

AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT ZU GÖTTINGEN.

DIE
EPIPHYSE AM PROXIMALEN ENDE DES OS METATARSALIS V
NEBST
BEMERKUNGEN ZUR CALCANEUSEPIPHYSE.

VON
A. KIRCHNER,
GÖTTINGEN.

Mit 12 Abbildungen im Texte.

In einer früheren Arbeit¹⁾ habe ich nachzuweisen gesucht, dass beim Gehen die Fusssohle in der Weise aufgesetzt wird, dass nach Beendigung des Drehens um die Ferse zunächst der laterale Fussrand den Boden berührt und bei seinem Auftreffen auf den Boden ausser auf das *Tuber calcanei* und das *Capitulum metatars. V* sich kräftig auf die *Tuberositas metatars. V* stützt.

Da die *Calcaneusepiphyse* sich gerade an der Stelle bildet, mit welcher der Fuss nach Beendigung der Vorwärtsschwingung des Beines beim Gehen auf den Boden aufgesetzt wird, an einer Stelle also, welche bei diesem Aufsetzen und während des nachfolgenden Drehens um die Ferse einen erheblichen Druck erleidet, so lag der Gedanke nahe, ob nicht auch an der *Tuberositas metat. V* entsprechend ihrer ähnlichen, wenn auch weit schwächeren Beanspruchung beim Aufsetzen der Fusssohle regelmässig oder wenigstens häufig eine Epiphyse vorkäme.

In den Lehr- und Handbüchern der Anatomie, soweit ich dieselben einsehen konnte, fand ich über eine Epiphyse an der *Tuberositas m. V* nichts. Indes hat bereits im Jahre 1885 Wenzel Gruber eingehend über ein häufigeres Vorkommen einer Epiphyse an dieser Stelle berichtet. Ich lasse seinen Be-

¹⁾ A. Kirchner, Wie wird beim Gehen die Fusssohle aufgesetzt. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abteil. 1906.

richt unter Beifügung seiner Abbildungen (Fig. 1) zunächst hier folgen¹⁾.

„Unter 124 Metatarsalia V von Subjekten vom 10. Lebensjahre bis in das Alter der Pubertät aufwärts, bei welchen allen die Epiphyse am distalen Ende vom Körper des Knochens noch getrennt war, wurden 18 gefunden, welche diese Epiphyse entweder besessen haben oder noch besitzen. An 9 derselben (Fig. 4) sind nämlich untrügliche Kennzeichen an der seitlichen, mit Höckern und Gruben versehenen, wie durchlöchert aus-

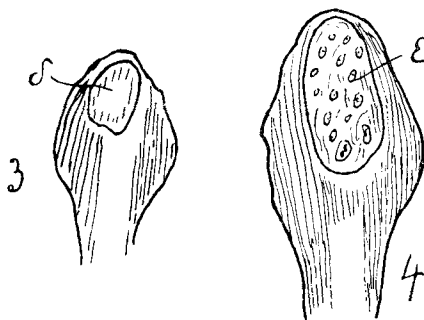


Fig. 2.

Nach Gruber.

sehenden Fläche (ε) der Tuberositas vorhanden, die zur Annahme berechtigen, dass eine Epiphyse daselbst gesessen habe, aber abgefallen sei. An 9 anderen aber (Fig. 3) ist die Epiphyse (δ) an der Tuberositas noch aufsitzend zu sehen und zwar mit dieser schon in verschiedenem Grade verwachsen oder von ihr noch völlig isoliert. Die Stelle des Sitzes der Epiphyse befindet sich am äusseren (lateralen) Umfange der Tuberositas, an und vor deren Spitze. Dieselbe zeigt sich als eine sagittal-ovale, mit Höckern und Löchern versehene, wie siebelförmig durch-

¹⁾ W. Grube, Anatom. Not. Nr. 211. Auftreten der Tuberositas des Os metatarsale V sowohl als persistierende Epiphyse, als auch mit einer an ihrem äusseren Umfange aufsitzenden persistierenden Epiphyse Virchows Archiv. Bd. 99. (1885).

löcherte, unebene Fläche (ϵ), welche nach dem verschiedenen Alter der Subjekte von 0,9—2 cm sagittaler Länge und 5—9 mm, ja selbst bis 1,3 cm vertikaler Breite variiert. Die Epiphyse (δ) hat die Gestalt eines nach dem Längsdurchmesser halbierten, ovalen oder elliptischen Körpers, dessen Schnittfläche etwas konkav ist, somit die Gestalt eines kahnförmigen Knochenstückes, welches seine Pole vor- und rückwärts und seine Verbindungsfläche einwärts kehrt und zur Ergänzung der Tuberositas an deren lateralem Umfange, nach vorn von ihrer Spitze, mehr oder weniger beiträgt. Die freie laterale Fläche ist konvex, die Verbindungsfläche etwas konkav, höckerig und grubig. Ihre Pole sind abgerundet. Ihre Länge in sagittaler Richtung variiert von 0,9—1,8 cm, ihre Breite in vertikaler von 7—10 mm und selbst bis 1,3 cm; ihre Dicke in transversaler Richtung von 2—6—7 mm.“

Gruber kommt zu dem Ergebnis, dass bei Subjekten vom 10. Lebensjahre aufwärts bis in das Alter der Pubertät in 14,4% an der Tuberositas des Metatarsale V eine an deren seitlichem Umfange aufsitzende Epiphyse vorkommt.

Die Röntgenära hat unsere Kenntnis von dieser Epiphyse bislang nur wenig gefördert. Soweit mir die Litteratur bekannt ist, hat nur Lilienfeld¹⁾ erst kürzlich sie auf dem Röntgenbilde gesehen. Er sagt in Erwähnung der Beobachtungen von Gruber²⁾: „Den ersten Fall der wandständigen Apophyse habe ich selbst einigemal beobachtet, aber stets doppelseitig und gebe in Fig. 6 eine Abbildung davon. Sie liegt parallel der Längsachse des Metatarsus und sitzt als spangenförmiges Gebilde der

1) Lilienfeld, Die Brüche der Tuberositas ossis metatarsi V und des Processus posticus tali und ihre Beziehungen zum Os Vesalianum und trigonum. Arch. f. klin. Chir. 78. Bd. 4. H. (1906).

2) Die Beschreibung der am äusseren Umfange der Tuberositas oss. V aufsitzenden Epiphyse ist nicht in der Arbeit W. Grubers aus dem Jahre 1875, wie Lilienfeld anführt, sondern in der oben genannten Arbeit aus dem Jahre 1885 enthalten.

Tuberositas, die im übrigen gut ausgebildet ist, seitlich auf. Diese Epiphyse ist wie alle anderen bis jetzt nur vor der Pubertät beobachtet worden, etwa vom 15.—18. Lebensjahr, und soll nach Gruber in 4 % der Fälle auftreten.“ Letzteres stimmt mit der eben erwähnten Angabe Grubers nicht überein.

Die Figur 6 bei Lilienfeld stammt von einem 16jährigen Individuum. Ausser in dieser Figur findet sich die Epiphyse in Fig. 2 (bei Lilienfeld) von einem 15jährigen Individuum, bei welchem gleichzeitig eine Querfraktur der Tuberositas vorhanden ist. Diese Figur zeigt deutlich, dass die Epiphyse nicht regelmässig nach Grubers Beschreibung nur dem seitlichen Umfange der Tuberositas aufsitzt, sondern die ganze Tuberositas begreifen kann, den ganzen Abschnitt des proximalen Endes des Metatarsale V, welcher das Cuboideum bzw. das Gelenk zwischen diesem und dem M. V seitwärts überragt. Es ist bemerkenswert, dass der einzige Frakturfall Lilienfelds, welcher im Pubertätsalter steht, auch die Epiphyse am proximalen Ende des M. V auf das deutlichste zeigt.

Im hiesigen anatomischen Institut befinden sich 6 Metatarsalia V, an denen entweder verknöcherte, aber noch nicht verschmolzene distale Epiphysen vorhanden sind oder vorhanden gewesen und abgefallen sind. An allen diesen M. V sind entweder Tuberositasepiphysen vorhanden oder vorhanden gewesen und abgefallen. Ich lasse ihre Beschreibung kurz folgen¹⁾.

¹⁾ Bei der Seitenbezeichnung des Metatarsale V besteht eine gewisse Schwierigkeit, die durch die Wölbung des Fussrückens bedingt ist. Ich folge der Bezeichnung Henles (Handb. d. Knochenlehre 1871. S. 308), welcher die breiten Seiten des Schaftes als mediale und laterale, die Schmalseite als Rückenfläche bezeichnet und der Basis dieselben drei Seiten zuschreibt. Allerdings sind, namentlich ausgesprochen an der Basis, die laterale Seite zugleich Fussrückenseite, die mediale Fusssohlenseite, gleichwohl empfiehlt es sich nicht diese Seiten als dorsale und plantare zu bezeichnen, da mit diesen Bezeichnungen in der Regel die Vorstellung von einer Richtung etwa senkrecht zur mediolateralen (beim aufstehenden Fusse horizontalen) Richtungsebene verbunden wird, also beim aufstehenden Fusse auf- und abwärts. Die breiten

1. Gleich das erste Präparat (Nr. 1733 der hiesigen Sammlung), welches mir aufstieß, zeigte eine Epiphyse, welche die ganze Tuberositas umfasst. Es ist ein linksseitiges Metatarsale V (Fig. 2 und 3), misst in ganzer Länge, einschliesslich distale Epiphyse, plantar (Tuberositas-Seite) 6,6 cm, dorsal 5,3 cm. Die distale Epiphyse ist noch nicht verschmolzen. Die proximale Epiphyse sitzt fest an dem Hauptstück und nimmt denjenigen Knochenabschnitt ein, welcher der Tuberositas entspricht. Sie hat etwa die Gestalt eines von der Spitze zur Basis halbierten Kegels; die Spitze dieser Kegelhälfte ist distal, die Basis proximal gerichtet, die platte Seite der Kegelhälfte liegt dem Hauptstück des M. V an der Plantarseite seines Basalteiles an, das proximale breite Ende der platten Seite gerade am plantaren Ende der tarsalen Gelenkfläche, so dass also der ganze Knochenabschnitt des M. V, welcher die Gelenkverbindung mit dem Cuboides seitlich (plantarwärts) überragt, der Epiphyse angehört. Die Epiphysenfläche des M. V verläuft bei Vertikalstellung der lateralen Knochenfläche schräg von proximal dorsal nach distal plantar, und zwar mehr der Knochenlängsrichtung sich nähernd.

Seiten des Schaftes und Basalteiles des M. V sehen beim normalen gewöhnlich aufstehenden Fusse mindestens ebenso sehr nach medial und lateral als nach dorsal und plantar (auf- und abwärts), beim Aufsetzen des Fusses beim Gehen auf den lateralen Fussrand aber ausgesprochen nach medial und lateral und die Tuberositas, auf welche sich der Fuss bei diesem Aufsetzen stützt, vorwiegend plantar (abwärts). Auch beim mit der ganzen Fusssohle aufstehenden normalen Fusse ist die Tuberositas nie ausgesprochen lateralwärts, sondern stark plantar gerichtet. Ich bezeichne daher, wegen dieser typischen Beanspruchung beim Ansetzen des Fusses, die Epiphysenseite der Tuberositas als plantar und die beiden breiten Seiten des Basalteils als lateral und medial, zumal diese Bezeichnung auch für das Verständnis der Architektur des M. V mir erforderlich erscheint. Keinesfalls darf das M. V, losgelöst aus der Verbindung mit den übrigen Fussknochen, glatt aufgelegt beschrieben werden, wie dies wohl vielfach geschehen ist. So bekommt man von der Stellung des M. V in seiner Verbindung mit den übrigen Knochen eine falsche Vorstellung. Ich möchte besonders darauf hinweisen, dass die von mir gewählte Seitenbezeichnung des M. V mit der Grubers nicht übereinstimmt.

Die grösste Länge der Epiphyse beträgt fast 1 cm, die grösste Breite an der tarsalen Gelenkfläche 7 mm, die grösste Dicke (Höhe) am proximalen Ende 5 mm. Ich bemerke, dass die tarsale Gelenkfläche in vertikaler Richtung 1,4 cm misst, das ganze proximale Knochenende einschliesslich Epiphyse in vertikaler Richtung also 1,9 cm. Die proximale Endfläche der Epiphyse



Fig. 2.

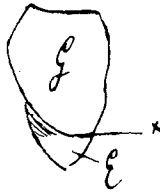


Fig. 3.



Fig. 4.

Fig. 2 laterale, Fig. 3 tarsale Seite. E Epiphyse. X Plantare Grenze der tarsalen Gelenkfläche (G).

Linkes Metatarsale V, von der medialen Seite. G Tarsale Gelenkfläche. E Epiphyse.

liegt, wie Fig. 2 zeigt, genau in der Ebene der tarsalen Gelenkfläche, die Epiphyse springt also fersenwärts über diese Gelenkfläche nicht vor. Die Epiphyse ist bereits verschmolzen an ihrem distalen Ende und an ihrem proximalen Ende, wo sie sich an das plantare Ende der tarsalen Gelenkfläche anlegt, fast verschmolzen an der medialen Knochenfläche, vollständig getrennt dagegen an der lateralen Knochenfläche. Ein besonders grosses Foramen nutritium findet sich in der Epiphyse lateralwärts dicht abwärts der Mitte der Grenzlinie gegen das Haupt-

stück, weitere kleinere Foramina nutritia finden sich im breiten proximalen Ende der Epiphyse.

2. Nr. 1201 der hiesigen Sammlung: zwei Metatarsalia V, ein linkes und ein rechtes, einem und demselben Individuum angehörig, an beiden distale Epiphyse noch nicht verschmolzen. Länge einschl. distale Epiphyse an der Plantarseite je 5,7 cm. Die proximale Epiphyse entspricht an beiden Metatarsalien ganz der Beschreibung und Abbildung Grubers. Die Epiphyse nimmt hier nicht die ganze Tuberositas ein, sondern liegt nur deren plantarer Seite auf und reicht an beiden Metatarsalien bis zur Spitze der Tuberositas.

a) Linkes Metat. Tarsale Gelenkfläche stark gewölbt, misst in vertikaler Richtung 1,4 cm, in transversaler Richtung grösste Breite 1,1 cm. Die Tuberositas — ohne Epiphyse — überragt die tarsale Gelenkfläche plantarwärts um 3 mm. Die proximale Endfläche der Tuberositas liegt nicht in der Ebene der tarsalen Gelenkfläche, sondern krümmt sich am plantaren Ende der letzteren ein wenig distalwärts, bleibt also von jener Ebene in distaler Richtung ein wenig entfernt (Fig. 4). Die Epiphyse misst in grösster Länge 1,1 cm, in grösster Breite 7,5 mm, ihre grösste Dicke beträgt 5 mm. Auf der lateralen Seite ist die Epiphyse fast ganz verschmolzen, auf der medialen Seite und am proximalen Ende noch nicht. An der medialen Seite der Epiphyse nahe ihrem proximalen Ende finden sich zwei Foramina nutritia.

b) Rechtes Metat. Tuberositas und proximale Epiphyse im ganzen wie links, nur ist die Epiphyse etwas kürzer und breiter. Sie misst in der Längsrichtung 9,5 mm, in grösster Breite 8 mm, ihre grösste Dicke beträgt 5 mm. Die Epiphyse sitzt fest, ist aber noch an keiner Seite vollständig verschmolzen, am breitesten ist die Trennungsfurche am proximalen Ende, letzteres ist etwas eingekerbt.

3. Nr. 1202, d. h. S.: zwei Metatarsalia V von demselben Individuum. Die distalen Epiphysen fehlen. Die proximalen Epiphysen sind schon verschmolzen, ihr Umfang ist aber noch zu erkennen, namentlich am linken Metat. a) Linkes Metat., 5,3 cm lang (ohne distale Epiphyse). Form der Tuberositas, Gestalt und Sitz der proximalen Epiphyse entsprechend 2. Masse der Epiphyse: Länge 1,3 cm, Breite 9 mm, Dicke 4 mm. b) Rechtes Metat., 5,5 cm lang. Epiphyse weniger scharf umgrenzt, auf der lateralen Seite Verschmelzungsstelle undeutlich. Form der Tuberositas, Sitz der Epiphyse wie links. Masse der Epiphyse: 1,3 cm, 8—4 mm.

An den zugehörigen Calcanei waren die Epiphysen noch fast vollständig getrennt. Die Epiphyse am proximalen Ende des Metatarsale V kann also früher verschmelzen als die Calcaneus-Epiphyse.

4. Zierliches linkes Metatarsale V aus einem Reihengrabe des Dorfes Grone bei Göttingen. Die distale Epiphyse fehlt, ebenso auch die proximale, diese ist aber augenscheinlich vorhanden gewesen, es findet sich an der Tuberositas eine Epiphysen-Verbindungsfläche entsprechend der von Gruber beschriebenen mit entsprechendem Sitz. Die Länge des Knochens (ohne distale Epiphyse) beträgt 5,1 cm. Die tarsale Gelenkfläche misst in vertikaler Richtung 1,2 cm, in transversaler (grösste Breite) 1 cm. Die Tuberositas überragt die tarsale Gelenkfläche plantarwärts um 3 mm und gleichzeitig die Ebene dieser Gelenkfläche fersenwärts um kaum 1 mm. An der Plantarseite der Tuberositas im Bereich einer etwa elliptischen Fläche von 6 mm Durchmesser in der Knochenlängsrichtung und 5 mm Durchmesser in transversaler Richtung zeigt die Knochenoberfläche Unebenheiten in Gestalt von quer-(transversal-)stehenden Riffen. Diese unebene Knochenoberfläche reicht nicht ganz bis zum proximalen Ende der Tuberositas.

Diese Befunde zeigen im ganzen eine Übereinstimmung mit

denen Grubers, nur müssen seine Schlussfolgerungen hinsichtlich des Umfanges und Sitzes der Epiphyse dahin erweitert werden, dass diese die ganze Tuberositas umfassen und bis an die Gelenkverbindung zwischen Metatarsale V und Os cuboides heranreichen kann. Ferner ist die sehr geringe Grösse der Epiphysen-Verbindungsfläche in Nr. 4 bemerkenswert. Nach den Befunden darf angenommen werden, dass die proximale Epiphyse des M. V in der Regel früher verschmilzt als seine distale Epiphyse. Erstere kann früher verschmelzen als die Epiphyse des Calcaneus.

Bei Durchmusterung einer grösseren Anzahl Metatarsalia V von Erwachsenen mit vollständig verschmolzenen Epiphysen liess sich mehrfach die Abgrenzung der früheren proximalen Epiphyse noch genau erkennen.

Einige Röntgenaufnahmen, die im hiesigen anatomischen Institut bei 11—16jährigen Knaben gemacht wurden, zeigten nicht regelmässig eine proximale Epiphyse am Metatarsale V. Bei einem 16³/₄jährigen Knaben fand sich diese Epiphyse nicht, es waren aber auch bereits die Calcaneus-Epiphyse und, soweit dies auf der Platte zu erkennen, die distalen Epiphysen der Metatarsalien verschmolzen. Bei einem 14jährigen Knaben fand sich ebenfalls keine proximale Epiphyse am M. V. Bei diesem Knaben war die Calcaneus-Epiphyse in der Verschmelzung begriffen, die distalen Epiphysen der Metatarsalien noch vollständig getrennt. Die Tuberositas m. V wölbte sich nur sehr wenig plantarwärts vor, am Gelenk mit dem Os cuboideum überragte das Metatarsale V das Cuboid gar nicht.

Bei einem 13¹/₂jährigen Knaben war die proximale Epiphyse des Metatarsale V sehr deutlich. Die Calcaneus-Epiphyse war noch vollständig getrennt. Die Tuberositas m. V überragte auf der Röntgenplatte den lateralen Rand des Cuboideum um 3 mm, die Linie des Gelenkes zwischen M. V und Cuboid fersenwärts nicht. Die Epiphyse hat die Gestalt eines Kreissegmentes und

sitzt dem plantaren Rande der Tuberositas bis zu ihrer Spitze auf (Fig 5). Die Epiphyse ist 9 mm lang und 2 mm dick.

Bei einem Knaben im Alter von 11 J. 8 M. fand sich die Epiphyse an der Tuberositas m. V soeben angedeutet (Fig. 6). Auch hier überragt die Tuberositas den lateralen Rand des Cuboid, die Epiphyse reicht nicht bis zum proximalen Ende der Tuberositas. Calcaneus-Epiphyse in der Verknöcherung vorgeschritten, enthält zwei im ganzen 3 cm lange Kerne.

Bei der Röntgenaufnahme lag der Knabe auf der rechten bzw. linken Körperseite, der Unterschenkel mit der fibularen Seite, der Fuss mit seinem lateralen Rande der Platte auf. In dieser Lage zeichnet sich sowohl die proximale Epiphyse des



Fig. 5.



Fig. 6.

Schematisch nach Röntgenplatten.

Metatarsale V als auch die Calcaneus-Epiphyse auf der Platte scharf ab.

Diese wenigen Röntgenaufnahmen genügen natürlich in keiner Weise, um uns über die Häufigkeit des Vorkommens der Epiphyse an der Tuberositas m. V urteilen zu lassen, sie geben aber doch einige Hinweise, worauf wir bei der Untersuchung auf die Epiphyse zu achten haben.

Es ist anzunehmen, dass sich die proximale Epiphyse des Metatarsale V in derselben Lebensperiode bildet wie die Calcaneus-Epiphyse, aber wir dürfen in ihr nicht immer einen Knochenkern erwarten, wenn ein solcher in der Calcaneus-Epiphyse schon deutlich, ja deren Verknöcherung bereits vorgeschritten ist. Ob etwa der Knochenkern in der Epiphyse der Tuberositas m. V regelmässig später auftritt als in der Calcaneus-Epiphyse, darüber bedarf es noch weiterer Untersuchungen.

Wie erwähnt, kann die Epiphyse an der Tuberositas m. V früher verschmelzen als die Calcaneus-Epiphyse. Ob dies öfters der Fall ist, und ob erstere immer spätestens gleichzeitig wie letztere verschmilzt, darüber bedarf es ebenfalls noch weiterer Untersuchungen. Jedenfalls müssen wir stets daran denken dass, wenn wir die Calcaneus-Epiphyse verschmolzen finden, auch eine an der Tuberositas m. V vorhanden gewesene Epiphyse bereits verschmolzen sein kann. Die Zeit, um welche die Calcaneus Epiphyse verschmilzt, ist sehr verschieden. Bade¹⁾ fand bei seinen Untersuchungen mittelst Röntgenaufnahmen, dass sie bis weilen mit 8 Jahren fest verschmolzen sei. In der Regel sei, die Verschmelzung mit dem 14. Jahre eingetreten, doch fand er auch bei einem 18jährigen Manne noch eine Trennungslinie. Schwegel²⁾ gibt als Zeit der Verschmelzung der Calcaneus-Epiphyse das 16. bis 20. Jahr an, Rambaud und Renault³⁾ bezeichnen ebenfalls das Alter von 16 Jahren als frühesten Verschmelzungstermin, haben aber noch an Skeleten von 22—24 Jahren Trennungsspuren gefunden. Wenn es sich also bestätigen sollte, dass die Ossifikation der Epiphyse an der Tuberositas m. V annähernd zu derselben Zeit stattfindet wie die der Calcaneus-Epiphyse, so kann bereits vor dem 10. Jahre eine an der Tuberositas m. V vorhanden gewesene Epiphyse verschmolzen sein andererseits können wir den Kern derselben noch über das 14. Lebensjahr hinaus deutlich getrennt finden, wie ja Lilienfeld diese Epiphyse bei einem 15jährigen und einem

¹⁾ P. Bade, Demonstration der Entwicklung des menschlichen Fuss-skelets von der 9. Embryonalwoche bis zum 18. Jahre nach Röntgenbildern. Verb. d. Gesellsch. deutscher Naturforscher u. Ärzte. 71. Vers. München 1899. T. 2. H. 2. S. 466.

²⁾ Schwegel, Die Entwicklungsgeschichte der Knochen des Stammes und der Extremitäten, mit Rücksicht auf Chirurgie, Geburtskunde und gerichtliche Medizin. Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. mathem.-naturw. Kl. Wien 1758. 30. Bd. S. 337.

³⁾ A. Rambaud et Ch. Renault, Origine et développement des os. Paris 1864.

16jährigen Individuum vorfand. Jedenfalls empfiehlt es sich, bei Röntgenaufnahmen stets den Calcaneus mit auf die Platte zu bringen, da der Befund an diesem einen Anhalt geben dürfte, ob man erwarten kann, am Metatarsale V eine proximale Epiphyse vorzufinden.

Es ist möglich, dass die Bildung einer Epiphyse an der Tuberositas m. V abhängig ist von der Grösse der Tuberositas. Vielleicht bildet sich die Epiphyse nur dann, wenn das proximale Ende des Metatarsale V den lateralen Rand des Cuboideum überragt, vielleicht auch nur, wenn es mindestens um eine bestimmte Grösse überragt, da der Druck, welcher auf diesen Knochenabschnitt beim Aufsetzen der Fusssohle beim Gehen erfolgt, um so stärker sein wird, je mehr derselbe vorspringt. Bei dem hier durchleuchteten 14jährigen Knaben, bei welchem sich die Epiphyse nicht fand, überragte das Metatarsale V das Cuboid am Gelenk mit diesem gar nicht, allerdings war auch die Calcaneusepiphyse bereits in der Verschmelzung begriffen, so dass es nicht ausgeschlossen ist, dass eine kleine und dünne Epiphyse, die an der Tuberositas m. V vorhanden war, bereits verschmolzen war.

Möglicherweise hat auf das Auftreten der Epiphyse überhaupt und die Stärke ihrer Ausbildung der Grad der Fusswölbung Einfluss, da bei stark gewölbten Füßen naturgemäss der Druck auf die Tuberositas m. V beim Gehen stärker ist als bei schwach gewölbten. Auch könnte es von Einfluss auf das Auftreten und die Ausbildung der Epiphyse sein, wenn infolge stärkerer Contraction des M. tibialis anterior der Fuss beim Gehen stärker supiniert aufgesetzt wird, wie beim Bergsteigen, da auch dann der Druck auf die Tuberositas stärker sein muss. Vielleicht würde also die Epiphyse in gebirgigen Gegenden häufiger und stärker entwickelt anzutreffen sein.

Wie verschieden stark die Epiphyse ausgebildet sein kann, das geht schon aus den Untersuchungen Grubers hervor. Da

es sich um eine sehr kleine, dünne Platte handeln kann, wie sie hier bei dem 11jährigen Knaben gefunden wurde, so ist bei Röntgenaufnahmen auf die Gegend der Tuberositas besonders sorgfältig zu achten, um die Epiphyse nicht zu übersehen.

Ich habe im vorstehenden dem Belastungsdruck für die Bildung einer Epiphyse an der Tuberositas des Metatarsale V ebenso wie für die Epiphyse des Calcaneus eine besondere Bedeutung beigemessen. Insofern würden sich diese Epiphysen von allen anderen sogenannten „Apo-physen“ unterscheiden, auf deren Entwicklung der Zug an ihrer Bildungsstelle sich ansetzender Muskeln oder Bänder von wesentlichem Einfluss ist. Allerdings setzen sich auch an der Bildungsstelle der Epiphyse der Tuberositas m. V wie der des Calcaneus Muskeln bzw. deren Sehnen an. Von diesen kommt für erstere Epiphyse die Sehne des M. peroneus brevis nicht wesentlich in Betracht. Sie setzt sich nicht an der Stelle an, wo die Epiphyse ihren Sitz hat, sondern an der lateralen Seite der Basis des Metatarsale V. Dagegen könnte auf die Bildung der Epiphyse von Einfluss sein die Portion des M. abductor digiti V, welche sich an der Tuberositas ansetzt, und der accessorische Kopf, welchen dieser Muskel von der Tuberositas her empfängt. Wie das Verhältnis dieser Muskelportionen zu der Epiphyse ist, das würde noch zu untersuchen sein, namentlich auch, wie oft die an der Tuberositas m. V sich ansetzende Abductor V.-Portion, die nicht regelmässig gefunden wird, zusammen mit der Epiphyse vorkommt. Nach den Verhältnissen, wie sie sich beim Erwachsenen mit verschmolzener Epiphyse finden, ist die Annahme berechtigt, dass die Muskelportion, welche vom Tuber calcanei zur Tuberositas m. V hinzieht, beim Aufsetzen der Fusssohle beim Gehen einen nicht unbeträchtlichen Zug auf die Epiphyse an der Tuberositas m. V ausübt. Beim Aufsetzen der Fusssohle von der Ferse her auf den lateralen Fussrand, wobei sich der Körper auf die Tuberositas m. V

stützt, strebt das Körpergewicht den vom Tuber calcanei bis zur Tuberositas m. V sich erstreckenden Bogen abzuflachen. Die an diese beiden Stellen sich ansetzende Portion des M. abductor d. V., die häufig zum Teil stark sehnig, bandartig ist, wird mehr oder minder stark angespannt¹⁾ und wirkt so wachstumsfördernd auf die Knorpelschicht am plantaren Tuberositas m. V-Ende. Aber dieser Muskelzug wirkt nicht formgestaltend auf diese „Apophyse“. Die Tuberositas m. V stellt beim Erwachsenen in der Regel einen Wulst dar, welcher gewissermassen als Kappe dem Basalteil des M. V plantarwärts aufsitzt. Dieser Wulst besitzt plantarwärts oft eine ausgesprochen platte Fläche. Ein solcher Wulst findet sich beim Neugeborenen nicht. Bei diesem hat der Querschnitt des Basalteiles des Metatarsale V die Gestalt eines Dreieckes mit plantarer stumpfer Spitze. Die Seiten des Dreiecks sind gerade; die beim Erwachsenen namentlich auf der medialen Seite des Basalteiles gewöhnlich sehr ausgesprochene Rinne ist noch nicht ausgeprägt. Beim Aufsetzen des Fusses auf diese plantare Kante des Basalteiles des M. V beim Gehen erfolgt durch den Belastungsdruck ein starker Reiz zum Wachstum des Knorpels an der plantaren Kante. Dieses erfolgt aber nicht plantarwärts, es wird vielmehr durch den Druck gerade an der Kante gehemmt, dafür wächst der Knorpel zu beiden Seiten der Kante heraus, und es bildet sich so ein seitlich — sowohl auf der medialen als auf der lateralen Seite des Basalteils — überragender Wulst, der häufig durch den Belastungsdruck gewissermassen plattgedrückt wird. Es ist dies ein ähnlicher Vorgang wie ihn Roux²⁾ für die Wirbelveränderungen bei der Scoliose annimmt. Das Aufsetzen des Fusses auf die

¹⁾ Es erhellt die Wichtigkeit dieser an die Tuberositas m. V sich ansetzenden Portion des M. abductor d. V., die eben dazu dient, besonders vermöge ihrer sehnigen, bandartigen Beschaffenheit, der Abflachung des oben genannten Bogens entgegenzuwirken.

²⁾ W. Roux, Ges. Abhandl. über Entwicklungsmechanik der Organismen II. S. 48. Anm.

Kante bewirkt naturgemäss Abscherung. Diese verringert sich indes beständig, je mehr sich der Wulst ausbildet, je platter die Plantarseite der Tuberositas wird. Ist der Wulst hinreichend breit geworden und damit die Abscherung im Inneren des Knorpels im erforderlichen Masse verringert, so tritt hier der Knochenkern auf, und von diesem aus erfolgt die Ossification des Wulstes oder auch nur eines mehr oder minder grossen Theiles desselben. So würde sich auch ein zu verschiedener Zeit erfolgendes Auftreten des Kernes in der Epiphyse erklären; derselbe tritt um so früher auf, je früher sich ein entsprechend grosser plantarer Wulst am Basalteil des Metatarsale V ausgebildet hat. In dieser Weise würde der Zug des M. abductor d. V nicht formgestaltend wirken können, da der Seitendruck des sich sehr tangential ansetzenden Muskels auf die Tuberositas sehr gering ist, und infolge der Geringfügigkeit dieses Druckes auch durch die Wirkung des Muskels kein hinreichender Reiz zur Knochenbildung in der plantaren Knorpelschicht der Tuberositas erfolgt.

Während an der Tuberositas m. V auf die Entwicklung und namentlich die Formgestaltung der Epiphyse der Belastungsdruck ganz vorwiegend gegenüber dem Muskelzug einwirkt, trägt am Calcaneus der Zug der starken Achillessehne entschieden zur Ausbildung und Formgestaltung der Epiphyse bei, obwohl auch hier dem Belastungsdruck ein wesentlicher Anteil zukommt. Man könnte im Zweifel sein, ob nicht hier der Zug der Achillessehne einerseits und der Zug der kurzen Fusssohlenmuskeln andererseits allein auf die Entwicklung und Formgestaltung der Epiphyse einzuwirken imstande sind. Indes lehrt ein Vergleich des hinteren Calcaneusendes des Neugeborenen mit dem des Erwachsenen, ein wie wesentlicher Einfluss dem Belastungsdruck zukommt. An dem hinteren unteren Abschnitt des Calcaneus des Neugeborenen fehlt die Rundung. Sowohl die hintere als die untere Fläche sind bei

diesem platt. Beide Flächen stossen in einer ziemlich scharfen Kante aufeinander. Sehr auffallend ist beim Neugeborenen das starke Vorspringen medialwärts der medialen Ecke dieses scharfkantigen hinteren unteren Abschnittes des Calcaneus, dieser Abschnitt ist medialwärts gekrümmt, an seiner lateralen Seite dagegen abgeschrägt. Beim Erwachsenen ist an Stelle dieses scharfkantigen hinteren unteren Calcaneusabschnittes eine ausgesprochene Rundung vorhanden. Diese kann nur beim Gehen beim Aufsetzen des vorwärts geschwungenen Beines auf die Ferse und dem sich anschliessenden Drehen des aufgesetzten Fusses um die Ferse unter dem Einfluss des erheblichen Belastungsdruckes sich so gestaltet haben¹⁾. Auch hier ist das Auftreten eines Knochenkernes erst dann möglich, wenn die starke Abscherung, die notwendigerweise bei dem Aufsetzen des Fusses auf die Kante stattfinden muss, nach Anbildung von Knorpel aufwärts und vorwärts der Kante und damit eingetretener Abrundung, im Centrum der Epiphyse sich hinreichend verringert hat. Nach Rambaud und Renault²⁾ erscheint der Knochenpunkt in der Calcaneus-Epiphyse am konvexesten Punkte der Knorpelschale am hinteren Calcaneusrande und breitet sich von hier aus rasch in der ganzen Knorpelmasse aus. Dieser konvexeste Punkt ist die Gegend, wo an Stelle der beim Neugeborenen vorhandenen Kante am hinteren unteren Calcaneusabschnitt beim Erwachsenen die Rundung getreten ist. Hier findet die stärkste Belastung beim Aufsetzen der Ferse

¹⁾ Wie wesentlich der Belastungsdruck auf das hintere untere Calcaneusende beim normal gebildeten Menschen formgestaltend wirkt, geht aus einem Präparat der Sammlung des hiesigen pathologischen Instituts (Nr. 91) hervor, welches mir Herr Professor Dr. Borst freundlichst zum Studium überliess. Dasselbe betrifft einen hochgradigen angeborenen Spitzklumpffuss eines Erwachsenen, der niemals mit der Ferse auf den Boden gesetzt worden war. Bei diesem Fuss hat sich die kantige Form des hinteren unteren Calcaneusendes vollkommen erhalten; sowohl hintere als plantare Fläche des Calcaneus sind platt und stossen fast unter rechten Winkel in ziemlich scharfer Kante zusammen.

²⁾ a. a. O.

statt, und an dieser Stelle tritt in der Regel ein Knochenkern auf, und von diesem aus ossificiert auch der Teil der Epiphyse, an welchem sich die Achillessehne ansetzt, bzw. welchem sie aufliegt.

Dieser letztere obere Teil der Epiphyse kann nun aber vollständig getrennt ossificieren, wie ein sehr interessantes Präparat der hiesigen Sammlung zeigt. Dieser Calcaneus gehört zu dem Fusse, von welchem das unter 2 beschriebene linke

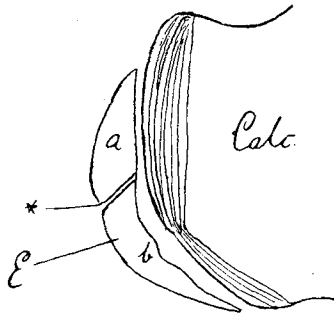


Fig. 7.

Hinteres Ende des linken Calcaneus Nr. 2 von der medialen Seite (schematisch).
E Epiphyse. a oberes, b unteres Stück. * Naht zwischen beiden Stücken.

Metatarsale V stammt. Die Epiphyse dieses Calcaneus ist noch vollkommen getrennt und misst in grösster Länge vom oberen (dorsalen) nach dem unteren vorderen (plantaren) Rande 4,2 cm. In 1,5—1,8 cm Entfernung vom oberen Rande verläuft in im ganzen querer (transversaler) Richtung durch die ganze Epiphyse eine gezackte Naht, durch welche die Epiphyse zerfällt in ein oberes Stück, das nur der hinteren Fläche des Calcaneus aufliegt, und in ein unteres Stück, welches sich vom unteren Ende der hinteren Fläche zur unteren Fläche herumkrümmt (Fig. 7). Im Verlaufe der lateralen Hälfte dieser Naht sind die beiden Stücke der Epiphyse fest miteinander verbunden, die Naht ist hier stärker gezackt, ihr Verlauf deutlich zu erkennen, aber

augenscheinlich sind auf dieser Seite die beiden Epiphysenstücke in der Verschmelzung begriffen. Im Verlaufe der, medialen Nahthälfte sind die beiden Epiphysenstücke getrennt, es besteht hier zwischen denselben ein schmaler Spalt. Ausserdem findet sich im Verlaufe dieser Nahthälfte eine rinnenförmige Vertiefung, die Ränder der Epiphysenstücke erscheinen hier wie einwärts gebogen. In der lateralen Nahthälfte ist eine solche Vertiefung nicht vorhanden, in ihrem Bereich ist die Epiphyse gleichmässig gewölbt. Es kann für dieses Präparat keinem Zweifel unterliegen, dass das obere Stück der Epiphyse sich gerade an der Stelle gebildet hat, an welcher sich die Achillessehne ansetzt, und dass das untere Stück nur gerade an dem Teil des hinteren unteren Calcaneusabschnittes sitzt, auf welchen der Fuss beim Gehen aufgesetzt wird, und auf welchem die Drehung des Fusses bis zum Aufsetzen der ganzen Fusssohle erfolgt. Beiläufig ist das untere Epiphysenstück nicht nur länger, sondern auch breiter und dicker als das obere. Das obere Stück ist durchschnittlich 1,7 cm lang (in vertikaler Richtung) und 2,5 cm breit (in transversaler Richtung, grösste Breite), das untere ist 2,5 cm lang und 2,8 cm breit.

Wir haben hier also in derselben „Apophyse“ unmittelbar nebeneinander Ossification durch reinen Druck und durch Wechsel von Zug und Druck¹⁾. Es entspricht dies den Verhältnissen, wie wir sie an den Enden mehrerer langer Extremitätenknochen finden, besonders am proximalen und distalen Humerusende, wo auch unmittelbar nebeneinander einmal die eigentliche Gelenkepiphyse unter dem Einfluss des durch die Muskelspannung bewirkten Druckes und zweitens die „Apophysen“ unter dem Einfluss des Zuges und des mit ihm verbundenen Druckes der sich an ihnen ansetzenden Muskeln aus besonderen Kernen sich entwickeln. Der von der Achillessehne auf den hinteren

¹⁾ Roux, a. a. O. I. S. 227 und 810.

Calcaneusabschnitt ausgeübte Druck ist bei recht- und besonders bei spitzwinkliger Stellung des Fusses zum Unterschenkel ohne Zweifel sehr beträchtlich und geeignet, neben dem Zuge formgestaltend und wachstumanregend auf den Knorpel an ihrer Ansatzstelle einzuwirken.

Aus dem beschriebenen Präparat erhellt deutlich, dass das untere Epiphysenstück nur unter dem Einfluss des beim Aufsetzen der Ferse auf den Boden erfolgenden Belastungsdruckes ossifiziert sein kann, da die Trennungslinie der beiden Stücke oberhalb des hinteren unteren Calcaneusendes, also der Stelle, wo beim Neugeborenen die hintere und untere Calcaneusfläche trennende Kante sich befindet, verläuft. Dem Zug der Sohlenmuskulatur kann für die Ossification des unteren Stückes der Epiphyse dieses Präparates keine irgend nennenswerte Mitwirkung zugeschrieben werden, um so weniger, da diese Muskulatur an das distale Epiphysenende fast rein axial angreift und daher auf dieses nur einen sehr geringen Druck auszuüben geeignet ist.

An dem zu dem linken Fersenbein, dessen geteilte Epiphyse ich eben beschrieben habe, gehörigen rechten Fersenbein ist eine deutliche Zweiteilung der Epiphyse nicht nachweisbar. An diesem rechten Fersenbein ist die Epiphyse bereits fast vollständig verschmolzen, sie zeigt an entsprechender Stelle auch nicht eine Andeutung einer Naht, dagegen etwas weiter ab- und plantarwärts eine schräg von medial oben und hinten nach lateral unten und vorn verlaufende Furche, die darauf hindeuten könnte, dass sich der nach vorn von der Furche gelegene, dem breiten medialen Fortsatz des Tuber calcanei entsprechende Teil der Epiphyse aus einem besonderen Kern entwickelt habe, um so mehr als an der Epiphyse des zugehörigen linken Calcaneus im Verlauf des trennenden Spaltes sich eine rinnenförmige Vertiefung fand. Eine noch weiter plantar und ebenfalls schräg von medial hinten nach lateral vorn verlaufende Furche findet

sich in der Epiphyse des rechten Fersenbeines, welches zu dem Fuss gehört, von dem das unter 3 beschriebene rechte Metatarsale V stammt. Auch diese Furche trennt gewissermassen den breiten medialen plantaren Fortsatz von dem Epiphysenhauptstück, ohne dass aber in ihrem Verlauf auch nur eine Andeutung von einer Naht zu finden wäre. An dem zugehörigen linken Calcaneus findet sich an entsprechender Stelle keine Furche. Die Epiphysen dieser beiden Calcanei sitzen zwar dem Hauptstück des Knochens fest auf, ihre Ränder sind aber noch vollständig getrennt.

Furchen mit entsprechendem Verlauf wie bei den zuletzt erwähnten Calcaneusepiphysen, auch etwas höher hinauf entsprechend der Stelle, wo bei der zuerst beschriebenen Calcaneusepiphyse die Naht verläuft, quer oder schräg verlaufend, werden gelegentlich auch am Tuber calcanei erwachsener Personen mit vollständig verschmolzener Epiphyse beobachtet¹⁾. Ob in solchen Fällen die Ossification der Epiphyse von zwei Kernen aus anzunehmen ist, darüber können erst entscheiden weitere Untersuchungen über eine derartige Ossification bei jugendlichen Personen, namentlich über den Verlauf der Trennungsstelle zwischen den beiden Epiphysenstücken.

Im Röntgenbilde hat B a d e²⁾ zuweilen in der Epiphyse des Calcaneus zwei Kerne beobachtet. An welcher Stelle der Epiphyse die beiden Kerne lagen, geht aus der Mitteilung nicht hervor. Im hiesigen anatomischen Institut fand sich bei dem

1) Nicht zu verwechseln mit diesen Furchen sind die Furchen, welche sich ziemlich regelmässig bei Erwachsenen in der oberen Gegend der hinteren Fläche des Calcaneus finden. Diese letzteren Furchen bezeichnen die Stelle des oberen Randes der früheren Epiphyse. Die Epiphyse des Calcaneus reicht meist nicht bis zum oberen Rande der hinteren Fläche desselben, sondern bleibt mit ihrem oberen Rande ein Stück von jenem Rande entfernt. Diese Entfernung beträgt durchschnittlich 1 cm, die grösste, die ich gemessen habe, 1,6 cm. Diese „Epiphysengrenzfurchen“ verlaufen unregelmässig, häufig im Winkel mit einer oberen Spitze in der Mitte der Furche.

2) A. a. O.

schon erwähnten 11jährigen Knaben mit der kleinen Epiphyse an der Tuberositas m. V auf dem Röntgenbild die Trennung der Calcaneusepiphyse in zwei Stücke, die Trennungsstelle sass etwa in der Gegend, in welcher bei der zuerst beschriebenen Calcaneusepiphyse die Naht verlief. In einer grösseren Zahl von Röntgenbildern fand ich die Calcaneusepiphyse aus einem Stück bestehend.

Eine besondere Stellung zur Calcaneusepiphyse nimmt in vielen Fällen der *Processus lateralis tuberis calcanei* ein. Es scheint wenig bekannt zu sein, dass dieser Fortsatz in einer beträchtlichen Zahl von Fällen aus besonderem Kern ossificiert. Die Trennung in der Ossification kann so weit gehen, dass dieser Fortsatz eine besondere Epiphyse für sich darstellt. In diesen Fällen finden wir an der Stelle des Fortsatzes einen stark plantar und lateral vorspringenden Höcker, und zwischen ihm und der grossen Epiphyse am hinteren Calcaneusende liegt eine beträchtliche Vertiefung. Für solche Fälle würde die Bezeichnung *Tuberculum* richtiger als *Processus tuberis* zu gebrauchen sein.

Rambaud et Renault¹⁾ scheinen die getrennte Ossification des *Tuberculum calcanei plantare posterius laterale* als die Regel anzunehmen und sprechen von einer *épiphyse du tubercule calcanéen externe*; elle est reliée à l'épiphyse de la face postérieure par une lame de cartilage. Sie erwähnen noch besonders, dass die Epiphyse des Tub. calc. ext. zuweilen isoliert bleibe, was einige Autoren veranlasst habe, sie als ein Sesambein anzusehen.

Sehr bemerkenswert hinsichtlich der selbständigen Stellung

¹⁾ A. a. O. S. 238. „Vers dix ans, au point le plus convexe de la calotte cartilagineuse qui recouvre la face postérieure du calcanéum, apparaît un point osseux qui s'étend rapidement dans toute la masse cartilagineuse; un autre point osseux se développe un peu plus tard dans le tubercule calcanéen externe, resté jusque-là cartilagineux.“

dieses Tuberculum sind die Beobachtungen Schomburgs¹⁾, dass bereits die Embryonen aus dem vierten Monat an der Stelle, die dem Tuberculum laterale calcanei entspricht, der Knorpel höckerartig vorspringt, und bei einem Embryo von 21 W, dieser Vorsprung nur mittelst eines dünnen Stieles mit der übrigen Masse zusammenhing. Bei einem Neugeborenen fand ich dies Tuberculum als länglichrunden Buckel, der besonders die laterale Calcaneusfläche stark überragte, weniger die plantare.

Eine Ossification des Processus (Tuberculum) later. tuberis calcanei aus besonderem Kern findet sich an dem Calcaneus-

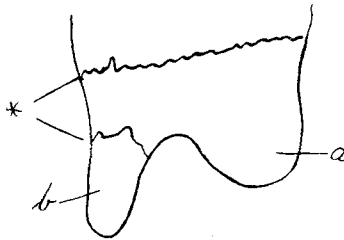


Fig. 8.

Ansicht des unteren Epiphysenstücks von hinten und unten (schematisch). a Processus tuberis medialis. b Processus tuberis lateralis. * Nähte.

paar, welches zu den unter 2. beschriebenen Metatarsalia V gehört. An dem linken von diesen beiden Calcanei, dessen Epiphyse noch an keiner Stelle mit dem Hauptstück des Knochens verschmolzen ist und, wie oben beschrieben, aus zwei grossen getrennten Stücken besteht, findet sich der Proc. later. tub. als 1,4 cm langer zungenförmiger Fortsatz, welcher von der lateralen plantaren Ecke des grossen unteren Epiphysenstückes sich gerade nach distal erstreckt (Fig. 8). Dieser Fortsatz sitzt zwar fest an dem grossen unteren Epiphysenstück, aber an seiner Abgangsstelle verläuft eine zackige Naht in seiner ganzen Breite, so dass es keinem Zweifel unterliegt, dass der den Proc. later.

¹⁾ H. Schomburg; Untersuchung der Entwicklung der Muskeln und Knochen des menschlichen Fusses. Gekrönte Preisschrift. Göttingen 1900.

tub. darstellende Fortsatz der Epiphyse von einem besonderen Kern aus ossifiziert ist. Die Ossification der Epiphyse dieses Calcaneus ist also von drei Kernen aus erfolgt. Der Fortsatz ist an der Nahtstelle 8 mm, am distalen Ende 5 mm breit und hat etwa in der Mitte die beträchtliche Dicke von 5 mm.

Während an diesem linken Calcaneus der aus besonderem Kern ossifizierende laterale plantare Fortsatz in ausgesprochenem Zusammenhange mit der übrigen Epiphyse steht, gewinnt man am zugehörigen rechten Calcaneus den Eindruck, dass dieser Processus eine besondere Epiphyse bildet. An diesem rechten Calcaneus ist der laterale plantare Fortsatz, der sich hier etwa in derselben Form und denselben Abmessungen wie links findet, vollständig (mit noch eben erkennbarer Verschmelzungslinie), die übrige Epiphyse fast vollständig mit dem Hauptstück des Knochens verschmolzen¹⁾, dagegen kennzeichnet sich die Trennung des lateralen Fortsatzes (Tuberculum) von der übrigen Epiphyse durch einen schmalen Spalt, in dessen Tiefe allerdings eine knöcherne Verbindung zwischen dem Tuberculum und der grossen Epiphyse vorhanden ist. Es ist bemerkenswert, wie stark an dem rechten Calcaneus das Tuberculum laterale vorspringt, wie regelmässig es dabei geformt ist, länglich elliptisch, die grösste Höhe (Dicke) in seiner Mitte, von da nach den Seiten gleichmässig abnehmend, nach proximal sich ebenso abdachend wie distal. Das Tuberculum laterale überragt den Processus medialis tuberis nach distal um 11 mm.

An dem Calcaneuspaar, welches zu den unter 3. beschriebenen Metatarsalia V gehört, ist die Ossification des Processus later. tub. aus besonderem Kern nicht nachzuweisen. Bei diesem Calcaneuspaar sitzt die Epiphyse zwar fest auf dem Hauptstück, ihr Rand ist aber nur am linken an einzelnen Stellen ver-

¹⁾ Die Epiphyse des Tuberc. calc. later. verschmilzt nach Ramband et Renault (a. a. O.) früher als die Epiphyse am hinteren Calcaneusende.

schmolzen, der laterale plantare Fortsatz ist noch fast vollständig getrennt. Letzterer ist nur 1 cm lang, an der Abgangsstelle 1,2 cm breit, flach und zeigt keine Spur einer bestandenen Trennung von der übrigen Epiphyse.

Auf den Röntgenplatten von den oben erwähnten vier Knaben habe ich in keinem Falle die getrennte Ossification des Processus lateralis tuberis calcanei gefunden, dagegen sehr deutlich bei einem fünften 14-jährigen Knaben, der ebenfalls im hiesigen anatomischen Institut durchleuchtet wurde.

Befunde, die ich an Fersenbeinen von Erwachsenen erhoben habe, machen die häufige getrennte Ossification dieses Processus sehr wahrscheinlich. Ich habe denselben in der Regel nicht kurz und flach, sondern in der grösseren Zahl der Präparate mehr oder minder stark über die untere und über die laterale Fläche des Calcaneus vorspringend gefunden, meist rundlich knopfförmig, aber auch länglich wie an den Calcanei zu 2., dabei meist scharf abgesetzt gegen die Umgebung, namentlich auch nach proximal gegen das Tuber. Bei diesen stärker vorspringenden Processus-Tubercula lateralia — halte ich die Ossification aus besonderem Kern für sehr wahrscheinlich. In einer geringen Zahl von Fällen, etwa einem Drittel der von mir untersuchten, findet man bei Erwachsenen die Gegend des Proc. later. tub. flach, so dass ein Höcker nicht hervortritt. Es ist anzunehmen, dass in allen diesen Fällen mit flachem Processus die Ossification desselben nicht aus besonderem Kern, sondern von der Hauptepiphyse aus erfolgt, wie in den Calcanei zu 3. Sehr wahrscheinlich handelt es sich bei diesem sehr verschiedenen Ausbildungsgrade des Processus later. tub. calc. um Verschiedenheiten in der embryonalen Anlage.

Bei den Beziehungen, welche zwischen dem Processus lateralis tuberis (Tuberculum laterale) calcanei und der Tuberositas des Metatarsale V bestehen: Anfang und Ende des hinteren Bogens am lateralen Fussrande, Verbindung durch die Tubero-

sitas-Portion des *M. abductor digiti V*, war es von Interesse festzustellen, ob stets bei stärker vorspringender wulstiger Tuberositas m. V auch ein ausgesprochenes Tuberculum calcanei laterale vorhanden ist. Dies ist nicht der Fall. In allen Fällen mit ganz flachem Proc. tub. calc. later. fand ich eine vorspringende breite Tuberositas m. V und letztere ebenso stets bei ausgesprochenem Tuberculum calc. laterale. Es ist danach auch nicht anzunehmen, dass etwa stets, wenn an der Tuberositas m. V eine Epiphyse vorhanden ist, auch der Proc. later. calc. aus besonderem Kern ossifiziert.

Da, wie wir gesehen haben, der Belastungsdruck sowohl auf die Epiphyse am hinteren Ende des Calcaneus als auf die Tuberositas m. V bzw. deren Epiphyse, diejenigen Stellen, mit welchen beim Gehen die aufgesetzte Fusssohle zuerst auf den Boden auftrifft, formgestaltend wirkt, ist es von Interesse festzustellen, ob diese formgestaltende Wirkung sich auch auf die Capitula der Metatarsalien, welche zuletzt auf den Boden aufgesetzt werden, geltend macht. Dem ist in der That so. Beim Neugeborenen sind die Capitula dieser Knochen — es kommen hier nur die Metatarsalia II—V in Betracht — ausgesprochen prismatisch gestaltet. Ihre seitlichen Flächen stossen rechtwinkelig unter scharfer Kante auf die plantare Fläche. Die an letzterer befindlichen Gelenkflächenzipfel sind ganz gleichmässig gebildet, überragen weder einer den anderen noch in irgend auffallender Weise den an der Plantarseite leicht dorsalwärts gekrümmten Schaft. Die plantare Köpfchenfläche ist vollkommen platt, stösst, wie erwähnt, unter scharfer Kante auf die beiden seitlichen Flächen und biegt in leichter Rundung nach der im übrigen ebenfalls platten und senkrecht zur plantaren Fläche stehenden distalen Fläche um. Bei Erwachsenen und schon bei jugendlichen Individuen mit verknöcherten noch nicht verschmolzenen distalen Epiphysen finden wir den lateralen Gelenkflächenzipfel auffallend stärker

entwickelt als den medialen. Er springt plantarwärts hakenförmig vor und überragt den medialen nicht nur plantar-, sondern auch proximalwärts. Die plantare und laterale Köpfchenfläche stossen nicht mehr unter scharfer Kante aufeinander, sondern an Stelle dieser Kante findet sich eine Rundung, der stark entwickelte laterale plantare Zipfel der Köpfchengelenkfläche wulstet sich mit der anschliessenden distalen Köpfchenfläche nach der lateralen Köpfchenfläche, diese überragend, herum. Es hat sich also an der Stelle dieses Zipfels und der Kante zwischen lateraler und plantarer sowie distaler Köpfchenfläche ein Knorpelwulst gebildet, der dann in derselben Gestalt verknöchert ist. Dies lässt sich nur dadurch erklären, dass beim Gehen, beim Aufsetzen der Fusssohle vom lateralen Fussrande her stets die Kante zwischen lateraler einerseits und plantarer und distaler Köpfchenfläche andererseits und der sich an diese Kante anschliessende laterale Gelenkflächenzipfel verhältnismässig stark belastet wird, indem auf dieser Kante die Drehung des in Supinationsstellung aufgesetzten Fusses in Pronation erfolgt, während die Belastung des medialen Gelenkflächenzipfels sehr viel geringer ist. Auch hier erfolgt das Knorpelwachstum seitlich der Stelle der Kante, welche auf den Boden auftrifft und dem Druck besonders ausgesetzt ist, also des distalen Endes der lateralen plantaren Kante, wo dieses leicht gerundet in den lateralen Rand der distalen Köpfchenfläche übergeht. Während hier das Knorpelwachstum gehemmt wird, wächst der Knorpel sowohl seitlich (lateralwärts) als auch proximal heraus, so dass der charakteristische Wulst zu stande kommt. Auch nach der medialen Köpfchenfläche wulstet sich die distale etwas herum, aber in wesentlich geringerem Masse als nach der lateralen.

Wir haben also die bemerkenswerte Thatsache zu verzeichnen, dass an den Stellen des Knochengerüsts des Fusses, welche beim Aufsetzen der Fusssohle beim Gehen auf den Boden auftreffen und auf welchen nach dem

Auftreffen unter mehr oder minder starker Belastung eine Drehung des Fusses erfolgt¹⁾, beim Neugeborenen sich Kanten finden, und dass diese Skeletteile nach der Geburt, vermutlich von dem Zeitpunkt ab, zu welchem das Kind zu gehen beginnt, infolge von Knorpelbildung seitlich der Kanten unter dem Einfluss des Belastungsdruckes sich abrunden²⁾. Diese Abrundungen (rundlichen Wülste) stellen ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal dar zwischen dem belasteten Fusse des extrauterin wachsenden Menschen und dem bisher unbelasteten Fusse des Neugeborenen. Wir sehen hier den Einfluss bestimmter funktioneller Reize, die auf Teile, welche im embryonalen Leben bereits bis zu einem gewissen funktionsfähigen Grade ausgebildet sind, im eigentlichen funktionellen Leben weiter formgestaltend wirken, um die volle und sichere Funktion dieser Teile für die Dauer des funktionellen Lebens herbeizuführen³⁾.

Pfützner⁴⁾ nimmt an, dass die Epiphyse am proximalen Ende des Metatarsale V ein vom M. V assimiliertes Skeletstück sei, welches ursprünglich mit dem Cuboid und dem M. V arti-

1) Das Capitulum metat. I kommt hier nicht in Betracht. Auf diesem erfolgt unmittelbar nach dem Auftreffen auf den Boden keine irgend nennenswerte Drehung, sondern erst bei der Abwicklung des Fusses um eine transversale Achse. Für diese letztere Drehung ist jenes Capitulum eingerichtet, für sie besitzt es seine grossen Sesambeine.

2) Gewissermassen eine Ausnahme macht das Tuberculum calc. laterale, das schon beim Neugeborenen als rundlicher Wulst vorhanden ist. Aber auf dieses wird der Fuss beim Niedersetzen nicht unmittelbar aufgesetzt, es liegt nach vorn von der Kante zwischen hinterer und unterer Calcaneusfläche. Diese Kante hat den Druck beim Niedersetzen des Fusses auszuhalten, um sie erfolgt die Drehung des Fusses.

3) W. Roux, a. a. O. II. S. 231, 232.

4) W. Pfützner, Beitr. zur Kenntnis des menschlichen Extremitätenskeletts. VII. Die Variationen im Aufbau des Fuss skelets. Morph. Arb. VI, 2 S. 472 ff. (1896). Seine Angabe unter Literatur, dass in den 18 Fällen Grubers die Tuberositas eine selbständige Epiphyse dargestellt habe, ist nicht zutreffend.

kulierte, dann vom Cuboid abgewandert sei und im Endstadium seitlich neben dem Metatarsale liege. Diese Hypothese dürfte, nachdem wir gesehen haben, welche mechanischen Einwirkungen für das Auftreten und die Formgestaltung der Epiphyse in Betracht zu ziehen sind, und wie diese Epiphyse in Parallele zu der Epiphyse am hinteren Calcaneusende zu setzen ist, als widerlegt anzusehen sein. Auch dass es sich bei der Epiphyse an der Tuberositas m. V, wie Pfitzner meint, um eine Epiphyse handelt, die im Begriffe steht eliminiert zu werden, worauf ausser anderem ihre Inkonstanz hinweise, dürfte nicht stichhaltig sein. Es ist wahrscheinlich, dass die Epiphyse recht häufig vorkommt, allerdings bedarf es diesbezüglich noch weiterer Untersuchungen. Aber sie steht ebenso wenig im Begriff eliminiert zu werden als die Epiphyse am hinteren Ende des Calcaneus.

Eins der Beweisstücke der Pfitznerschen Hypothese bildet die in sehr seltenen Fällen vorkommende selbständige Ossification einer Tuberositas m. V mit starkem fersenwärts gerichteten Fortsatz oder dieses Fortsatzes allein, die ebenfalls von Gruber¹⁾ zuerst beschrieben, aber von der bisher erörterten Epiphyse an der Tuberositas m. V scharf getrennt worden ist²⁾. Diese Tuberositasfortsatzepiphyse, wie ich sie nach Gruber¹⁾ zum Unterschied von ersterer nennen will, hat dieser Autor nur bei Erwachsenen als „persistierende“ Epiphyse beobachtet, unter 2127 Metatarsalia V nur 6 mal (1885)²⁾, dazu kommt der 1875 beschriebene Fall¹⁾. Alle diese sieben Fälle sind dadurch ausgezeichnet, dass ein von der Tuberositas m. V sich fersenwärts erstreckender Fortsatz an der seitlichen Fläche des Os cuboideum articuliert.

¹⁾ W. Gruber, Über den Fortsatz des Seitenhöckers-Processus tuberositatis lateralis des Metatarsale V und sein Auftreten als Epiphyse. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1875. S. 48.

²⁾ A. a. O. 1885.

Von den 7 Fällen kann die Bezeichnung Epiphyse, wie sie gewöhnlich gebraucht wird, nicht einmal für alle als zutreffend erachtet werden. An den beiden Metatarsalia V vom Skelet des alten Mannes beschreibt Gruber (1885) einen in der Knochenlängsrichtung verlaufenden Spalt, welcher die Tuberositas mit ihrem Fortsatz zum Teil von dem übrigen Knochen trennt. Dieser Spalt dringt namentlich am rechtsseitigen M. V verhältnismässig tief, 7 mm, zwischen Tuberositas und Basis ein. „Die Wände des Spaltes haben das Aussehen von Gelenkflächen. Danach ist zu vermuten, dass die ganze Tuberositas in früheren Lebensperioden eine persistierende, vielleicht am rechtsseitigen Knochen eine am Metatarsale und Cuboideum artikulierende Epiphyse, also sogar ein besonderer Knochen von 17–18 mm Länge gewesen und erst in späteren Lebensperioden eine unvollständige Verwachsung namentlich am rechtsseitigen Metatarsale V, eingegangen sei.“ Damit charakterisiert Gruber selbst die „Epiphyse“ an diesen beiden Metatarsalia als einen Skeletteil, der dem, was gewöhnlich als Epiphyse bezeichnet wird, nicht entspricht.

Dass tatsächlich die Tuberositas m. V als für sich bestehendes, am Metatarsale und Cuboideum artikulierendes Skeletstück vorkommt, beweist die Beobachtung an der Leiche eines Neugeborenen von Spronck¹⁾. An dieser wurde die Tuberositas des rechtsseitigen Metatarsale V durch ein vollständig isoliertes Knorpel-element repräsentiert. „Der lateral abgerundete, vom Perichondrium bekleidete Knorpel hat an seiner medialen Seite zwei plane, glatte, unter stumpfem Winkel zusammenstossende Gelenkfacetten, welchen ähnliche Facetten am fibularen Rande des Cuboides und Metatarsale V entsprechen.“ Letztere Facette des MV steht fast in der Längsrichtung des Knochens. Am

¹⁾ C. H. H. Spronck, Auftreten der ganzen Tuberositas (lateralis) des Os metatarsale V als ein für sich bestehendes, am Metatarsale und Cuboides artikulierendes Skeletelement. *Anatom. Anz.* II. Jahrg. 1887. S. 734.

linksseitigen MV ist die knorpelige Tuberositas mit dem proximalen Ende des Knochens verwachsen, im übrigen ähnlich gestaltet wie die rechtsseitige selbständige Tuberositas, artikuliert ebenfalls mit dem Cuboid. Die Gelenkfläche des am Cuboid artikulierenden Fortsatzes der Tuberositas ist von der tarsalen Gelenkfläche der Basis des linksseitigen Metatarsale V, welche mit ersterer stumpfwinkelig zusammenstösst, durch einen im Winkel vorhandenen, feinen, untief in den Knorpel eindringenden Spalt getrennt. An diesem linksseitigen Metatarsale V finden wir also ähnliche Verhältnisse wie an den beiden Metatarsalia V Grubers vom Skelet des alten Mannes.

Derartige Beobachtungen sind ganz ausserordentlich selten. Neuerdings hat Gelinsky¹⁾ im Röntgenbilde bei einem 15jährigen Bäckerlehrling beiderseits ein augenscheinlich in der Ossification begriffenes freibewegliches Skeletstück beobachtet, welches der Lage nach der selbständigen rechtsseitigen Tuberositas m. V von Spronck entspricht und ebenfalls mit Cuboid und M. V zu artikulieren schien. Das Gelenk zwischen M. V und diesem Skeletstück stand anscheinend mehr frontal.

In den übrigen 5 Fällen Grubers von Tuberositasfortsatz-Epiphyse bestand keine Spaltbildung wie bei den Metatarsalia vom Skelet des alten Mannes, der am Cuboid artikulierende Fortsatz war von besonderem Kern aus ossifiziert, die Epiphyse aber dann nicht oder nicht vollständig mit dem Hauptstück verschmolzen. Die Epiphysentrennungslinie stand entweder quer zur Knochenlängsrichtung wie in dem 1875er Falle oder verlief in der Knochenlängsrichtung entsprechend den Metatarsalia vom Skelet des alten Mannes.

Ob etwa ein solcher am Cuboid artikulierender Fortsatz der Tuberositas m. V öfters oder gar regelmässig von besonderem

¹⁾ Gelinsky, Das frei artikulierende Os Vesalianum tarsi duplex im Röntgenbild. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstrahlen. Bd. VIII. H. 6. (15. 6. 1905).

Kern aus ossifiziert, um dann der Regel nach mit dem Hauptstück zu verschmelzen, darüber fehlt es noch an Befunden. Spronck fand in einem Falle¹⁾ schon im ersten Lebensjahre in der Tuberositas m. V die erste Anlage eines Knochenkernes. Wie in diesem Falle die Tuberositas gestaltet war, und ob sie an der lateralen Seite des Cuboideum artikulierende, darüber äussert sich Spronck nicht. Jedenfalls kommt ein solcher fersenwärts gerichteter Fortsatz der Tuberositas m. V, welcher am Cuboideum artikuliert, verhältnismässig selten vor. Gruber²⁾ hat ihn merkwürdigerweise in 3% seiner Präparate, unter 1608 Metatarsalia V 48mal, beobachtet, im hiesigen anatomischen Institut habe ich kein einziges derartiges Präparat gefunden, auch sonst scheint der artikulierende Fortsatz selten beobachtet zu sein. Pfitzner³⁾ bildet einen einzigen derartigen Fall ab. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die verschiedene Häufigkeit des Vorkommens auf Rassenverschiedenheit beruht.

Die Artikulation des Metatarsale V mit einem fersenwärts gerichteten Fortsatz an der lateralen Seite des Cuboideum erklärt sich entwicklungsgeschichtlich aus der Stellung des M. V zum Cuboideum im zweiten Embryonalmonat während des Vorknorpelstadiums. Das M. V liegt nach Schomburg⁴⁾ zur Zeit der Differenzierung der Tarsalien und Metatarsalien ganz der lateralen Seite des Cuboideum an (Fig. 9, 10). Im Laufe des Vorknorpelstadiums entwickelt sich das Cuboideum besonders nach der lateralen Seite, infolgedessen rückt das M. V mit seiner Artikulationsfläche mehr und mehr an die distale Fläche des

¹⁾ A. a. O. In diesem Falle waren nicht nur im Calcaneus, Talus und Cuboideum je ein deutlicher Knochenkern, sondern auch im Naviculare zwei in erster Entwicklung begriffene Kerne vorhanden.

²⁾ A. a. O. 1885.

³⁾ A. a. O. Fig. 64.

⁴⁾ A. a. O.

Cuboideum, auf der es bereits gegen Ende des zweiten Monats gefunden wird. Diese der Regel nach stattfindende Verschiebung

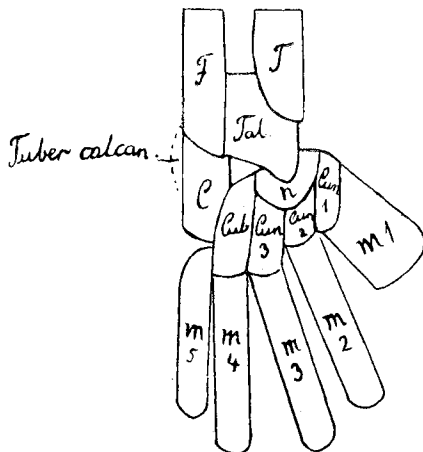


Fig. 9.

(Fig. 3 Schomburg.)

Erstes Entwicklungsstadium aus dem zweiten Embryonalmonat. Anfang 6 W.

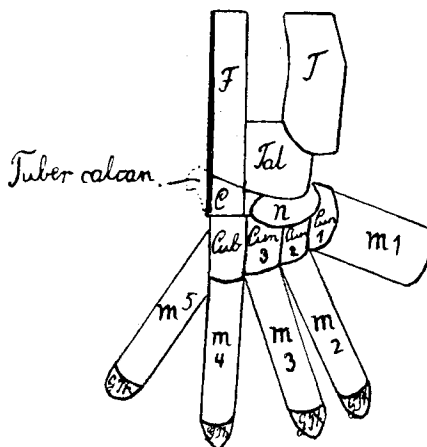


Fig. 10.

(Fig. 4 Schomburg.)

Zweites Entwicklungsstadium aus dem zweiten Embryonalmonat. Mitte 6 W.

des Metatarsale V nach der distalen Fläche des Cuboideum bleibt dann unvollständig, wenn die laterale distale Ecke des

letzteren im Wachstum zurückbleibt, und infolgedessen die Gelenkfläche des Cuboideum für das M. V mehr weniger lateralwärts sieht. Zwei solche Fälle von Erwachsenen bildet Pfitzner¹⁾ ab (Fig. 11 u. 12). An diesen besitzt das Cuboideum nur für das M. IV eine distale Gelenkfläche, für das M. V dagegen eine zu dieser im stumpfen Winkel stehende mehr laterale Gelenkfläche. Denken wir uns nun, dass das Cuboideum gewisser-

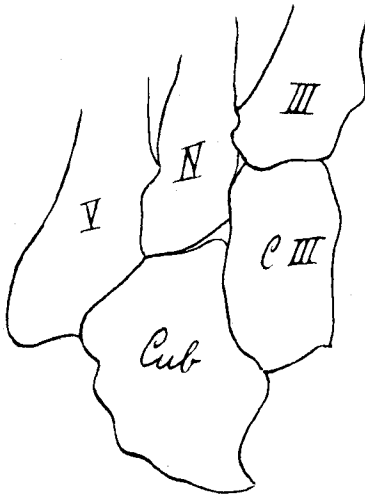


Fig. 11.

Schematisch nach Pfitzner Fig. 60.

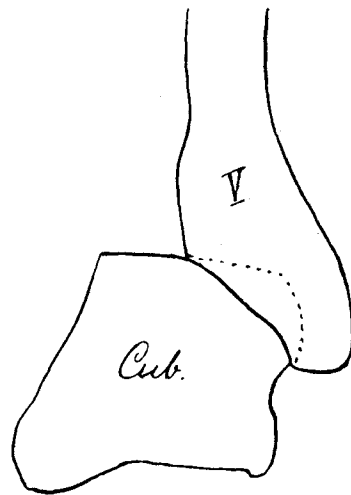


Fig. 12.

Schematisch nach Pfitzner Fig. 63.

massen in das an seiner lateralen Seite artikulierende M. V hineinwächst, so erhalten wir die Fälle, in welchen das M. V mit seinem proximalen Ende an einer distalen und einer angrenzenden lateralen Gelenkfläche des Cuboideum artikuliert, wie dies in Fig. 12 durch die punktierte Linie dargestellt wird.

Für die äusserst seltenen Fälle, in denen die Tuberositas m. V oder nur ihr Fortsatz ein selbständiges Skeletstück darstellt, fehlt jede entwicklungsgeschichtliche Erklärung. Bei

¹⁾ A. a. O. Fig. 60 und 63.

anderen Säugetieren ist bis jetzt ein entsprechendes konstantes Skeletstück nicht aufgefunden¹⁾. Pfitzner¹⁾ identifiziert das in diesen Fällen am Metatarsale V und Cuboideum artikulierende selbständige Skeletstück mit dem Ossiculum μ bei Vesal²⁾ und bezeichnet seiner früher angeführten Hypothese entsprechend nicht nur jenes selbständige Skeletstück, sondern auch die Tuberositasfortsatz-Epiphyse Grubers und die von mir zuerst besprochene häufiger vorkommende Epiphyse am proximalen Ende des M. V, die zumeist der Tuberositas plantar aufsitzt, als Os Vesalianum. Ich habe bereits an anderer Stelle³⁾ dargethan, dass das Ossiculum μ bei Vesal nicht identifiziert werden darf mit einer Tuberositas oder einem Tuberositasfortsatz, die als selbständiges Skeletstück auftreten und am Metatarsale V und Cuboideum artikulieren. Vesal bildet das Ossiculum an einem Fuss skelet ab, an welchem das M. V eine stark ausgebildete und sogar mit kleinem Fortsatz versehene Tuberositas aufweist. Hiernach darf nur angenommen werden, dass Vesal das Knöchelchen neben einer Tuberositas mit Fortsatz gesehen hat. Ich habe mich bereits dahin ausgesprochen, dass es seiner Gestalt und Lage nach als Peroneum gedeutet werden könnte. Doch bestehen auch bezüglich dieser Erklärung Zweifel. Es dürfte daher das beste sein, sich hinsichtlich des Ossiculum μ dahin zu bescheiden, dass wir nicht wissen, was für ein Gebilde mit demselben gemeint ist. Bezüglich der Häufigkeit seines Vorkommens sagt Vesal ausdrücklich, dass er es öfters („non raro“, „non semel“) gesehen hat. Es handelt sich also nicht, wie Pfitzner meint, um einen Einzelbefund, den Vesal ver-

1) Pfitzner, a. a. O.

2) Andr. Vesalius, De corp. hum. fabrica libri septem. Basil. 1543. pag. 180, 153.

3) A. Kirchner, Die Epiphyse am proximalen Ende des Os metatarsi V und das sogenannte Os Vesalianum tarsi. Arch. f. klin. Chir. Bd. 80. H. 3. (1896). Hier auch Abbildungen nach Vesal und Gruber.

allgemeinert hat. Ich möchte empfehlen, die Beziehung Os Vesalianum für alle die Skeletteile, für welche sie Pfitzner gebraucht hat, vor allem aber für die häufig vorkommende zumeist der plantaren Seite der Tuberositas m. V aufsitzende Epiphyse ganz fallen zu lassen.

Ergebnisse.

1. Am proximalen Ende des Metatarsale V kommt im späteren Kindesalter eine Epiphyse vor, welche zumeist der plantaren Seite der Tuberositas, da wo dieselbe beim Gehen auf den Boden trifft, aufsitzt, zuweilen auch die ganze Tuberositas umfasst. Der Beginn der Ossification und die Verschmelzung dieser Epiphyse erfolgen etwa zu derselben Zeit wie bei der Calcaneusepiphyse. Es ist festgestellt, dass die Epiphyse der Tuberositas später einen Knochenkern erhalten und früher verschmelzen kann als die Calcaneusepiphyse. Bestimmte Zeiten lassen sich bei der grossen Verschiedenheit des Zeitpunktes des Auftretens und Verschmelzens der Knochenkerne nicht angeben.

2. Hinsichtlich der Häufigkeit des Vorkommens der Epiphyse an der Tuberositas m. V bedarf es noch weiterer Untersuchungen. Sie ist öfters sehr dünn, die Untersuchungen, namentlich mittelst Röntgendurchleuchtung, erfordern daher besondere Sorgfalt.

3. Die Entwicklung der Epiphyse an der Tuberositas m. V wird sehr wahrscheinlich durch die beim Gehen immer erneut stattfindende Belastung des Fusses an dieser Stelle beim Aufsetzen der Fusssohle beeinflusst. Unter der Einwirkung der Belastung bildet sich an Stelle der hier beim Neugeborenen

vorhandenen stumpfen Kante ein Wulst, in welchem, sobald er hinreichende Grösse erreicht hat, der Knochenkern auftritt. Dieser Wulst findet sich in charakteristischer Weise an einer grossen Zahl von Metatarsalia V von Erwachsenen und setzt sich an diesen scharf gegen die Seitenwände des Basalteiles ab.

4. In gleicher Weise wie auf die Entwicklung dieser Epiphyse wirkt die Belastung des Fusses beim Gehen auf die Entwicklung und Formgestaltung der Epiphyse des Calcaneus und die verhältnismässig starke Entwicklung und eigentümliche Formgestaltung des lateralen Zipfels an der plantaren Seite der Gelenkfläche der Capitula der Metatarsalia II—V ein. Auch hier treten Rundungen und Wülste an Stelle von Kanten und platten Flächen beim Neugeborenen. Auf die Entwicklung der Calcaneusepiphyse ist auch die Zug- und Druckwirkung der Wadenmuskulatur von Einfluss.

5. Die Calcaneusepiphyse kann von drei Kernen aus ossifizieren, von denen einer an der Stelle des Ansatzes der Achillessehne, der zweite an der Stelle des Auftreffens der Ferse auf den Boden beim Aufsetzen des Fusses beim Gehen, der dritte an der Stelle des Processus lateralis tuberis auftritt. Dieser Fortsatz ossifiziert häufig selbständig. Im Hauptteil der Epiphyse, aus welchem das Tuber calcanei hervorgeht, scheint ein Kern die Regel zu sein; dieser tritt im unteren Teil der Epiphyse auf.

6. Der selbständig ossifizierende laterale Fortsatz des Tuber calcanei prominiert in der Regel stark und kann als selbständige Epiphyse auftreten = Epiphyse des Tuberculum calcanei laterale (Rambaud et Renault).

7. Vollständig zu trennen von der im späteren Kindesalter auftretenden Epiphyse an der plantaren Seite der Tuberositas m. V ist das sehr seltene Vorkommen eines Knochenkernes im proximalen Ende eines Metatarsale V, welches mit starkem fersenwärts gerichteten Fortsatz an der lateralen Seite des Cubo-

ideum artikuliert (Gruber). Von diesem Kern aus ossifiziert entweder die Tuberositas m. V mit ihrem Fortsatz oder der an dem Cuboideum artikulierende Fortsatz allein. Diese Tuberositasfortsatz-Epiphyse fand Gruber nur bei Erwachsenen und zwar nicht oder nicht vollständig verschmolzen.

8. Die teilweise oder vollständige Artikulation des Metatarsale V mit seiner Gelenkfläche für das Cuboideum an der lateralen Seite des letzteren erklärt sich aus der Lage des Metatarsale V zum Cuboideum zur Zeit der Differenzierung der Tarsalien und Metatarsalien im zweiten Embryonalmonat.

9. Die Bezeichnung Os Vesalianum für die Epiphyse am proximalen Ende des Metatarsale V ist zu verwerfen. Die Bedeutung von Vesals Ossiculum μ ist bislang nicht festgestellt.

Dem Direktor des anatomischen Instituts, Herrn Geheimrat Professor Dr. Merkel sage ich besten Dank für die Genehmigung zur Benutzung der Einrichtungen des Institutes, Herrn Privatdocent Dr. Heiderich für seine freundliche Unterstützung bei Benutzung der Sammlung und die Ausführung der Röntgenaufnahmen.
