neugeborenen durch eine stärkere Entwicklung in der Länge und durch eine deutlicher ausgesprochene Richtung nach innen aus, und es kommen in Folge dessen Talusformen bei Neugeborenen vor, wie ich sie bei Erwachsenen nie gefunden habe

doch sind die eben angeführten Eigenthümlichkeiten des Collum tali nicht häufig und nicht regelmässig genug, um besonderes Gewicht auf dieselben legen zu können. Die einzigen Differenzen, die näher besprochen werden müssen, finden sich an den Gelenkflächen für das Os naviculare, für den Calcaneus und an dem vorderen Rande der Talusrolle. Da die beiden unteren weiter unten im Zusammenhange mit dem Calcaneus besprochen werden müssen, so gehe ich zunächst zu den anatomischen Verhältnissen des vorderen Randes an der Gelenkfläche der Talusrolle über.

Bei Neugeborenen findet man gewöhnlich in der Mitte dieses Randes eine kleine, bald mit einer fibrösen, bald mit einer dünnen Knorpellage überzogene Grube, welche den im Halse des Talus sich entwickelnden Knochenkern durchschimmern lässt. Die Breite dieser Grube ist sehr verschieden; sie kann den dritten Theil, die Hälfte und noch mehr von der ganzen Breite des vorderen Randes der Gelenkfläche betragen; häufig zeigt sie die Grösse und Form wie in Fig. 2 a. Zuweilen und zwar in solchen Fällen, wo der Knochenkern noch gar nicht im Talus entwickelt ist, besonders bei nicht ausgetragenen Früchten, findet sich diese Grube noch nicht; es bildet alsdann der vordere Theil der Gelenkfläche eine einzige glatte mit Knorpel bekleidete Fläche. Von der Gelenkkapsel aus treten häufig einzelne Fortsätze zu der beschriebenen Grube; sie enthalten Gefässe, die sich bis zum Knochenkern verfolgen lassen und entsprechen somit dem Ligamentum teres, welches ebenfalls Ernährungsgefässe durch das Gelenk zum Schenkelkopf leitet. Die Grube ist auf beiden Seiten von zwei glatten Knorpelflächen (Fig. 2 b. u. c.) begrenzt, die nach vorn bis zur Insertion der Gelenkkapsel gehen. Die Grenze zwischen dem Gelenk der Talusrolle und dem Gelenk des Taluskopfes ist lineär; die beiden Gelenkkapseln für diese Gelenke inseriren sich gemeinschaftlich auf einer Linie.

Untersucht man die Tali bei Kinderleichen von verschiedenem Alter, so findet man, dass mit dem vorrückenden Alter die von Knorpel nicht überzogene Grube sich immer mehr ausdehnt, und zwar besonders auf Kosten des äusseren Knorpelstreifs (Fig. 2 c.). Zugleich verliert sie ihren glatten Ueberzug, und bei Erwachsenen findet sich an der Stelle, wo früher sich jene Grube und der

äussere Knorpelstreif befand, innerhalb der Kapsel eine, einige Linien breite, von Knorpel entblösste Knochenfläche (Fig. 1 c.). Zuweilen kann man in dieser intracapsulären Knochenfläche noch ein insel- oder zungenförmiges Rudiment des äusseren Knorpelstreifs erkennen. Die Synovialfalten, welche beim Neugeborenen die Gefässe zum Knochen leiten, werden zuweilen zu dünnen Fäden, in denen man bei injicirten Leichen die Gefässe noch erkennt, oft sind sie auch ganz geschwunden, und es kann sich dann an ihrer Stelle ein weiches fettreiches Gewebe mit kleinen Gefässen befinden, welches bis zu dem mit Knorpel überzogenen eigentlichen Rand der Gelenkfläche reicht. Zuweilen ist auch das beschriebene intracapsuläre Knochenstück nur von einer dünnen, bindegewebigen, einer feinen Periostlage entsprechenden Membran überzogen; immer aber findet man, wenn man den Knochen skelettirt, einige kleinere und grössere Foramina nutritia. Auch der innere Knorpelstreif (Fig. 2 b.) nimmt mit seinem horizontalen Theil, der der Tibiagelenkfläche entspricht, an diesen Veränderungen Antheil, indem er seinen Knorpelüberzug verliert; doch dehnt sich hier gewöhnlich der Knorpelverlust nicht so weit nach hinten aus und noch mehr ist dies der Fall bei dem verticalen Theil des inneren Theiles der Gelenkfläche, welcher der Gelenkfläche des Malleolus int. entspricht. Doch findet sich auch hier gewöhnlich beim Erwachsenen ein intracapsuläres nicht von Knorpel überzogenes Knochenstück (vgl. Fig. 5 b.); seine Ausdehnung ist hier nur viel geringer, als mehr gegen die Mitte des vorderen Randes des Gelenkes hin, sein Aussehen entspricht vollkommen dem Aussehen der Gelenkflächen, die durch pathologische Prozesse ihren Knorpelüberzug verloren haben. — Die mit Knorpel überzogene Gelenkfläche zeigt da, wo sie an die eben beschriebene intracapsuläre Knochenfläche angrenzt, einen etwa 1 Linie breiten Streif von etwas rauherer Oberfläche und dunklerer Farbe; offenbar ist hier der Knorpelüberzug dünn und lässt die dunklere Farbe des Knochens durchscheinen, zugleich ist aber auch der Knorpel zerfasert, was sich schon zuweilen makroskopisch erkennen lässt. Dieser Streif ist auch in Fig. 1 e. e. angedeutet.

Die vorhergehende Beschreibung schliesst sich zunächst an

das Exemplar an, welches in Fig. 1. abgebildet wurde; ich bin jedoch weit entfernt davon, dieses Exemplar als regelmässigen Typus hinstellen zu wollen. Die Varietäten sind so zahlreich, als die Exemplare selbst, die man genauer prüft; und wenn auch die beiden Tali einer Leiche in den besprochenen Verhältnissen ziemlich übereinstimmen, so würde es schwer sein, von zwei verschiedenen Leichen zwei Tali nebeneinander zu stellen, die in der Ausdehnung des knorpelfreien intracapsulären Knochenstücks, in seinem Ueberzug, in der Grösse des eigenthümlichen, dieses Stück begrenzenden Streifens der Gelenkfläche einigermaassen übereinstimmen. Es wäre deshalb ein ganz nutzloses Unternehmen, hier noch einzelne dieser Varietäten besprechen zu wollen; das Gemeinschaftliche, welches allen Varietäten zu Grunde liegt, ist das: es findet sich bei Erwachsenen am vorderen Rande der Gelenkfläche der Talusrolle innerhalb der Kapsel eine nicht mit Knorpel überzogene Knochenfläche, während bei Neugeborenen und bei jüngeren Kindern der Knorpelüberzug bis an die Insertion der Gelenkkapsel reicht.

Der Vorgang, durch welchen innerhalb der Gelenkkapsel gewisse Knochenflächen entstehen, die nicht von Knorpel überzogen sind, lässt eine doppelte Deutung zu; man kann einmal annehmen, dass der Knochen an bestimmten Stellen und in bestimmten Richtungen rascher wächst, als an anderen, und dass dieses vermehrte Wachsthum sich auch innerhalb der Gelenkkapseln zeigt, während die Bedingungen für das gleichzeitige Wachsen des Knorpelüberzugs nicht vorhanden sind; oder man kann annehmen, dass die Flächen ihren ursprünglichen Knorpelüberzug verloren haben unter ähnlichen Bedingungen, unter denen wir in pathologischen Fällen den Knorpel verloren gehen sehen. Die beiden Deutungen unterscheiden sich also wesentlich darin, ob man hier eine Nichtentwicklung des Knorpelüberzuges über dem wachsenden Knochen, oder eine Absorption des Knorpelüberzuges annehmen soll. Die erste Annahme wird am besten erst dann besprochen werden, wenn wir den Vorgang, den wir dabei voraussetzen, an anderen Stellen der Fusswurzelknochen etwas genauer verfolgt haben; dass an der Stelle, die hier in Frage steht, jedenfalls auch ein Knorpelschwund erfolgt, geht mit Bestimmtheit aus dem Vorkommen von inselför-

migen, mit Knorpel überzogenen Stellen, aus den unregelmässigen Formen der knorpelfreien Flächen, aus dem ganzen Aussehen derselben hervor. Zunächst muss ich deshalb die Frage zu beantworten suchen, welche Verhältnisse an dieser Stelle den Knorpelschwund bedingen.

Nach meiner Ueberzeugung ist dieser Knorpelschwund als Folge der Veränderungen aufzufassen, welche die Excursion der Bewegung im Sprunggelenk mit zunehmendem Alter erleidet. Zur Begründung dieser Ansicht bin ich freilich genöthigt, erst einige Verhältnisse zur Sprache zu bringen, die man zum Theil bisher gänzlich übersehen, zum Theil keiner besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt hat.

Versucht man beim Neugeborenen den Fuss in Plantarflexion*) zu stellen, so gelingt gewöhnlich diese Bewegung nur so weit, dass die Längsaxe des Fusses mit der Längsaxe des Unterschenkels in einem rechten, oder auch etwas mehr als rechten Winkel steht, die Dorsalflexion dagegen lässt sich häufig so weit ausführen, dass die Dorsalfläche des Fusses mit der Vorderfläche des Unterschenkels beinahe in Berührung tritt. Die Hemmung in der Richtung der Plantarflexion erfolgt also beim Neugeborenen früh, die der Dorsalflexion erst spät, und man kann sich die Excursion des Sprunggelenks bei Neugeborenen durch das Schema Fig. 9. versinnlicht denken. Uebrigens sind auch hier die Variationen in der Excursion der Bewegung sehr mannigfaltig und sehr häufig; es kommt selbst in einzelnen Fällen vor, dass gerade die Hemmung der Plantarflexion erst sehr spät und umgekehrt die der Dorsalflexion sehr früh eintritt. Dass aber im ganzen die Excursion, wie sie durch das Schema Fig. 9. dargestellt ist, als Regel angesehen werden muss, geht schon aus der allgemein bekannten Thatsache hervor, dass die Kinder bei ihren ersten Gehversuchen gewöhnlich das hintere Ende des Calcaneus zuerst auf den Boden setzen, ohne die Planta des Fusses in der Weise bei jedem Schritt

*) Da man sich noch nicht darüber geeinigt hat, welche von den beiden Bewegungen im Sprunggelenk Extension und welche Flexion zu nennen ist, so bediene ich mich der zwar etwas langen, aber deutlichen Bezeichnungen: Plantar- und Dorsalflexion.

auf dem Boden abzuwickeln, wie es später geschieht. Dies beweist schon, dass die Mittellage des Gelenks bei Neugeborenen mehr der Dorsalflexion entspricht, und wenn man an Leichen die Verhältnisse etwas genauer studirt, so kann man sich leicht über die Ursachen dieser Hemmung der Bewegung in einer Richtung Aufklärung verschaffen. Wenn man die Hautbedeckungen entfernt hat, und nun die Plantarflexion ausführt, so sieht man deutlich die Sehnen des *Tibialis antic.*, des *Extensor hallucis* und des *Extensor digit. comm. long.* sich spannen; durchschneidet man diese Sehnen, so wird die Bewegung in der Richtung der Plantarflexion ganz frei und man kann dieselbe soweit ausführen, bis der hintere Rand der Tibia auf den Rand der Talusgelenkfläche auftritt und so die Bewegung durch Contact der Knochen gehemmt wird. Aus diesem Experiment, welches ich sehr häufig wiederholt habe, geht hervor, dass die relativ zu kurz entwickelten Muskeln an der Vorderfläche der Tibia die Bewegung in der Richtung der Plantarflexion hemmen, während die an der Rückseite der Tibia gelegenen Muskeln lang genug sind, um die Bewegung in der Richtung der Dorsalflexion zu gestatten, bis auch hier der vordere Rand der Tibia auf den Talus tritt und die Bewegung hemmt.

Ganz anders verhält sich die Excursion der Bewegung im Sprunggelenk bei Erwachsenen. Nach der Annahme der Gebrüder Weber (*Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge*, S. 204) beträgt der Umfang der Beugung 78° , und zwar vertheilt sich, wenn man die Stellung, in welcher die Längsaxe des Fusses rechtwinklig zur Längsaxe des Unterschenkels steht, als Mittelstellung annimmt, dieser Winkel so, dass der Fuss von dieser Stellung aus um die Hälfte des Winkels in der einen, um die Hälfte in der anderen Richtung bewegt werden kann. Schematisch könnte man demnach die Excursion des Sprunggelenks beim Erwachsenen durch Fig. 10. darstellen. Indessen ist bei dieser Bestimmung übersehen worden, dass die Excursion nicht unter allen Verhältnissen dieselbe, insbesondere, dass die Stellung des Kniegelenks von wesentlichem Einfluss für sie ist. Ich bin genöthigt, auf diese Erscheinung etwas genauer einzugehen.

Auch für das Sprunggelenk Erwachsener wird die Bewegung

besonders in einer Richtung, und zwar in der Richtung der Dorsalflexion durch den Einfluss gewisser Muskeln gehemmt. Hier sind es aber nicht die an der vorderen Fläche der Tibia gelegenen Muskeln, sondern besonders die, welche die Achillessehne constituiren, die beiden Gastrocnemii und der Soleus; ihre relativ zu kurze Entwicklung verhindert es, dass die Bewegung in der Richtung der Dorsalflexion in der Ausdehnung vor sich gehen kann, welche die Form der Gelenkflächen gestalten würde. Man kann sich von diesem Einfluss des Triceps surae auf die Excursion der Bewegung im Sprunggelenk am besten durch folgendes Experiment an der Leiche überzeugen. Man öffnet das Sprunggelenk von vorn, indem man die dasselbe bedeckenden Muskeln und die Kapsel durchschneidet; es bleiben hierbei die starken Seitenbänder, die durch ihre Festigkeit das Aufeinanderschliessen der Gelenkflächen sichern, ganz unverletzt, so dass die Bewegungen noch immer wie bei vollständig geschlossenem Gelenk erfolgen. Man übersieht nun ziemlich frei den vorderen Rand der Tibia- und den der Talusgelenkfläche; alsdann stellt man das Kniegelenk in Streckung und führt nun mit möglichst kräftigem Druck der Hände die Bewegung der Dorsalflexion im Sprunggelenk aus. Ist man an dem Extrem der Bewegung angelangt, so markirt man sich auf der Talusgelenkfläche durch einen Einschnitt in den Knorpel die Stelle, bis zu der der vordere Rand der Tibia getreten ist. In Fig. 5. sei diese Stelle durch f bezeichnet. Nun stellt man das Kniegelenk in Flexion, nähert auf diese Weise die Insertionspunkte der Gastrocnemii und erschlaft so diese Muskeln; dann macht man abermals im Sprunggelenk Dorsalflexion und bezeichnet wieder die Stelle, wo sich der vordere Rand der Tibia befindet (Fig. 5 g.). Endlich durchschneidet man die Achillessehne, wodurch auch der Einfluss der Soleusfasern auf die Bewegung vernichtet wird, und erhält nun bei dem Extrem der Dorsalflexion die dritte Marke h, die wieder etwas weiter nach vorn liegt. Ich habe dieses Experiment an vielen Leichen wiederholt; die Resultate waren im ganzen immer dieselben, nur treten bei den verschiedenen Individuen die Marken verschieden weit auseinander, so dass also in Fig. 5. nur ein Beispiel für das beschriebene Experiment gegeben wird, ohne dass die hier gezeichneten

Distanzen als regelmässig bezeichnet werden sollen. Die vorderste Marke fällt in der Regel ziemlich mit dem Rande der Knorpelfläche zusammen. Wenn man sich auf einem einfacheren Wege von dem Einfluss der Gastrocnemii auf die Excursion der Bewegung im Sprunggelenk überzeugen will, so braucht man nur folgendes Experiment, das sich auch beim Lebenden leicht machen lässt, anzustellen. Während man das Kniegelenk gebeugt hält, stellt man mit der einen Hand den Fuss in das Extrem der Dorsalflexion; man versucht denselben nun in dieser Stellung zu fixiren, während man mit der anderen Hand auf die Vorderfläche des Knies drückt, um dieses in gestreckte Stellung zurückzuführen. In demselben Moment, wo das Kniegelenk das Extrem der gestreckten Stellung erreicht, wird der Fuss trotz der angewendeten Gewalt in der Hand, die denselben zu fixiren strebt, deutlich im Sinne der Plantarflexion bewegt.

Die bisher gangbaren Anschauungen über die Hemmung der Bewegungen im Sprunggelenk sind auf Grund dieser einfachen Versuche wesentlich zu modificiren. Man nahm an, dass bei der Dorsalflexion der vordere, bei der Plantarflexion der hintere Rand der Tibia mit dem Talus in Berührung trete; und die Hemmung der Bewegungen so erfolgen, wie beim Ellenbogengelenk durch das Anstossen des Olecranon und des Proc. coronoideus an die Foveae supratrochlearis ant. und post. Für die Dorsalflexion erfolgt die Hemmung der Bewegung stets durch die Kürze des Triceps surae, und selbst wenn man alle Muskeln entfernt hat, tritt immer noch nicht beim Extrem der Dorsalflexion der vordere Rand der Tibia in directe Berührung mit der Grube des Talus; es hemmen alsdann immer noch alle die Theile der Seitenbänder, die hinter der Drehungsaxe des Gelenks liegen, insbesondere das Ligam. calcaneo-fibulare und das Ligam. talo-fibulare posticum. Die genannten Bänder wirken übrigens in dieser Beziehung nur dann, wenn die Achillessehne nicht mehr ihre Function ausübt; beim Lebenden sind es also auch hier nicht fibröse, sondern musculöse Gewebe, welche die Bewegung hemmen, ein Umstand, der mir von einigem physiologischen Interesse scheint, da man immer mehr die Functionen, die man früher fibrösen Geweben zuschrieb, soweit sich

diese Functionen auf den Widerstand gegen andauernd wirkende Kräfte beziehen, jetzt gewissen Muskelpartien zuweist. Ich erinnere besonders daran, dass Henke *) für die kurze Muskulatur der Fusssohle die Function in Anspruch nimmt, die Wölbung der Planta, der beim Gehen ein jeder Schritt entgegenwirkt, zu erhalten, während man früher nur der Aponeurosis plantaris und den Bändern diese Function zuschrieb.

Nicht nur die Hemmung der Dorsalflexion, sondern wenigstens in einzelnen Fällen auch die der Plantarflexion erfolgt durch Spannung der Muskeln. Wenn man das Sprunggelenk von hinten öffnet, so dass sämmtliche Bänder und die Muskeln an der Vorderfläche der Tibia intact bleiben, und nun die Plantarflexion ausführt, so sieht man zuweilen, dass auch im Extrem dieser Stellung ein Stück der Talusgelenkfläche nicht von der Tibiagelenkfläche bedeckt wird. In diesen Fällen zeigt auch das unbedeckt bleibende Stück der Talusgelenkfläche eine eigenthümliche Beschaffenheit, die später näher besprochen werden soll. Diese Fälle bilden jedoch bei weitem nicht die Mehrzahl; in der Regel erfolgt die Hemmung der Plantarflexion durch merkliches Aufeinandertreten der Knochen selbst. Gewöhnlich verschwindet also die relativ zu kurze Entwicklung der an der vorderen Seite der Tibia gelegenen Muskeln, wie wir sie beim Neugeborenen kennen gelernt haben, vollständig im vorgertickteren Alter, und es bildet sich beim Erwachsenen allmählig gerade das umgekehrte Verhältniss aus, dass nämlich der Triceps surae relativ zu kurz, die Muskeln aber an der Vorderfläche der Tibia lang genug für die Excursion der Bewegungen ist, welche die Formation der Gelenkflächen an und für sich gestattet. Welche Vorgänge dieser Umbildung in der relativen Länge der genannten Muskeln zu Grunde liegen, würde ich hier nicht erörtern können, ohne mich allzuweit von dem Punkte zu entfernen, von dem ich bei der Betrachtung der Bewegungen im Sprunggelenk ausgegangen bin. Ich muss mir deshalb diese Erörterung für eine spätere Gelegenheit vorbehalten.

Ich habe im vorhergehenden gezeigt, dass durch eine relativ geringe Längenentwicklung des Triceps surae allmählig die Excur-

*) Henle's Zeitschrift für rat. Medic. III. Reihe. V. Bd. S. 77.

sion der Bewegungen im Sprunggelenk sich in der Weise ändert, dass beim Extrem der Dorsalflexion das vordere Stück der intracapsulären Talusfläche nicht mehr von der Tibiagelenkfläche bedeckt wird. Dieses Stück ist dasselbe, an dem man die Vorgänge des Knorpelschwunds nachweisen kann; und, wie Henke schon für pathologische Fälle von Knorpelschwund an degenerirten Gelenken das Schwinden des Knorpelüberzugs an luxirten Gelenkköpfen als Typus aufstellte, so lässt sich auch dieser physiologische Knorpelschwund mit diesem Vorgang an luxirten Gelenkköpfen am besten vergleichen. Es scheint, dass der Knorpelüberzug der Gelenke eines gewissen Druckes, dass er der Berührung mit einer anderen Gelenkfläche oder mit Flächen von ähnlicher Beschaffenheit bedarf, um nicht von Ernährungsstörungen befallen zu werden, deren letztes Endresultat das Schwinden des Knorpels selbst ist. Für den Beginn dieser Störungen ist das Verhalten des Randes der noch mit Knorpel überzogenen Gelenkfläche charakteristisch. Ich habe schon oben erwähnt, dass hier der Knorpelüberzug rauh und dabei so dünn ist, dass er die Knochensubstanz durchscheinen lässt; ganz ähnlich verhalten sich die inselförmigen Stellen, die man zuweilen noch innerhalb des knorpelfreien Theiles mit Knorpel überzogen findet und endlich auch noch der hintere Rand der Talusgelenkfläche in allen Fällen, in welchen dieser Rand bei dem Extrem der Plantarflexion nicht von der Gelenkfläche der Tibia bedeckt wird. In diesen Fällen zeigt der hintere Theil der Gelenkfläche (Fig. 1 m.) eine raue zerfaserte Oberfläche; es grenzt sich alsdann dieser Theil ziemlich scharf durch eine Linie, die von innen vorn nach aussen hinten verläuft, von dem mit glattem Knorpelüberzug versehenen Theil der Gelenkfläche ab und diese Linie entspricht ziemlich genau der Linie, bis zu welcher beim Extrem der Plantarflexion der hintere Rand der Tibiagelenkfläche tritt.

Am vorderen Rand der Talusgelenkfläche erfolgen die Veränderungen in folgender Weise. Zuerst verschwindet der Knorpel an der Stelle, an welcher die Ernährungsgefässe in den Knochenkern treten, in der Mitte des vorderen Randes der Gelenkfläche. Die Entwicklung des Knochenkernes steht ohne Zweifel mit diesen Gefässen in genauem Zusammenhang, und an der Eintrittsstelle

derselben in die Knorpeloberfläche erreicht die Knochenneubildung zuerst diese Oberfläche selbst. So entsteht in der Mitte des vorderen Randes der Gelenkfläche ein kleines intracapsuläres Knochenstück, welches noch für längere Zeit auf beiden Seiten von mit Knorpel überzogenen Flächen begrenzt wird. Zunächst beginnt auf der äusseren Seite der Knorpel zu schwinden, und zwar zu einer Zeit, wo die Ossification des Talus schon vollendet ist; er schwindet also nicht durch einfache Ossification, sondern deshalb, weil er bei den Bewegungen nicht mehr mit der Gelenkfläche der Tibia in Berührung kommt und des für sein intactes Bestehen nothwendigen Druckes entbehrt. Der Knorpelüberzug auf der inneren Seite des vorderen Randes schwindet in geringerer Ausdehnung, weil der vordere Rand der Tibiagelenkfläche von innen vorn nach aussen hinten verläuft, weil also bei dem Extrem der Dorsalflexion der Rand der Tibia innen weiter nach vorn tritt, als dies aussen der Fall ist. Doch vermag diese schiefe Richtung des vorderen Randes der Tibiagelenkfläche nicht den Umstand zu erklären, dass sehr häufig am inneren Theil des vorderen Randes der Tibiagelenkfläche, besonders an dem dem Malleolus int. entsprechenden verticalen Theil ein Stück mit Knorpel überzogen bleibt, welches selbst beim Extrem der Dorsalflexion mit der Gelenkfläche der Tibia nicht in Contact tritt. Ebenso wenig habe ich eine Ursache dafür finden können, dass man in allen Fällen, in welchen unter denselben Bedingungen, wie am vorderen, auch am hinteren Rand der Talusgelenkfläche Ernährungsstörungen des Knorpels auftreten, stets nur die ersten Stadien der Knorpelerkrankung, Auflockerung und Zerkaserung des Knorpelgewebes, niemals aber eigentlichen Knorpelschwund beobachtet.

II. Die Gelenke zwischen Talus einerseits und Calcaneus und Os naviculare andererseits.

Es wird kaum einer Rechtfertigung bedürfen, dass ich die Gelenke, in welchen sich der Fuss am Talus bewegt, als zusammengehörig betrachte und zusammen besprechen werde. Die Bewegungen erfolgen, wie Henke überzeugend nachgewiesen hat, in diesen Gelenken stets gemeinschaftlich; isolirte Bewegungen des

Os naviculare am Taluskopf, ohne dass sich der Calcaneus mitbewegt, sind, wenn man von kleinen Verschiebungen absieht, ganz unmöglich. Will man sich von diesem Verhältniss auf einfachem Wege eine Anschauung verschaffen, so braucht man nur an einem Fussgelenkspräparat den Calcaneus fest gegen den Talus zu fixiren und dann Bewegungen des Os naviculare zu versuchen; es werden diese Bewegungen immer erst dann möglich, wenn auch der Calcaneus mitgeht, wenn die beiden Gelenke am Sprungbeinkopf und unter dem Sprungbeinkörper sich zusammen um ihre gemeinschaftliche Axe bewegen. Da also die Gelenke, durch die der Vorderfuss mit dem Talus in Verbindung steht, in ihrer physiologischen Function zusammengehören, so dürfen sie gewiss auch bei anatomischen Untersuchungen nur so weit getrennt werden, als es durchaus nothwendig ist. Ich werde deshalb nach einer kurzen Schilderung der verschiedenen Gelenkflächen bei Neugeborenen und Erwachsenen nachzuweisen suchen, wie sich die Veränderungen, durch gleiche Ursachen bedingt, gemeinschaftlich entwickeln. Zuvor muss ich jedoch kurz die Veränderungen besprechen, die in der ganzen Form des Calcaneus während seines Wachsthums erfolgen.

Fig. 16. ist die äussere Seitenansicht des Calcaneus eines Neugeborenen. Im Punkte a stossen der vordere und äussere Rand der hinteren Calcaneusgelenkfläche zusammen, die ich mit Henle *Facies articularis lateralis* nennen will; dieser Punkt befindet sich etwa in der Mitte der ganzen Länge des Calcaneus, so dass also beim Neugeborenen der Hals des Calcaneus, der vorn die Gelenkfläche für das Os cuboideum trägt, ebenso lang ist, als der Körper. Der Körper ist, wie aus Fig. 16. hervorgeht, beim Neugeborenen höher, als der Hals; indessen beträgt die Höhe des Halses doch ungefähr $\frac{2}{3}$ von der Höhe des Körpers. Fig. 15., die äussere Seitenansicht des Calcaneus eines Erwachsenen, zeigt ganz andere Längen- und Höhenverhältnisse; die Länge des Halses vom Punkte a bis zur Gelenkfläche für das Os cuboideum beträgt etwa nur $\frac{1}{3}$ der Gesammtlänge des Calcaneus, während der Körper doppelt so hoch ist, als der Hals. Es ergibt sich hieraus, dass das Wachsthum des Körpers in der Länge und in der Höhe bei weitem das Wachsthum des Halses übertrifft; es ist deshalb im höchsten Grade

wahrscheinlich, dass während des Lebens, während des Wachsens des Knochens mechanische Einflüsse sich geltend machen, die hemmend auf das Wachsthum des Halses einwirken. Da dieselben Einflüsse aber nach meiner Ansicht für die Entwicklung der Gelenkflächen von grosser Bedeutung sind, so mögen sie erst dann näher erörtert werden, nachdem ich die Entwicklung der Gelenkflächen kurz geschildert habe.

Die *Facies articularis lateralis* des *Calcaneus* zeigt beim Neugeborenen, obgleich auch hier Varietäten vorkommen, eine ziemlich einfache und mathematisch reine Form; sie ist der Abschnitt eines Kegelmantels. Die Basis des Kegels sieht nach hinten und aussen, die Spitze nach vorn und innen; gewöhnlich reicht die mit Knorpel überzogene Gelenkfläche nicht ganz bis zur Spitze dieses ideellen Kegels, die ungefähr in das *Sustentaculum tali* fallen würde. Denkt man sich den Kegel durch eine horizontale Ebene, welche die Spitze des Kegels und den Mittelpunkt der Basis schneidet, und so den Kegelmantel in 2 gleiche Theile zerlegt, so repräsentirt die Gelenkfläche fast vollständig den oberen dieser beiden Theile. Das Schema Fig. 14. stellt die Form der ganzen Gelenkfläche in der Ebene ausgebreitet dar; sie entspricht alsdann einem Kreisausschnitt, der von 2 Radien und einem Stück der Peripherie begrenzt wird. Der eine Radius entspricht dem äusseren, der zweite dem inneren, der Bogen aber dem hinteren Rand der Gelenkfläche. Dieses Schema ist jedoch insofern nicht ganz richtig, als der äussere Rand der Gelenkfläche etwas länger ist, als der innere, so dass der äussere der beiden Radien etwas länger gedacht werden muss, als der innere.

Wenn man nun den schematischen Kreisausschnitt durch eine vom Mittelpunkt nach der Peripherie gezogene Linie in zwei gleiche Hälften zerlegt, und diese Linie auch auf der wirklichen Gelenkfläche sich gezogen denkt, so trifft sie ungefähr mit der höchsten First der Gelenkfläche zusammen, von der die seitlichen Flächen aussen und innen nach unten abfallen. Man übersieht deshalb bei der äusseren und bei der inneren Seitenansicht des *Calcaneus* ziemlich gleiche grosse Theile der ganzen Gelenkfläche; doch muss hervorgehoben werden, dass der Theil der Gelenkfläche, den man

bei der äusseren Seitenansicht übersieht, doch in der Regel etwas grösser ist, als der, welcher bei der inneren Seitenansicht sichtbar wird. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass das vordere zugespitzte Ende der Gelenkfläche, die Spitze des Kegels tiefer liegt, als der hintere Rand derselben, die Peripherie der Kegelbasis; die ganze Gelenkfläche senkt sich beim Neugeborenen in der Richtung von hinten und oben nach vorn und unten herab.

Bei Erwachsenen zeigt die *Facies articularis* eine viel unregelmässigere Form, aus der sich nur mit Mühe die ursprüngliche Form des Abschnittes eines Kegelmantels erkennen lässt. Ueber die Grenzen der Gelenkfläche kann man sich die deutlichste Vorstellung machen, wenn man sich wieder die Fläche in einer Ebene ausgebreitet denkt; sie entspricht alsdann der Form des Schema Fig. 13. Die Linie *a* stellt in diesem Schema wieder die höchste First der Gelenkfläche dar; der nach aussen gelegene Theil, der bei Neugeborenen in der Ausdehnung dem inneren ziemlich gleich kommt, hat bei Erwachsenen bedeutend an Umfang gewonnen. Ferner ist der äussere Radius um vieles länger geworden als der innere, und verläuft nicht mehr von hinten aussen nach vorn innen, sondern fast direct von aussen nach innen. Bei der äusseren Seitenansicht (Fig. 15.) überblickt man den bei weitem grösseren Theil der Gelenkfläche, bei der inneren (Fig. 17.) ist nur ein schmaler Streif derselben sichtbar. Die vordere Spitze der Gelenkfläche steht hinter dem *Sustentaculum tali* ungefähr ebenso hoch, zuweilen selbst höher, als der hintere Rand der Gelenkfläche, so dass diese sich nicht von hinten nach vorn herabsenkt, sondern eher umgekehrt von hinten nach vorn emporsteigt. Von besonderer Bedeutung für die Genese aller der eben aufgezählten Differenzen zwischen der Lage und Form der Gelenkflächen bei Neugeborenen und Erwachsenen sind nach meiner Ueberzeugung die intracapsulären Knochenstücke, die man bei Erwachsenen innerhalb der Kapsel dieses Gelenks beobachtet. Bei Neugeborenen schliesst sich die Kapselinsertion ziemlich genau an den Rand der Knorpelfläche an; bei Erwachsenen ist dies nur der Fall am vorderen Rand der Gelenkfläche, welcher dem äusseren Radius des Schemas entspricht. An dem hinteren Rand der Gelenkfläche, welcher durch den Kreis-

bogen des Schemas vorgestellt wird, befindet sich zwischen der Grenze des Knorpelüberzugs und der Insertion der Gelenkkapsel ein Streif von Knochensubstanz, mit einem festadhärirenden Bindegewebsüberzug, der jedoch so dünn ist, dass er die Knochensubstanz durchscheinen lässt. Besonders aussen (Fig. 11 i.) ist dieser Knochenstreif einige Linien breit, nach oben wird er schmaler, und am inneren Rand der Gelenkfläche, der dem inneren Radius des Schemas entspricht, wird er, kaum 1 Linie hoch, von der überknorpelten Gelenkfläche überragt. Dadurch, dass sich dieser intracapsuläre Knochenstreif besonders an der äusseren Hälfte des hinteren Randes so breit entwickelt, wird die Neigung der Gelenkfläche gegen die Oberfläche des Halses des Calcaneus bedeutend verändert. Der Winkel, in dem beide Flächen beim Neugeborenen aufeinander stossen, beträgt ungefähr 45° , während er bei Erwachsenen grösser wird, und selbst in einigen Fällen sich einem rechten annähert, wenn nämlich auch die Oberfläche des Halses des Calcaneus schief von vorn und oben nach unten, nach hinten und unten sich herabsenkt.

Die der *Facies articularis lateralis* des Calcaneus entsprechende hintere Gelenkfläche des Talus zeigt bei Erwachsenen keine sehr charakteristischen Unterschiede von der Form derselben Gelenkfläche bei Neugeborenen. Jedoch findet auch an dem Theil des Talus, welcher diese Gelenkfläche trägt, vorzugsweise an einer Stelle ein besonderes Wachsthum statt, namentlich an der Stelle, die dem vorderen und zugleich äusseren Rande der Gelenkfläche entspricht. Es ist dies der Theil des Knochens, welcher bei der Abductionsbewegung des Vorderfusses gerade mit dem Winkel des Calcaneus in Berührung kommt, dessen Grösse ich soeben besprochen habe. Das relativ grössere Wachsthum dieses Theiles wird besonders dadurch ersichtlich, dass bei Vergleichung der beiden äusseren Seitenansichten des Talus eines Neugeborenen und eines Erwachsenen (Fig. 3. u. 4.) in Fig. 3. bei dem Talus des Erwachsenen die unterste Spitze der dreieckigen, für den Malleolus ext. bestimmten Gelenkfläche von der untersten Kante des Talus viel weiter entfernt ist, als in Fig. 4. Das Wachsthum des Knochens findet auch an dieser Stelle vorzugsweise innerhalb der Kapsel

statt, indessen zeigt gewöhnlich das hierdurch entstehende intracapsuläre Knochenstück (Fig. 3 i.) wenigstens zum Theil einen bald glatten, bald weniger glatten Knorpelüberzug, indem der Knorpelüberzug der Gelenkfläche sich um die Kante herum lippenförmig fortsetzt. Man bekommt diesen umbiegenden Theil des Knorpelüberzugs auch bei der Ansicht des Talus von vorn (Fig. 7 i.) zu sehen; es wird diese Stelle noch später Gegenstand einer eingehenden Erörterung sein.

Von den verschiedenen Gelenkflächen, welche das Gelenk zwischen Caput tali, Os naviculare und Calcaneus constituiren, bietet die des Os naviculare in ihrer Entwicklung kein besonderes Interesse. Ebenso sind keine besonderen Veränderungen in der Form der Gelenkfläche des Sustentaculum tali zu erwähnen; das Vorkommen von 2 getrennten kleinen Gelenkflächen auf dem Sustentaculum tali und das Zusammenfliessen der beiden in eine einzige grössere, habe ich im Ganzen ebenso oft bei Neugeborenen, als bei Erwachsenen beobachtet. Dagegen zeigt das ganze Sustentaculum charakteristische Veränderungen. Beim Neugeborenen ist es im Ganzen wenig ausgebildet, liegt tiefer als die Facies artic. lat. calcanei, zugleich ziemlich flach und springt wenig nach innen vor. Beim Erwachsenen dagegen ist das Sustentaculum in der Höhe und Breite stärker entwickelt und springt stärker nach innen vor. Besonders wächst seine hintere Partie stark in die Höhe, so dass dieselbe zuweilen selbst höher steht, als die Facies art. lat., und die Gelenkfläche auf dem Sustentaculum viel steiler in der Richtung von hinten nach vorn sich herabsenkt, als bei Neugeborenen (vgl. Fig. 17 u. 18.).

Bei den Veränderungen, welche sich bei der Entwicklung der Gelenkfläche am Taluskopf ergeben, bin ich genöthigt, etwas länger zu verweilen. Wenn man den Talus eines Neugeborenen von vorn betrachtet, so steht der für das Os naviculare bestimmte elliptische Theil der Gelenkfläche so, dass sein längster Durchmesser zwar etwas von innen und unten nach aussen und oben, im Ganzen aber doch ziemlich horizontal verläuft; es entspricht also dieser Theil der Gelenkfläche beim Neugeborenen ungefähr einem liegenden Oval (Fig. 8.). Vergleicht man nun hiermit die Stellung dieses

Theils der Gelenkfläche beim Erwachsenen (Fig. 7), so ergibt sich, dass hier der längste Durchmesser in ziemlich grossem Winkel zur Horizontalebene von innen und unten nach aussen und oben verläuft. Hier lässt sich also die Form dieses Theils der Gelenkfläche mit einem halb stehenden Oval vergleichen; es ist der äussere Theil der Fläche mehr nach oben gedreht. — Die Kapselinsertion schliesst sich beim Erwachsenen nicht überall genau an den Knorpelüberzug der Gelenkfläche an; an dem inneren und oberen Rande des Knorpelüberzugs befindet sich zwischen ihm und der Kapselinsertion ein intracapsulärer Knorpelstreif, von einer dünnen Bindegewebsschicht überzogen. Am breitesten ist dieser Streif da, wo er nach hinten an den knorpelfreien Streif grenzt, der vor der für den Malleolus int. bestimmten Gelenkfläche des Knöchelgelenks innerhalb der Kapsel dieses Gelenks sich befindet (Fig. 5 i.). Bei Neugeborenen stossen an dieser Stelle die Knorpelflächen der beiden Gelenke in einer Linie zusammen, an der sich die beiden Gelenkkapseln inseriren; bei Erwachsenen befindet sich zwischen dem Rande der mit Knorpel überzogenen Gelenkfläche der Talusrolle und der mit Knorpel überzogenen Fläche des Taluskopfes eine Zone von Knochensubstanz, die an den breitesten Stellen 6 bis 10 Linien breit werden kann. Wenn man demnach diese Stelle an skelettirten Knochen untersucht, so kann man leicht zu der falschen Annahme gelangen, die Blasius *) kürzlich ausgesprochen hat, dass die beiden Gelenke selbst durch eine so breite Strecke von einander getrennt wären. In der That aber liegt der bei weitem grösste Theil dieser Zone noch innerhalb der beiden Gelenkkapseln und die eigentliche Scheidewand zwischen beiden Gelenken ist nur 1 — 2 Linien breit. Nach oben wie nach unten nimmt übrigens der intracapsuläre Knochenstreif am Taluskopf rasch an Breite ab, so dass an der Spitze der Gelenkfläche die Kapselinsertion wieder genau sich an die Knorpelfläche anschliesst. Dadurch, dass eben nur an der erwähnten Stelle sich dieser Knochenstreif entwickelt, wird der Theil der Gelenkfläche, welche vor ihm liegt, nach vorn gedrängt, während die anderen Theile mehr zurücktreten.

*) Blasius, Amputatio talo-calcanea. Archiv f. klin. Chir. 2. Bd. S. 527.

Am deutlichsten nimmt man dies wahr, wenn man an den beiden inneren Seitenansichten des Talus (Fig. 5 u. 6.) die Profilbegrenzung der Gelenkflächen vergleicht. In Fig. 6. steht der höchste Punkt der Profilgrenze etwas zurück, während in Fig. 5. der obere Theil der Profilgrenze durchaus nicht nach hinten zurückweicht.

Die einzelnen Theile der Gelenkfläche am Taluskopf, welche für die Gelenkflächen des Sustentaculum tali und für die des Os naviculare, sowie für die Bandscheibe des Ligam. tibio-calcaneo-naviculare bestimmt sind, sind bei Neugeborenen und Kindern entweder gar nicht oder durch Firsten geschieden, die jedoch mit ganz normalem Knorpel überzogen sind. Bei älteren Leuten findet man an diesen Firsten den Knorpelüberzug rau, zerfasert, sehr häufig auch vollständig geschwunden, so dass die einzelnen Theile der Gelenkfläche sich wirklich auf gewisse Strecken isoliren. Vergleicht man genau den Verlauf dieser Furchen mit den Stellen, denen sie bei der Mittellage des Gelenks gegenüberstehen, so ergibt sich, dass dieselben genau dem Zwischenraum zwischen den beiden Gelenkflächen des Sustentaculum tali (vorausgesetzt, dass 2 getrennte Gelenkflächen hier vorhanden sind) und ferner den mit lockerem Fettgewebe ausgefüllten Streifen entsprechen, die sich zwischen der Bandscheibe des Ligam. tibio-calcaneo-naviculare einerseits und dem Os naviculare nach vorn, dem Calcaneus nach hinten andererseits befinden. Auch hier ist die Knorpelerkrankung, welche zum Schwunde des Knorpels führt, dadurch bedingt, dass der Knorpelüberzug an einzelnen Stellen nicht unter dem gehörigen Druck steht. Die Bandscheibe ersetzt in dieser Beziehung vollkommen die Fläche eines Knochens, während die durch lockere Massen ausgefüllten Furchen zwischen der Bandscheibe und den Knochen den ihnen gegenüberstehenden Theilen des Gelenkkopfes zu wenig Widerstand bieten. Hier beginnt der Knorpelüberzug zu wuchern, zu zerfasern und wird endlich ganz resorbiert.

Während die Ursache für die zuletzt besprochenen Knorpeldefecte ziemlich einfach sich nachweisen lässt, bieten die ursächlichen Verhältnisse der eben beschriebenen Veränderungen, welche die Flächen der Gelenke zwischen Talus und Fuss in ihrer Entwicklung erleiden, grössere Schwierigkeiten. Ich bin zur Erleich-

terung meiner Aufgabe genöthigt, zuerst die Art der Bewegung in diesen Gelenken zu besprechen.

Die Bewegungen im hinteren Gelenk zwischen Talus und Calcaneus und im vorderen Gelenk zwischen Taluskopf, Os naviculare und Calcaneus finden nach Henke's Forschungen um eine gemeinschaftliche Axe statt. Diese Axe verläuft im Ganzen von hinten nach vorn, zugleich aber auch von hinten aussen und unten nach vorn innen und oben, und dieser complicirte Verlauf der Axe bedingt auch eine gewisse Complication der Bewegungen, welche um dieselbe erfolgen. Man kann sich, um die Art der Bewegungen zu veranschaulichen, die Axe aus 3 verschiedenen Componenten zusammengesetzt denken. Die erste dieser Componenten verläuft sagittal von hinten nach vorn; um sie findet die Erhebung und Senkung des einen und die entgegengesetzte Bewegung des anderen Fussrandes statt, die Bewegung der Pro- und Supination des Fusses. Die zweite Componente geht senkrecht von oben nach unten; um sie wird die Fussspitze ab- und adducirt, während die Ferse alsdann die umgekehrte Bewegung macht. Die dritte verläuft frontal, von links nach rechts; um diese führt der Fuss die Bewegung der Beugung und Streckung aus. Denkt man sich nun die 3 Componenten der Axe so zusammengesetzt, dass der hintere Theil der Axe zugleich aussen und unten, der vordere Theil oben und innen liegt, so müssen sich die verschiedenen Bewegungen in der Weise associiren, dass Supination immer zusammen mit Adduction und Plantarflexion des Vorderfusses, Pronation dagegen mit Abduction und Dorsalflexion des Vorderfusses vorkommt. Wenn demnach der innere Fussrand sich erhebt, der äussere sich senkt, so geht die Fussspitze nach innen und zugleich nach unten; wenn umgekehrt der äussere Fussrand sich erhebt, der innere sich senkt, so geht die Fussspitze nach aussen und zugleich nach oben.

Führt man nun die Bewegung der Supination am Fuss eines Neugeborenen aus, so erhebt sich der innere und senkt sich der äussere bei dem Extrem der Bewegung der Art, dass die ganze Planta fast eine verticale Stellung bekommt; und wenn man beide Füße in das Extrem der Supination bringt, so kann man die beiden Planten fast in ihrer ganzen Ausdehnung in Berührung bringen.

Die Adduction der Fussspitze und die Bewegung derselben nach unten findet hierbei nur in sehr mässigem Grade statt. Bei der Bewegung der Pronation am Fusse eines Neugeborenen gelingt es zwar, die Planta wieder in die horizontale Lage zurückzubringen; aber ein eigentliches Erheben des äusseren Fussrandes, so dass die Plantarfläche nach aussen sieht, ist zuweilen gar nicht, immer aber nur in sehr beschränktem Grade ausführbar. Bei dieser Bewegung findet ebenfalls nur eine geringe Abduction der Fussspitze und eine Erhebung derselben statt.

Die Excursion der Bewegungen unter dem Talus bei Erwachsenen ist von der bei Neugeborenen durchaus verschieden. Bei Erwachsenen ist die Supination bei weitem nicht in dem Grade möglich, als bei Neugeborenen; zugleich erfolgt neben der Supination auch noch eine erhebliche Senkung und Adduction der Fussspitze. Die Pronation lässt sich etwas ergiebiger ausführen, als bei Neugeborenen; auch hier tritt die Fussspitze deutlich nach oben und aussen. Die Hauptdifferenz zwischen der Excursion dieser Gelenke bei Erwachsenen und bei Neugeborenen besteht darin, dass bei ersteren die Bewegung der Pronation, bei letzteren die der Supination mehr ausgebildet ist. Es muss demnach die Hemmung der Supination bei Neugeborenen später, als bei Erwachsenen erfolgen; und hierzu passt die geringere Entwicklung des Sustentaculum tali bei Neugeborenen, seine stärkere Entwicklung bei Erwachsenen, da ja die Supination durch Andrängen des Sustentaculum tali gegen den Talus gehemmt wird. Umgekehrt tritt die Hemmung bei der Pronation bei Neugeborenen früher ein, als bei Erwachsenen; diese Hemmung erfolgt dadurch, dass die äussere keilförmige Ecke des Talus auf die Verbindung zwischen Körper und Hals des Calcaneus drückt, und ich habe oben gezeigt, dass der Hals des Calcaneus bei Neugeborenen viel höher im Verhältniss zum Körper ist, als bei Erwachsenen. So ist die frühere und spätere Hemmung der einen und der anderen Bewegung im genauen Zusammenhange mit den oben geschilderten anatomischen Differenzen; es geht aber zugleich aus der vorhergehenden Schilderung der Bewegungen bei Neugeborenen und Erwachsenen hervor, dass die 3 Componenten der Axe in beiden Fällen in ver-

schiedenem Verhältniss zu einander stehen. Bei Neugeborenen wie bei Erwachsenen überwiegt zwar die sagittale Componente die beiden anderen, die verticale und frontale; bei Neugeborenen aber treten die beiden letzteren ganz gegen die erstere in den Hintergrund, während sie bei Erwachsenen doch wesentlichen Einfluss auf die Art der Bewegungen haben. Es muss sich demnach die Richtung der Axe der Gelenke ändern und diese Richtungsänderung muss nothwendig durch eine Umbildung der Gelenkflächen bedingt sein; wodurch aber diese Umbildung bedingt ist, soll so gleich näher besprochen werden.

Von der grössten Wichtigkeit für das Wachsthum der Fusswurzelknochen ist nach meiner Ueberzeugung das Gehen. Wenn die Kinder zu gehen beginnen, so treten sie bei jedem Schritt auf den äusseren Fussrand auf und bei jedem Schritt drückt das ganze Körpergewicht auf den äusseren Fussrand, wodurch die Mittelstellung des Fusses sich immer mehr der Stellung in Pronation mit Abduction der Fussspitze nähert. Es ist hierbei nothwendig, dass die Bänder und Muskeln sich dieser Veränderung der Mittelstellung anpassen; es verkürzen sich die Muskeln, deren Insertionspunkte durch die Veränderung der Mittelstellung genähert sind, es verlängern sich dagegen die Muskeln, deren Insertionspunkte hierdurch auseinander rücken. Zu den ersteren gehört vorzugsweise der *M. tibialis post.*, zu den letzteren die beiden *M. peronei*. Dadurch, dass nicht nur bei jedem Schritt, sondern auch später in der Ruhe der Fuss eine mehr pronirte und abducirte Stellung einnimmt, werden die Druckverhältnisse zwischen den Knochen der Fusswurzel ganz andere, als sie während des intrauterinalen Lebens sind. Durch die supinirte Lage des Fusses im Uterus werden die inneren Theile des Calcaneus und Talus aufeinander gedrängt; und dieser Umstand kann wohl als Ursache dafür gelten, dass beim Neugeborenen besonders die innere Hälfte des Calcaneus, das *Sustentaculum tali* und der hinter demselben liegende Theil des Calcaneus viel weniger entwickelt sind und tiefer liegen, als bei Erwachsenen. Bei den letzteren wird der innere Theil des Calcaneus von Druck befreit; das *Sustentaculum tali* wächst nach innen und in die Höhe und mit ihm erhebt sich der innere Theil der *Facies artic. lateral.*

so bedeutend, dass er bei der äusseren Seitenansicht nur noch in geringer Ausdehnung gesehen werden kann. Bei der Pronation und Abduction des Fusses, also bei der Stellung, in welche das Körpergewicht bei jedem Schritt den Fuss drängt, lastet der Druck auf der äusseren Seite des Calcaneus, und zwar besonders auf dem Winkel, in welchem der vordere Rand der *Facies art. lateral.* mit der Oberfläche des Halses des Calcaneus zusammenstösst. In diesen Winkel wird die untere Kante des Talus fortwährend hineingedrängt und hindert gerade hier in der Weise das Knochenwachsthum des Calcaneus, dass der Hals des Calcaneus an dieser Stelle um so bedeutend viel niedriger, als der Körper wird, wie ich dies oben auseinandergesetzt habe. Der Winkel zwischen der Oberfläche des Halses und der *Facies artic. later.*, der bei Neugeborenen immer stumpf ist, wird dadurch, dass der vordere Theil des Halses des Calcaneus gegen die Gelenkfläche für das *Os cuboideum* hin stärker in die Höhe wachsen kann, mehr rechtwinklig; zuweilen wird er selbst spitz, so dass sich die Oberfläche des Halses von vorn nach hinten herabsenken und selbst bei dem Extrem der Abduction mit der vorderen Fläche des Taluskörpers mehr oder weniger in Berührung kommen kann. Das Längenwachsthum des Halses des Calcaneus wird durch die Abduction des Vorderfusses gehemmt, welche das *Os cuboideum* gegen den Calcaneus andrängt; und deshalb wird beim Erwachsenen der Körper des Calcaneus auch relativ bedeutend länger, als er beim Neugeborenen ist.

Auf diese Weise glaube ich die Differenzen in der Form des Calcaneus bei Neugeborenen und Erwachsenen leicht und ungezwungen erklären zu können. Dieselben Ursachen, aus denen ich diese Differenzen herleite, bedingen nach meiner Ansicht auch die Veränderungen in der Form und Richtung der Gelenkflächen. Was zunächst die *Facies articularis later.* des Calcaneus betrifft, so wurde schon erwähnt, dass das stärkere Wachsthum des Knochens an seiner inneren Hälfte den inneren Theil der Gelenkfläche in die Höhe hebt; die steilere Stellung des äusseren Theils der Gelenkfläche bei Erwachsenen ist Folge davon, dass der Körper des Calcaneus zugleich von vorn nach hinten wächst und den oberen Theil der Gelenkfläche nach vorn schiebt, während der untere Theil, auf

dem bei der Pronationsstellung vorzugsweise der Druck lastet, mehr nach hinten zurückbleibt. Am deutlichsten spricht für diese Auffassung des Vorgangs die Form und Richtung des intracapsulären Knochenstreifs, den ich oben näher beschrieben habe; seine grössere Breite an der oberen und hinteren Grenze der Gelenkfläche, seine geringere nach aussen unten hin deuten ziemlich klar darauf hin, dass das Längenwachsthum des Knochens oben in grösserem Maassstabe stattfindet, als unten. — Die Form der ganzen Gelenkfläche ändert sich in der Weise, dass die Seite der Gelenkfläche, welche der Pronation des Fusses entspricht, also die äussere beim Erwachsenen eine grössere Ausdehnung in der Länge und Breite zeigt, als beim Neugeborenen. Man muss also annehmen, dass diese Seite der Gelenkfläche sich vorzugsweise gut entwickelt, während die andere Seite in ihrer Entwicklung zurückbleibt, verkümmert, und gewiss ist diese Differenz nirgends anders zu suchen, als in den Bewegungen des Gelenks. Durch die wiederholten Pronationsbewegungen wird die Gelenkfläche in der Richtung dieser Bewegung erweitert und der Knorpelüberzug in dieser Richtung auseinander gedehnt, über eine grössere Fläche verbreitet. Durch einen analogen Vorgang bildet sich auch auf der entsprechenden Gelenkfläche des Talus, da wo dieselbe bei der Pronation auf den Hals des Calcaneus auftritt, die lippenförmige Fortsetzung der Gelenkfläche, welche um die First des Talus herum biegt (Fig. 3 i.). Diese Stelle ist jedoch noch dadurch von besonderem Interesse, weil es an ihr zuweilen gelingt, eine eigentliche Knorpelneubildung nachzuweisen, jedoch mag die Bedeutung dieser Stelle für den so interessanten Vorgang erst dann näher besprochen werden, wenn ich analoge Stellen an anderen Gelenken beschreiben kann. Hier kommt es vorzugsweise darauf an, zu constatiren, dass Gelenkflächen vorzugsweise in einer Richtung sich entwickeln können, und dass für diese Richtung die Bewegung maassgebend ist, welche durch das Gelenk am häufigsten ausgeführt wird. Dass aber in der That die Pronationsstellung des Fusses auf die Form und Richtung der Gelenkflächen und der Knochentheile, welche dieselben tragen, wesentlich einwirkt, geht schon aus der Thatsache hervor, dass bei der Supinationsbewegung des Fusses die Gelenkflächen des hinteren Talus-

gelenkes beim Erwachsenen auseinanderweichen. Zwischen der stärker gekrümmten Gelenkfläche des Talus und dem flachen inneren Theil der Calcaneusfläche entsteht ein 1—2 Linien hoher Raum, zugleich ragt der hintere Rand der Talusgelenkfläche weit über den Rand der Calcaneusgelenkfläche hinaus. Es bildet also auch die Gelenkfläche des Calcaneus keine reine Rotationsfläche mehr und es bleibt von der reinen Form der Fläche beim Neugeborenen, dem Abschnitt eines Kegelmantels kaum noch so viel übrig, dass man beim Erwachsenen dieselbe noch einigermaassen deutlich erkennen kann.

Mit der Form und Richtung der Gelenkflächen ändert sich natürlich auch die Richtung der Axe. Als Axe des hinteren Talusgelenkes muss nach Henke's Ansicht die Axe des Kegels aufgefasst werden, von dessen Mantel die Gelenkfläche des Calcaneus einen Abschnitt bildet; und auf diese Weise lassen sich ziemlich einfach die Differenzen in der Richtung der Axe bei Neugeborenen und Erwachsenen nachweisen. Der Theil der Gelenkfläche, welcher der Spitze des Kegels entspricht, liegt beim Erwachsenen höher, als beim Neugeborenen, indem das Sustentaculum tali und der hinter ihm gelegene Theil der Gelenkfläche in die Höhe wächst; es verläuft demnach die Axe des Kegels bei Erwachsenen mehr von hinten und unten nach vorn und oben, als dies beim Neugeborenen der Fall ist und die senkrechte Componente der Axe, welche der Ab- und Adduction der Fussspitze entspricht, tritt nicht so sehr, wie beim Neugeborenen, gegen die sagittale Componente der Pro- und Supination zurück. Durch die grössere Entwicklung der äusseren Seite der Gelenkfläche bei Erwachsenen rückt auch das hintere Ende der Axe etwas mehr nach aussen, als bei Neugeborenen, und deshalb werden bei Erwachsenen gleichzeitig mit der Pro- und Supination stärkere Streck- und Beugebewegungen des Vorderfusses ausgeführt, als bei Neugeborenen. Experimentell lässt sich die Richtung der Axe bei Leichen Neugeborener dadurch nachweisen, dass man in der wahrscheinlichen Richtung der Axe eine Nadel in den Taluskopf steckt und ihr durch wiederholte Versuche eine solche Richtung zu geben versucht, dass bei den Bewegungen des Talus die Nadel selbst keine deutliche Bewegung

mehr zeigt. Es ist nicht schwer, durch diese von Henke angegebene Methode nachzuweisen, dass bei Neugeborenen die Axe der Gelenke unter dem Talus vorzugsweise in sagittaler Richtung von hinten nach vorn verläuft, während die Richtung von aussen und hinten nach innen und vorn, und die von unten und hinten nach oben und vorn weniger deutlich ausgeprägt sind, als bei Erwachsenen.

Ebenso, wie bei der *Facies artic. lateral.* des Calcaneus stehen auch die beiden Hälften der Gelenkfläche des Taluskopfes bei Neugeborenen und Erwachsenen unter verschiedenen Druckverhältnissen. Bei Neugeborenen wird durch die Supinationsstellung des Fusses das Os naviculare gegen den inneren Theil des Taluskopfes angedrängt; je mehr nun der Fuss zu der Pronationsstellung, die er bei Erwachsenen einnimmt, übergeht, wird der innere Theil der Gelenkfläche des Taluskopfes von seinem Druck entlastet, während das Os naviculare um so stärker gegen den äusseren Theil dieser Fläche andrängt. Hier bleibt deshalb der Knochen in seinem Längenwachsthum zurück, während er innen um so schneller sich entwickelt, wie wieder am deutlichsten aus der Bildung des intracapsulären Knochenstreifs hervorgeht. Dieser Knochenstreif bedingt an und für sich schon dadurch, dass er innen sich zu einer gewissen Ausdehnung entwickelt, die Veränderung in der Richtung der für das Os naviculare bestimmten Gelenkfläche, die oben näher beschrieben wurde; schon durch diesen Knochenstreif kann das liegende Oval der Gelenkfläche zu einem halbstehenden werden. In vielen Fällen jedoch wird man hierdurch allein diese bedeutende Veränderung nicht genügend erklären können; und die Untersuchung einer grossen Zahl von Tali hat mir die Anschauung aufgedrängt, dass der Kopf des Talus durch die fortwährenden Pronationsbewegungen mittelst der ihn umgebenden Kapsel von Bändern und Gelenkflächen in der Richtung dieser Bewegungen herumgedreht wird. Es muss dann natürlich der äussere Theil des Taluskopfes mit dem Theil der Gelenkfläche, die er trägt, nach oben gedreht werden, und so könnte die Entstehung der Differenzen, die sich aus Vergleichung von Fig. 7. u. 8. ergeben, leicht erklärt werden.

Ich habe im Vorhergehenden die Deutungen zu begründen versucht, welche ich den Vorgängen bei der Entwicklung der Gelenk-

flächen zwischen Talus, Calcaneus und Os naviculare zu geben geneigt bin, und ich will die allgemeinen Resultate meiner Untersuchungen noch einmal zum Schluss in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Die Mittellage des Fusses in den Gelenken zwischen dem Talus einerseits, und dem Calcaneus und Os naviculare andererseits entspricht bei Neugeborenen mehr der Supinations-, bei Erwachsenen mehr der Pronationsstellung.

2) Mit der Veränderung der Mittellage treten zugleich Veränderungen in der Form und Richtung der Gelenkflächen ein, welche zugleich eine Veränderung in der Richtung der Axe dieser Gelenke bedingen.

3) Die Veränderungen an den Gelenkflächen sind vorzugsweise bedingt durch ein relativ stärkeres Wachsthum der Knochentheile, welche unter einem relativ geringeren Druck stehen.

Es geht besonders aus dem letzten dieser Sätze hervor, dass die Entwicklungsgeschichte der Gelenke unter dem Talus nicht ohne alles physiologische Interesse ist; es wird jedoch zweckmäßiger sein, der näheren Begründung der Bedeutung, die meine Untersuchungen in physiologischer Beziehung vielleicht besitzen, eine kurze Schilderung der Entwicklungsgeschichte der anderen Extremitätengelenke vorangehen zu lassen. Zum Schlusse möchte ich nur noch kurz erwähnen, dass die Entwicklungsgeschichte dieser Gelenke auch eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Aetiologie der angeborenen und erworbenen Fusswurzelcontracturen zu haben scheint. Der angeborene Klumpfuß besteht nach meiner Ueberzeugung hauptsächlich nur in einer krankhaften Veränderung in der Form der Knochen und besonders der Form und Richtung der Gelenkflächen, die sich aber genau an die physiologischen fötalen Formen anschliessen; ihre Heilung ist eine künstliche Umbildung dieser Formen, analog der Umbildung, die physiologisch die Gelenkflächen der Fusswurzel während des Lebens erleiden. Der Plattfuß aber entsteht durch ein Uebermass dieser Umbildung der Gelenkflächen, durch ein Uebermass der Veränderung der Mittelstellung des Fusses. Wenn man die in den vorhergehenden Blättern erörterten Verhältnisse genauer prüft, so

werden diese Ansichten gewiss nicht mehr für unberechtigt gelten können; ihre nähere Begründung, welche zugleich eine Kritik der anderen, zahlreichen Ansichten fordern würde, und vorzugsweise sich auch auf pathologisch-anatomische Forschungen stützen muss, mag mir für eine andere Gelegenheit vorbehalten bleiben.

Marburg, im Juni 1862.

(Fortsetzung folgt.)

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Ansicht des Talus eines Erwachsenen von oben.
- Fig. 2. Ansicht des Talus eines Neugeborenen von oben.
- Fig. 3. Ansicht des Talus eines Erwachsenen von aussen.
- Fig. 4. Ansicht des Talus eines Neugeborenen von aussen.
- Fig. 5. Ansicht des Talus eines Erwachsenen von innen.
- Fig. 6. Ansicht des Talus eines Neugeborenen von innen.
- Fig. 7. Ansicht des Talus eines Erwachsenen von vorn.
- Fig. 8. Ansicht des Talus eines Neugeborenen von vorn.
- Fig. 9. Schema der Excursion der Bewegungen im Sprunggelenk bei Neugeborenen.
- Fig. 10. Schema der Excursion der Bewegungen im Sprunggelenk bei Erwachsenen.
- Fig. 11. Ansicht des Calcaneus eines Erwachsenen von oben.
- Fig. 12. Ansicht des Calcaneus eines Neugeborenen von oben.
- Fig. 13. Schema der Form der Facies artic. later. calcanei bei Erwachsenen.
- Fig. 14. Schema der Form der Facies artic. later. calcanei bei Neugeborenen.
- Fig. 15. Ansicht des Calcaneus eines Erwachsenen von aussen.
- Fig. 16. Ansicht des Calcaneus eines Neugeborenen von aussen.
- Fig. 17. Ansicht des Calcaneus eines Erwachsenen von innen.
- Fig. 18. Ansicht des Calcaneus eines Neugeborenen von innen.

Die Ansichten des Talus beziehen sich sämmtlich auf den rechten Talus, die Ansichten des Calcaneus sämmtlich auf den linken Calcaneus.

In Fig. 9 u. 10 deuten die punktirten Linien die Stellungen der Längsaxe des Fusses bei den Extremen der Bewegungen an.

