

Aus dem Institut für Radiologie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

Prävalenzbestimmung von akzessorischen Skelettelementen im Bereich
der Fußwurzel und des oberen Sprunggelenks beim Erwachsenen

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von
Benjamin Martin Ochs
aus Hanau

Datum der Promotion: 05.03.2021

Verzeichnis von Abbildungen, Diagrammen und Tabellen

Abbildungen

Abb. 1: Veranschaulichung des Unterschiedes zwischen Patienten- und Fußprävalenz	- 13 -
Abb. 2.: Überblick über die Eingrenzung der Datensätze für die Bildauswertung	- 17 -
Abb. 3: A.p-Aufnahme des OSG und dort sichtbare Ossikel.....	- 19 -
Abb. 4: Tibiofibulare Seitenaufnahme des OSG und dort sichtbare Ossikel.....	- 19 -
Abb. 5: Plantodorsale Schrägaufnahme und dort sichtbare Ossikel	- 20 -
Abb. 6: Dorsoplantare Vorfuß-Aufnahme und dort sichtbare Ossikel.....	- 20 -
Abb. 7: Formel des verwendeten Random intercept-Modells.....	- 22 -
Abb. 8: Eindeutiges Os subtibiale	- 34 -
Abb. 9: Dezentos, a.e. noch kartilaginäres Os subtibiale	- 34 -
Abb. 10: Differenzialdiagnose Os subfibulare – Os intercalare fibulare	- 35 -
Abb. 11: Differenzialdiagnose Os subfibulare – Os intercalare fibulare	- 35 -
Abb. 12: Eindeutiges Os trigonum	- 37 -
Abb. 13: Ossikel nahe an der oberen Kante des Os naviculare.....	- 38 -
Abb. 14: Os supranaviculare mittig im Spalt zwischen Talus und Os naviculare	- 38 -
Abb. 15: Dezentos Os supranaviculare in Talusnähe	- 38 -
Abb. 16: Calcaneus secundarius.....	- 40 -
Abb. 17: 1. Zeichnung Vesals zur Anatomie des Fußskeletts (Blick von dorsal und plantar) -	40 -
Abb. 18: 2. Zeichnung Vesals zur Anatomie des Fußskeletts (Blick von lateral)	- 41 -
Abb. 19: 3. Zeichnung Vesals zur Anatomie des Fußskeletts (Blick von lateral)	- 41 -
Abb. 20: Prominentes Os peroneum	- 43 -
Abb. 21: Sehr dezentos Befund in typischer Lage eines Os peroneum.....	- 43 -
Abb. 22: Gebogene Ossikel entlang des Sehnenverlaufs des M. peroneus longus.....	- 43 -
Abb. 23: Verdachtsfall einer Typ I-Apophyse	- 48 -
Abb. 24: Verdachtsfall einer Typ II-Apophyse.....	- 48 -
Abb. 25: Verdachtsfall einer Typ III-Apophyse	- 48 -
Abb. 26: Projektionsartefakt im Bereich der mutmaßlichen Lage des Os vesalianum.....	- 49 -
Abb. 27: Verdachtsfall eines Os vesalianum mit Lage im Faserverlauf des M. peroneus longus (entspricht distalem Os peroneum)	- 49 -
Abb. 28: 1. Fall eines Ossikels mit Lage gemäß Vesals plantarer und dorsaler Darstellung ..	- 49 -
Abb. 29: 2. Fall eines Ossikels mit Lage gemäß Vesals plantarer und dorsaler Darstellung ..	- 49 -
Abb. 30: 3. Fall eines Ossikels mit Lage gemäß Vesals plantarer und dorsaler Darstellung ..	- 50 -

Abb. 31: Os tibiale externum Fall A	- 54 -
Abb. 32: Os tibiale externum Fall B	- 54 -
Abb. 33: Os tibiale externum Fall C	- 54 -
Abb. 34: Os tibiale externum Fall D (Naviculare cornutum).....	- 54 -
Abb. 35:Orthograd getroffener Abgang der kalzifizierten A. dorsalis pedis	- 56 -
Abb. 36: Prominentes Os intermetatarsium in typischer Lage	- 56 -
Abb. 37: Verdachtsfall einer Patella malleoli	- 58 -
Abb. 38: Verdachtsfall einer Patella malleoli	- 58 -
Abb. 39: 1. dezenter Verdachtsfall eines Os intercalare tibiale	- 59 -
Abb. 40: 2. dezenter Verdachtsfall eines Os intercalare tibiale	- 59 -
Abb. 41: 1. möglicher Fall eines Talus accessorius	- 60 -
Abb. 42: 2. möglicher Fall eineses Talus accessorius.....	- 60 -
Abb. 43: Verdachtsfall eines Os sustentaculi.....	- 61 -
Abb. 44: Verschattung im Bereich der Lage Os retinaculi	- 62 -
Abb. 45: Weitere Verschattung im Bereich der Lage Os retinaculi.....	- 62 -
Abb. 46: Verdachtsfall von zwei Ossa intercalare fibulare.....	- 62 -
Abb. 47: Größter nachweisbarer Verdachtsfall eines Os intercalare fibulare.....	- 62 -
Abb. 48: Möglicher Talus secundarius	- 63 -
Abb. 49: Mögliches Os trochleare calcanei	- 65 -
Abb. 50: Os trochleare calcanei (differenzialdiagnostisch: Traumafolge).....	- 65 -
Abb. 51: Scheinbares Os in sinu tarsi (in CT-Aufnahme aber außerhalb des Sinus liegend)..	- 66 -
Abb. 52: Os talocalcaneare posterius (differenzialdiagnostisch: Überlagerungsartefakt)	- 66 -
Abb. 53: Zweigeteiltes Os accessorium supracalcaneum	- 67 -
Abb. 54: Os tendinis achillis	- 68 -
Abb. 55: Verschattung unterhalb des Calcaneus.....	- 69 -
Abb. 56: Verschattung mit röntgendichtem Rand im Bereich der Lage des Os aponeurosis plantaris	- 70 -
Abb. 57: Weit proximal gelegenes Os peroneum oder Os calcaneocuboideum laterale	- 71 -
Abb. 58: Os talotibiale	- 72 -
Abb. 59: Os talotibiale in der a.p-Aufnahme des OSG	- 72 -
Abb. 60: Möglicher Fall eines Os supratalare.....	- 73 -
Abb. 61: Os infranaviculare	- 74 -
Abb. 62: Zweigeteiltes Os cuboideum secundarium.....	- 75 -
Abb. 63: Ausgeprägter medioproximaler Cuboidrand.....	- 76 -

Abb. 64: Anatomische Lage folgender akzessorischer Ossikel: Os cuneometatarsale III, seltenes akzessorisches Element, Os cuboideocuneiforme III.....	- 77 -
Abb. 65: Os cuneometatarsale III.....	- 78 -
Abb. 66: Mögliches seltenes akzessorisches Element	- 78 -
Abb. 67: Os cuboideocuneiforme III.....	- 78 -
Abb. 68: Mögliches Os cuneometatarsale II (dorsale).....	- 79 -
Abb. 69: Os intercuneiforme	- 80 -
Abb. 70: Möglicher Fall eines Sesamum tibiale posterius.....	- 81 -
Abb. 71: Weiterer möglicher Fall eines Sesamum tibiale posterius	- 81 -
Abb. 72: Mögliches Os trochleae	- 82 -
Abb. 73: Typisches Os cuneonaviculare mediale	- 83 -
Abb. 74: Kontralateraler Befund zum Os cuneonaviculare mediale aus Abb. 73	- 83 -
Abb. 75: Typischer, wenig eindeutiger Verdachtsfall eines Sesamum tibiale anterius	- 84 -
Abb. 76: Einziger Fall eines Sesamum tibiale anterius.....	- 84 -
Abb. 77: Mögliches Os cuneometatarsale I tibiale	- 85 -
Abb. 78: Einziger Verdachtsfall eines Os cuneometatarsale I.....	- 86 -
Abb. 79: 1. Fall eines Os cuboideometatarsale IV-V.....	- 86 -
Abb. 80: 2. Fall eines Os cuboideometatarsale IV-V.....	- 86 -
Abb. 81: 3. Fall eines Os cuboideometatarsale IV-V.....	- 86 -
Abb. 82: Vorschlag zur Nomenklatur für Ossikel im Bereich des inferioren Calcaneus	- 98 -

Diagramme

Diagramm 1: Verteilung des Alters der Patienten im Studienkollektiv von denen der jeweils untersuchte Fuß stammte, aufgeschlüsselt nach pflegerischem Überweiser.....	- 27 -
Diagramm 2: Verteilung der vorliegenden Aufnahmen je nach Körperseite.....	- 27 -
Diagramm 3: Eigens ermittelte Fußprävalenz sowie die literaturbasierte gewichtete Summenprävalenz der häufigeren Ossikel (ohne Os tibiale externum).....	- 28 -
Diagramm 4: Eigens ermittelte Fußprävalenz der Os tibiale externum-Typen, alle Fälle mit mind. einer Os tibiale externum-Variante pro Fuß sowie die literaturbasierte gewichtete Summenprävalenz	- 28 -
Diagramm 5: Odds Ratios für das Vorliegen eines häufigen Ossikels je nach Alter.....	- 29 -
Diagramm 6: Odds Ratios für das Vorliegen eines häufigen Ossikels je nach Geschlecht	- 30 -
Diagramm 7: Odds Ratios für das Vorliegen eines Ossikels bei Vorliegen eines anderen Ossikels (OSG-Darstellung)	- 31 -

Diagramm 8: Odds Ratios für das Vorliegen eines Ossikels bei Vorliegen eines anderen Ossikels (Vorfußdarstellung).....	- 31 -
Diagramm 9: Korrelation zwischen dem Auftreten eines Ossikels mit dem Auftreten auf der anderen Körperseite.....	- 32 -
Diagramm 10: Odds Ratios für das Vorliegen eines Os subtibiale je nach Kostenträger.....	- 33 -
Diagramm 11: Eindeutige Fußprävalenzen des Os subtibiale in der Literatur	- 33 -
Diagramm 12: Eindeutige Fußprävalenzen des Os subfibulare in der Literatur.....	- 35 -
Diagramm 13: Fußprävalenz des Os trigonum in der Literatur	- 36 -
Diagramm 14: Patientenprävalenz des Os trigonum in der Literatur.....	- 37 -
Diagramm 15: Eindeutige Fußprävalenzen des Os supranaviculare in der Literatur	- 38 -
Diagramm 16: Fußprävalenz des Calcaneus secundarius in der Literatur	- 39 -
Diagramm 17: Patientenprävalenz des Calcaneus secundarius in der Literatur	- 39 -
Diagramm 18: Fußprävalenz des Os peroneum in der Literatur	- 42 -
Diagramm 19: Patientenprävalenz des Os peroneum in der Literatur	- 42 -
Diagramm 20: Fußprävalenz eines apophysären Os vesalianum in der Literatur.....	- 47 -
Diagramm 21: Patientenprävalenz eines apophysären Os vesalianum in der Literatur.....	- 47 -
Diagramm 22: Prozentuale Verteilung der Os tibiale externum-Typen bei Huang et al.	- 51 -
Diagramm 23: Prozentuale Verteilung der Os tibiale externum-Typen bei Coskun et al.....	- 51 -
Diagramm 24: Fußprävalenz des Os tibiale externum in der Literatur	- 52 -
Diagramm 25: Patientenprävalenz des Os tibiale externum in der Literatur	- 52 -
Diagramm 26: Fußprävalenz des Os intermetatarseum in der Literatur	- 55 -
Diagramm 27: Patientenprävalenz des Os intermetatarseum in der Literatur	- 55 -
Diagramm 28: Eigens anhand von Verdachtsfällen ermittelte Fußprävalenz sowie die literaturbasierte gewichtete Summenprävalenz der seltenen Ossikel	- 57 -

Tabellen

Tabelle 1: Übersicht über die Variablen, die bei der Auswertung jeder Variante zugewiesen werden konnten	- 21 -
Tabelle 2: Übersicht über die in die Literaturlauswertung eingeschlossenen Prävalenzstudien (ohne Studien zu einzelnen Ossikeln)	- 26 -

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis von Abbildungen, Diagrammen und Tabellen	- 2 -
<i>Abbildungen</i>	<i>- 2 -</i>
<i>Diagramme</i>	<i>- 4 -</i>
<i>Tabellen.....</i>	<i>- 5 -</i>
Inhaltsverzeichnis.....	- 6 -
Abstracts	- 8 -
Einleitung	- 10 -
<i>Herleitung der Aufgabenstellung</i>	<i>- 10 -</i>
<i>Embryologie des Fußskeletts.....</i>	<i>- 11 -</i>
<i>Definitionen.....</i>	<i>- 12 -</i>
<i>Entstehungshypothesen von akzessorischen Fußknochen.....</i>	<i>- 13 -</i>
Methodik	- 15 -
<i>Auswertung der Literatur ab dem Jahr 1543 in 8 Sprachen.....</i>	<i>- 15 -</i>
<i>Identifizierung der Daten von 4.714 Patienten</i>	<i>- 16 -</i>
<i>Anzeige und Abruf von 12.302 Röntgenaufnahmen</i>	<i>- 18 -</i>
<i>Retrospektive Auswertung der 12.302 Aufnahmen aus 4 verschiedenen Projektionen</i>	<i>- 19 -</i>
<i>Auswertung – Zugeordnete Variablen und logische Prüfung</i>	<i>- 21 -</i>
<i>Statistische Analyse mittels Random intercept-Modell</i>	<i>- 22 -</i>
Ergebnisse	- 25 -
<i>Analyse von 25 Studien bez. der Prävalenz von 40 Skelettvarianten.....</i>	<i>- 25 -</i>
<i>Studienkollektiv der 4.605 erwachsenen Patienten.....</i>	<i>- 27 -</i>
<i>Häufige akzessorische Skelettelemente</i>	<i>- 28 -</i>
<i>Seltene akzessorische Skelettelemente</i>	<i>- 57 -</i>
<i>Eigens erstbeschriebene Varianten.....</i>	<i>- 86 -</i>

Diskussion	- 87 -
<i>Häufige akzessorische Skelettelemente</i>	<i>- 87 -</i>
<i>Seltene akzessorische Skelettelemente</i>	<i>- 93 -</i>
<i>Eigens erstbeschriebene Varianten.....</i>	<i>- 104 -</i>
<i>Generelle Bewertung und Schlussfolgerung</i>	<i>- 105 -</i>
Schriftenverzeichnis	- 108 -
Eidesstattliche Versicherung.....	- 115 -
Lebenslauf.....	- 116 -
Komplette Publikationsliste	- 118 -
Danksagung.....	- 119 -

Abstracts

Deutscher Abstract:

Ausgangspunkt: Für den Bereich der Fußwurzel und des oberen Sprunggelenks sind etwa 40 akzessorische Ossikel beschrieben. Die bestehenden Prävalenzangaben weichen jedoch teils deutlich voneinander ab, für einige Ossikel existieren bislang keine.

Methodik: Wir werteten retrospektiv Fußröntgenbilder aus 4 Projektionen von 4.605 erwachsenen Patienten aus, die von Januar 2008 bis Juli 2009 an der Charité – Universitätsmedizin eine konventionelle Fußröntgenaufnahme mindestens einer Körperseite erhielten. Anhand dieser Bilddaten ermittelten wir mit einem Random-intercept-Modell Prävalenzangaben für akzessorische Ossikel. Für Ossikel mit Prävalenzen >1 % wurden signifikante Korrelationen mit Lebensalter, Geschlecht, Versicherungsstatus, anfordernder Fachdisziplin, Auftreten je nach Körperseite und gleichzeitigem Auftreten mit anderen Ossikeln gesucht und für einige Varianten nachgewiesen.

Währenddessen erfolgte eine detaillierte Literaturanalyse von 40 bislang beschriebenen, teils wenig bekannten akzessorischen Ossikeln mit Auswertung von Dissertationsschriften, Erstbeschreibungen, Fallberichten und Prävalenzangaben in 8 Sprachen aus 13 Ländern mit Ermittlung gewichteter Summenprävalenzen.

Ergebnisse: Für folgende Ossikel ermittelten wir anhand unserer Bilddaten Prävalenzen größer 1 %: Os tibiale externum 32,48 % (95 % KI: 30,78 %–34,09 %), Os peroneum 22,15 % (95 % KI: 20,76 %–23,46 %), Os trigonum 10,1 % (95 % KI: 8,8 %–11,37 %), Os intermetatarsale 5,47 % (95 % KI: 4,6 %–6,24 %), Calcaneus secundarius 2,86 % (95 % KI: 2,31 %–3,41 %), Os supranaviculare 2,36 % (95 % KI: 1,71 %–3,03 %), Os subfibulare 2,15 % (95 % KI: 1,41 %–2,84 %), Os subtibiale 1,92 % (95 % KI: 1,21 %–2,6 %). Für 19 weitere Ossikel ergaben sich Prävalenzen unter 1 %.

Für das Os vesalianum konnten wir nachweisen, dass bislang beschriebene Fälle entweder ein distales Os peroneum oder eine persistierende Apophyse des Os metatarsale V darstellen.

Auch bei anderen besteht kein ausreichender Anhalt für eine Existenz: Os retinaculi, Patella malleoli, Talus accessorius, Talus secundarius, Os intercalare fibulare, Os intercalare tibiale, Os talocalcaneare posterius, Os in sinu tarsi, Os aponeurosis plantaris, Os trochleae, Os unci.

Auch fanden wir ein bislang nicht beschriebenes Skelettelement zwischen den Metatarsalknochenbasen IV, V und dem Cuboid, das wir Os cuboideometatarsale IV-V nannten. Mittels Abgleich unserer Ergebnisse aus Literatur- und Bildauswertung vereinheitlichten wir die Klassifikation der Ossikel.

Schlussfolgerung: 8 Ossikel sind relativ häufig und eindeutig nachzuweisen. Zusätzlich konnten andere, weitgehend unbekannte Ossikel identifiziert und mit Prävalenzen <1 % nachgewiesen werden. Unsere Arbeit ergab auch, dass das Os vesalianum und 11 weitere in der Literatur beschriebene Ossikel höchstwahrscheinlich nicht existieren, wohingegen ein Os cuboideometatarsale IV-V von uns erstbeschrieben werden konnte.

Englischer Abstract:

Introduction: Approx. 40 accessory skeletal elements have been described for the human ankle and tarsus. However, prevalence data are not available for some ossicles or vary greatly.

Methods: We retrospectively analyzed x-ray images of the foot (4 different views, at least one side of the body) obtained in 4,605 adult patients at Charité – Universitätsmedizin from January 2008 to July 2009. From these images, we calculated prevalences of accessory ossicles using a random intercept model. For ossicles with prevalences >1 %, these were correlated with gender, patient age, requesting specialty, health insurance status, side of the body, and simultaneous presence of other ossicles.

In parallel, we performed a detailed literature analysis for all 40 hitherto described ossicles in studies from 13 countries in 8 languages to calculate weighted literature prevalences.

Results: For the following bones, our image analysis yielded prevalences >1 %: accessory navicular bone 32.48 % (95 % CI: 30.78 %–34.09 %), peroneal ossicle 22.15 % (95 % CI: 20.76 %–23.46 %), os trigonum 10.1 % (95 % CI: 8.8 %–11.37 %), intermetatarsal ossicle 5.47 % (95 % CI: 4.6 %–6.24 %), secondary calcaneus 2.86 % (95 % CI: 2.31 %–3.41 %), supranavicular ossicle 2.36 % (95 % CI: 1.71 %–3.03 %), subfibular ossicle 2.15 % (95 % CI: 1.41 %–2.84 %), subtibial ossicle 1.92 % (95 % CI: 1.21 %–2.6 %). For 19 other ossicles, we identified prevalences <1 %. For the cases of os vesalianum described so far, our findings indicate these were either a distal peroneal ossicle or a persisting apophysis of the fifth metatarsal. For 11 other ossicles, we found no proof of existence: os retinacula, patella malleoli, talus accessories, talus secundarius, os intercalare fibulare, os intercalare tibiale, os talocalcaneare posterius, os in sinu tarsi, os aponeurosis plantaris, os trochleae, os unci. A hitherto undescribed ossicle between the cuboid and the fourth and fifth metatarsal was found and named os cuboideometatarsale IV-V. Considering both the results of our literature analysis and our own findings we unified the classification of accessory ossicles.

Conclusion: Eight ossicles occur relatively frequently and are identified distinctly. Less known ossicles were identified and had prevalences <1 %. Our results also suggest that the Os vesalianum and 11 other ossicles described in the literature most probably do not exist, while we for the first time describe an ossicle which we term the os cuboideometatarsale IV-V.

Einleitung

Herleitung der Aufgabenstellung

Die Darstellung des menschlichen Fußskeletts in Anatomiebüchern verleitet zu der Annahme, dass die dort abgebildeten Knochen lediglich in der Form variieren können. Tatsächlich sind für das menschliche Fußskelett jedoch insgesamt etwa 40 akzessorische Fußknochen (Ossikel) beschrieben, die zusätzlich zu den regulären Fußknochen auftreten können. Das sind mehr als die reguläre Anzahl der Knochen eines Fußskeletts ohne Normvarianten. Daraus ergibt sich die Frage, wie häufig diese Knochen in den Füßen der Bevölkerung vorhanden sind, um sie von pathologischen Prozessen (Frakturen, Weichteilkalzinosen, heterotope Ossifikationen) abgrenzen zu können¹.

Vergleicht man die Prävalenzangaben von existierenden Prävalenzstudien miteinander, so fallen teils starke Unterschiede auf. So existieren für das Os trigonum Prävalenzangaben zwischen 2,3 % (Coskun et al.) und 49,3 % (Burman und Lapidus), für das Os peroneum sogar Angaben zwischen 1,2 % (Nikaido) und 74,7 % (Parsons und Keith)^{2,3,4,5}. Die Gründe sind unklar, möglich erscheinen unterschiedliche Definitionen, das Studiendesign, der Untersuchungsmodus (anatomisch oder radiologisch) oder ggf. die ethnische Herkunft der Probanden.

Für manche Varianten existieren keine oder kaum Prävalenzdaten. Auch hier kann bislang nur angenommen werden, dass dies durch eine sehr niedrige Prävalenz, schlechte Darstellbarkeit über konventionelles Fuß-Röntgen oder eine Fehldeutung bei der Erstbeschreibung bedingt ist^{1,6,7,8}. Einige Ossikel wurden bislang radiologisch nur durch den Erstbeschreiber und eine einzige Studie von Capecchi et al. nachgewiesen^{7,8}.

Einige Knochen konnte der Erstbeschreiber teils selbst nicht nachweisen, sondern „reservierte“ den Namen für Knochenfortsätze, für den Fall, dass sie eigenständig vorkommen könnten. Dieses wissenschaftliche Vorgehen war stark durch die damalige Annahme geprägt, dass ein akzessorisches Ossikel aufgrund einer nicht stattgefundenen Verschmelzung mit Nachbarknochen vorliegen würde⁹.

Beim sog. Os vesalianum existieren in der Literatur uneinheitliche Definitionen und Funde unterschiedlicher Morphologie, teils wird sogar die Existenz bezweifelt^{9,10,11}.

Viele Studien untersuchten eine begrenzte Zahl von Varianten mit relativ häufigem Auftreten. Studien, die mit großem Patientenkollektiv eine umfassende Untersuchung des gesamten Fußskeletts durchführten, sind selten: Pfitzner präparierte die Füße von über 500 Patienten post mortem, erfasste nach Mazeration die gefundenen Knochen und erschuf so 1896 ein umfassendes Werk¹². Tsuruta et al. untersuchten in einer ersten Erhebung über 9 Jahre 1.449 Patienten und

dann über weitere 12 Jahre radiologisch ein Kollektiv von 3.460 Patienten^{13,14}. Die zweite Erhebung liegt (bis auf einen englischen Abstract) nur in japanischer Sprache vor. Capecchi et al. werteten bis zu 2.155 Röntgenbilder pro Variante aus^{7,8}. Die Arbeit schaffte den bisher umfassendsten Überblick über sämtliche je beschriebenen Varianten. Als bisher einzige Publikation weist sie Ossikel nach, die in der wissenschaftlichen Literatur nur ein oder nur wenige Male beschrieben wurden und von denen z.T. bis dahin keine röntgenologische Darstellung gelang. Capecchis Arbeit ist in der wissenschaftlichen Gemeinde weitgehend unbekannt und wurde bislang kein einziges Mal zitiert. Die Publikation ist nur in italienischer Sprache verfügbar. Trolles Monographie über die histopathologische Untersuchung des vorgeburtlichen Fußskeletts an 254 Embryonen erschien auf Dänisch. Eine Übersetzung der Originalarbeit ins Englische liegt nur in gedruckter, nicht digitalisierter Form vor¹⁵.

Diese Arbeit soll einen Überblick über sämtliche knöchernen Varianten des oberen Sprunggelenks (OSG) und der Fußwurzel sowie deren bisherige Prävalenzdaten erstellen. Eine Literaturrecherche soll das Wissen bezüglich dieser Varianten zusammentragen, gängige Definitionen prüfen und vergleichen, um so den Ausgangspunkt einer eigenen Prävalenzerhebung zu bilden. Mittels einer systematischen Untersuchung von Fuß-Röntgenbildern in größerer Zahl sollen verlässliche Prävalenzangaben von Varianten des Fußskeletts erhoben werden. Mögliche Zusammenhänge zwischen diesen und anderen Faktoren (z.B. Geschlecht, Körperseite, Lebensalter) sollen aufgedeckt und mit bestehenden Publikationen bzw. deren Erstbeschreibung verglichen werden. Anhand der eigenen Funde sollen bisher formulierte Definitionen überprüft und ggf. verworfen, neu formuliert oder zusammengeführt werden.

Embryologie des Fußskeletts

Nachdem sich die befruchtete Eizelle (Zygote) zur sog. Morula und dann zur sog. Blastozyste weiterentwickelt hat, nistet sie sich im Endometrium ein. Aus dem Inneren entwickelt sich über mehrere Zwischenschritte eine dreiblättrige Embryonalscheibe, bestehend aus Ektoderm, Mesoderm und Endoderm. Über Differenzierung, Faltung und Flexion bildet sich erneut über mehrere Zwischenschritte dann die typische, c-förmige Embryonalform¹⁶. Für ausführlichere Informationen sei auf Lehrbücher der Embryologie verwiesen.

Die embryonale Entwicklung des Fußskeletts beginnt dann mit der Aussprossung von Extremitätenknospen der unteren Extremität. Diese Aussprossungen bestehen aus einer ektodermalen Knospe und einem mesenchymalen Kern und sind ca. am 28. Tag zu erkennen. An jeder Extremitätenknospe bildet sich durch Ektodermverdickung eine sog. Randleiste. Dieses mehrschichtige Epithel regt das weitere Wachstum des sich darunter entwickelnden Mesenchyms an. Die dis-

talen Enden der Extremitätenknospen formen sich zu flachen Fußplatten. Das mesenchymale Gewebe proliferiert und wird zunehmend vaskularisiert¹⁶.

In der fünften Woche beginnen einzelne dichtgepackte Mesenchyminseln Matrizen zu formen. Diese sog. Vorknorpelblasteme wandeln sich danach in hyalinen Knorpel um. Zuerst bilden sich die proximalen, danach die distalen Skelettanteile der Extremität. Die Ossifikation beginnt mit den langen Röhrenknochen, ausgehend von primären Knochenkernen der Diaphysen. Die Enden der Röhrenknochen (Epiphysen) ossifizieren ausgehend von eigenen, sog. sekundären Knochenkernen. Knochenfortsätze (wie der Trochanter major), die als Muskel- und Sehnenansätze dienen (sog. Apophysen), entstehen auch aus sekundären Knochenkernen^{1,16}.

Bez. des Fußskeletts zeigt sich folgende Reihenfolge der Knorpelentstehung: Ossa metatarsalia II, III und IV, Os cuboideum, Os metatarsale V, Calcaneus, Talus, Os cuneiforme laterale, Os cuneiforme intermedium, Os cuneiforme mediale, Os metatarsale I, Os naviculare. Die Phalangen bilden sich durch Entwicklung von Zehenstrahlen und -knospen zuletzt aus. Durch Apoptose bildet sich Mesenchymgewebe zwischen den Zehen zurück und trennt die Zehen voneinander¹⁵.

Die Osteogenese beginnt in Woche 7 in den langen Röhrenknochen, wobei die Ossifikation der Fußknochen erst später beginnt: Der Knochenkern des Talus tritt im 7. intrauterinen Monat radiologisch in Erscheinung, die zwei Kerne des Calcaneus im 5. und 7. Monat nach der Geburt. Das Os cuboideum ossifiziert ca. ab dem Zeitpunkt der Geburt. Der Knochenkern vom Os cuneiforme laterale wird im 1. Lebensjahr radiologisch sichtbar, die Knochenkerne des Os cuneiforme intermedium und Os cuneiforme mediale im 2. bis 4. Lebensjahr. Der Kern des Os naviculare erscheint radiologisch als letzter Fußwurzelknochen (zwischen dem 3. und 5. Lebensjahr). Die Knochenkerne der Metatarsaldiaphysen erscheinen im 3. Fetalmonat¹.

Definitionen

Sesambeine und akzessorische Knochen

Akzessorische Knochen wurden von Trolle erstmalig klar definiert. Sinngemäß heißt es: „Akzessorische Knochen sind inkonstante, unabhängige, gut definierte Knochen in einem sonst normal entwickelten Fußskelett. Sie sind nicht auf eine kürzlich zurückliegende Fraktur oder andere pathologische Ursachen zurückzuführen.“ Die Nähe der Beziehung zu bestehenden konstanten Fußknochen spiele keine Rolle¹⁵.

Einige akzessorische Knochen werden als Sesambeine bezeichnet. O’Rahilly bezog sich in seiner Arbeit über Anomalien des Carpus und Tarsus diesbezüglich auf eine Definition von Scholder: Sesambeine seien faserartige, knorpelige oder knöcherne Elemente mit oder ohne Gelenk-

fläche. Sie entstünden innerhalb einer Sehne, an einer Gleitstelle in der Nachbarschaft eines Gelenks. Sie seien nicht Teil des ursprünglichen Skeletts, hätten eine funktionelle Aufgabe und keine fest vorbestimmte Form. Dennoch, so O’Rahilly, gäbe es Hinweise dafür, dass einige so bezeichnete Sesamoide auch in Gelenkkapseln entstünden und dann sekundär mit Sehnen verbunden seien. Zu den funktionellen Aufgaben gehört es z. B. die Kraftwirkung des Muskels umzu lenken, Reibung zu reduzieren und Druck umzuverteilen¹⁰.

Gegenüberstellung: Patientenprävalenz und Fußprävalenz

Um Prävalenzangaben richtig einordnen zu können, ist es wichtig, zwischen Häufigkeit pro Fuß und Häufigkeit pro Patient zu unterscheiden. Bei ausschließlich bilateralen Befunden entsprechen Fuß- und Patientenprävalenz einander. Sobald bei einem Patienten im Untersuchungskollektiv ein unilateraler Befund vorliegt, ist die Fußprävalenz bis um die Hälfte geringer als die Patientenprävalenz. In Abb. 1 beträgt die Fußprävalenz im Rahmen des Untersuchungskollektivs (n=5) für rote und grün gefärbte „Füße“ jeweils 20 %. Die Patientenprävalenz für rot liegt auch bei 20 %, für grün jedoch bei 40 %. Die Information, ob ein Ossikel bilateral vorliegt oder nicht, geht in beiden Fällen verloren, sollte also gesondert angegeben werden.

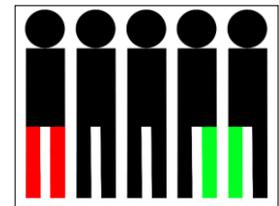


Abb. 1:
Veranschaulichung des Unterschiedes zwischen Patienten- und Fußprävalenz

Entstehungshypothesen von akzessorischen Fußknochen

Moderne Entstehungsmodelle diskutieren unterschiedliche Entstehungshypothesen:

Benjamin et al. konnten zeigen, dass sich die histologischen Zusammensetzungen von Sehnen je nach Ort und Beanspruchung deutlich voneinander unterscheiden können: Der Bereich von druckbeanspruchten Sehnenanteilen (wie beim Gleiten über ein Hypomochlion) kann Faserknorpel enthalten, der durch den Anteil an Proteoglykanen dem Druck besser standhalten kann als Sehngewebe. Im Bereich der Sprunggelenke ist Faserknorpel in Sehnen deutlich verbreiteter als im Bereich der Hand. Dies liegt am ehesten an der höheren Druckbelastung im Bereich von Sehnenumschlagspunkten. Es besteht eine Fähigkeit zu Adaption an das Ausmaß der Druckbelastung. Bei Sehnenrupturen nimmt der Knorpelanteil ab, bei neuen Beanspruchungen (z. B. Auftreten von Kompressionssyndromen) zu. Für die Faserknorpelanteile sind auch degenerative Veränderungen beschrieben, wie die Entstehung von Faserknorpel-Clustern oder enchondrale Ossifikationen¹⁷. In solchen Fällen kann dieser Sehnenbereich dann radiologisch röntgendichter als Sesambein in Erscheinung treten.

Andere Ossikel scheinen bereits im Embryonalstadium präformiert zu sein, wie histoembryolo-

gische Untersuchungen von Trolle zeigen. Dieser untersuchte 500 Füße von 250 menschlichen Embryonen zwischen der 6. und 27. Schwangerschaftswoche. Dabei konnte er im Bereich der Fußwurzel und der Metatarsalknochen folgende akzessorische Knochen in einem hyalinen Knorpelstadium nachweisen: Calcaneus accessorius, Os intermetatarseum, Os cuneonaviculare mediale und Os peroneum. Zellinseln im prochondralen Stadium (s. Embryologie des Fußskeletts S. 11) wertete er nicht als Hinweis auf einen entstehenden akzessorischen Knochen¹⁵. Wieder andere akzessorische Fußknochen stehen im Verdacht, persistierende Apophysen bzw. abgelöste sekundäre Ossifikationszentren zu sein¹. Beim Os tibiale externum (Typ 2) geht man von einem sekundären Ossifikationszentrum aus. Durch unterbleibende Ossifikation zwischen primärem und sekundärem Ossifikationszentrum persistiert dann ein eigenes Ossikel, welches mit dem eigentlichen Knochen nur synchondrotisch verbunden ist¹⁸.

Methodik

Auswertung der Literatur ab dem Jahr 1543 in 8 Sprachen

Zu Beginn der Arbeit erfolgte eine Orientierung zum Umfang des Themas anhand von Übersichtsarbeiten ohne eigene Prävalenzerhebungen. Einen Einstieg ins Thema bot das Werk „Freyschmidt's „Köhler/Zimmer“: Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen in der Radiologie des kindlichen und erwachsenen Skeletts“¹. Die dortigen Beschreibungen bildeten die Grundlage für die Einordnung der Befunde. Zusätzlich zogen wir noch das Kapitel 10 „Sesamoids and Accessory Bones of the foot“ aus dem Buch „Mann's Surgery of the Foot and Ankle“ heran¹⁹.

Hinsichtlich der Suche nach Prävalenzstudien führten wir in PubMed eine Suche mit folgendem Suchalgorithmus durch: ((accessory[Title/Abstract] OR supernumerary[Title/Abstract] OR inconstant[Title/Abstract]) AND (bone*[Title/Abstract] OR ossicle*[Title/Abstract] OR sesamoid*[Title/Abstract]) OR (skeletal variant*[Title/Abstract])) AND (foot[Title/Abstract] or feet[Title/Abstract] or pedal[Title/Abstract] or tarsal[Title/Abstract] or metatars*[Title/Abstract] or tarsus[Title/Abstract] or calcaneus[Title/Abstract]) AND (prevalence[Title/Abstract] OR incidence[Title/Abstract] OR frequency[Title/Abstract] OR distribution[Title/Abstract])

Unter den 33 Suchresultaten konnten wir die Prävalenzstudien von Cilli et al., Coskun et al., Huang et al., Kruse und Chen, Longo et al., Mann, Tsuruta et al. (2. Erhebung) und Vasiljević et al. identifizieren^{2,14,20,21,22,23,24,25}. Problematisch bei der Suche war, dass von den 25 letztlich eingeschlossenen Prävalenzstudien nur 8 in PubMed gelistet waren und davon nur 5 einen Abstract aufwiesen. Anhand von Quellenangaben der eben genannten Bücher, Publikationen und Artikel bez. einzelner Ossikel konnten wir weitere Studien identifizieren. Hinsichtlich sehr seltener Ossikel stieß auch diese Strategie an ihre Grenzen, sodass wir die Namen dieser Strukturen mittels Google Scholar suchten. Im Rahmen dessen fanden wir neben der Studie von Kır et al. dann v.a. auch die Publikation von Capecchi et al., welche weder bei PubMed noch in den wissenschaftlichen Datenbanken Ovid, EBSCO und Livivo aufgeführt war (Stand: 09.06.2018)^{7,8,26}.

Um Zugriff auf die Studien zu erhalten, nutzten wir neben dem Zugriff auf online verfügbare Publikationen auch die Möglichkeit, Publikationen über die medizinische Bibliothek der Charité Universitätsmedizin Berlin oder die Staatsbibliothek zu Berlin anzufordern.

Die bei Tsuruta erwähnten Studien in japanischer Sprache von Hachiya, Matsui, Nikaido, Sugano und Suzuki konnten wir mittels Internetsuche in lateinischer Schreibweise nicht ausfindig machen^{4,27,28,29,30}. Diese konnten uns durch einen japanischen Forscherkollegen jedoch zugäng-

lich gemacht werden, der uns auch bei der Übersetzung von Wörtern ins Englische half.

Auf einige wenige Studien konnten wir aufgrund mangelnder Verfügbarkeit über diese Wege nicht zugreifen: Die von Capecchi et al. angegebene Quelle von Ridola war uns leider weder über das Internet noch über den deutschen Leihverkehr zugänglich. Bez. der von Capecchi et al. genannten Quelle von Storton machten diese Autoren keine Quellenangabe und wir konnten im Rahmen unserer Recherchen diese auch nicht ausfindig machen. Zwar gaben Capecchi et al. in einer Tabelle eine Übersicht über die von Ridola und Storton ermittelten Prävalenzen, jedoch wies diese Tabelle in Bezug auf andere Angaben deutliche Fehler auf, sodass wir die dort aufgeführten Ergebnisse nicht ohne Vergleich mit der Originalarbeit übernehmen wollten⁸.

Die Studien in Landessprache von Arho, Capecchi et al., Kır et al., Sugano, Tsuruta et al. und Vasiljević et al. wiesen jeweils einen Abstract in deutscher, englischer oder französischer Sprache auf^{7,8,14,25,26,29,31}. Bez. weitergehender Fragestellungen, die nur aus dem Volltext zu ersehen waren, konsultierten wir im Falle von Kır et al. (Türkisch) und Vasiljević et al. (Serbisch) Muttersprachler^{25,26}. Bei den Arbeiten von Arho (Finnisch), Capecchi et al., Lunghetti (Italienisch), Hachiya, Matsui, Nikaido, Suzuki und Tsuruta et al. (Japanisch) und Vesalius (Lateinisch) übersetzten wir zusätzlich Textabschnitte mittels Google Translate^{4,7,8,14,27,28,30,31,32,33}.

Ferner zogen wir mehrere Studien aufgrund methodischer Mängel nur bez. der Fallbeschreibungen und Definitionen der Varianten heran, schlossen diese jedoch aus unserer Auswertung von Prävalenzangaben in der Literatur aus: Marti gab in seinen Untersuchungen zwar Fallzahlen an, sprach jedoch nur vom „Krankengut“, ohne eine Zahl der Gesamtfälle zu nennen³⁴. Die Erhebung von Kruse und Chen machte nur eine vage Angabe bez. der Anzahl der von ihnen untersuchten Röntgenbilder („nearly 1000 radiographs“). Zusätzlich berichteten sie nur von den „am häufigsten vorkommenden“ akzessorischen Knochen²². Eine anatomische Studie von Lacoboulos und Burrows an 17 Leichen schlossen wir aufgrund der geringen Fallzahl von unserer Auswertung aus³⁵. Studien, die sich nur mit der Prävalenz von einzelnen Ossikeln oder den Varianten einer einzigen anatomischen Region (z.B. unterhalb des Malleolus medialis) befassten, führten wir bei den anderen Fußvarianten nicht gesondert auf.

Identifizierung der Daten von 4.714 Patienten

Die radiologische Bilddatenbank der Charité speichert zu jeder angefertigten Röntgenuntersuchung eine Vielzahl an Parametern. Der Parameter „Maßnahme Name“ enthält eine Kurzbeschreibung der durchgeführten Untersuchung. Ziel der Arbeit war es, möglichst viele Datensätze von Aufnahmen des Fußes und oberen Sprunggelenks zu erhalten. Deshalb wurde der Parameter „Maßnahme Name“ nach den Begriffen „Fuss“, „Fuß“, „OSG“, „Sprunggelenk“ und „Zeh“

durchsucht. Die Suche wurde am Nachmittag des 02.05.2011 von dem Informatiker Hans Tepe mit einem Such- und Extraktionstool durchgeführt. In einer Excel-Tabelle wurden dann diese Daten aller drei Charité-Campus ab dem 01.01.2008 bis zum 02.05.2011 14 Uhr 58 anonymisiert gespeichert. Neben den Parametern „Maßnahme Name“ und „Maßnahme Beginn“ (Zeitpunkt der Untersuchung) erfolgte weiterhin die Speicherung folgender Parameter: radiologischer Arbeitsplatz, RIS-ID, SAP-Fallnummer, PACS-Patienten-ID, Geburtsdatum, Postleitzahl des Wohnorts, Kostenträger, Nationalität, fachlicher Überweiser, pflegerischer Überweiser, Geschlecht, Gewicht, Größe, Fragestellung und Befund. Zusätzlich wurde aus dem Zeitpunkt der Untersuchung und dem Geburtsdatum das Lebensalter errechnet. Daraufhin wurden dem Excel-Dokument eine Spalte pro Körperseite für jedes Ossikel hinzugefügt. In diesen wurde dann bei der Auswertung eine Auswertungsvariable eingetragen (s. S. 21). Zusätzlich fügten wir eine Kommentarspalte ein. Ferner wurden die Spalten Gewicht und Größe entfernt, da diese so gut wie keine Daten enthielten.

Die 43.416 Datensätze wurden nun folgendermaßen eingegrenzt (vgl. Abb. 2):

Da nur die Bilddaten des Campus Charité Mitte ab dem 16.01.2008 durchgehend verlässlich vorlagen, wurde die Auswertung auf diese Daten eingegrenzt.

Auch Zehenaufnahmen wurden ausgeschlossen, da diese die Fußwurzel nicht darstellten. Da ausschließlich konventionelle Röntgenbilder ausgewertet werden sollten, schlossen wir ferner auch die Datensätze mit den Inhalten „*CT*“, „*MR*“, „Mammotechnik“ und „*Sono*“ aus. Die Auswertung aller Varianten wurde bis Ende April 2009 durchgeführt.

Aufgrund der großen Unklarheit über die mögliche Existenz des Os vesalianums in der Literatur, erfolgte für die Varianten Os peroneum, Os vesalianum und persistierende Apophyse des Os metatarsale V die Auswertung von a.p.- und Schräg-Aufnahmen des Vorder- und Mittelfußes von 3 weiteren Monaten bis Juli 2009. Hierzu wurden die Datensätze mit den Inhalten „OSG“ und „Sprunggelenk“ von diesem Zeitraum ausgeschlossen. Es lag somit eine Gesamtzahl an 6.921 Datensätzen vor, die 12.302 Aufnahmen umfasste

(davon 1.030 für die Os vesalianum-Fragestellung) und von 4.714 Patienten stammte.

All diese Datensätze wurden in die Auswertung mit eingeschlossen. Für die letztendliche Prä-

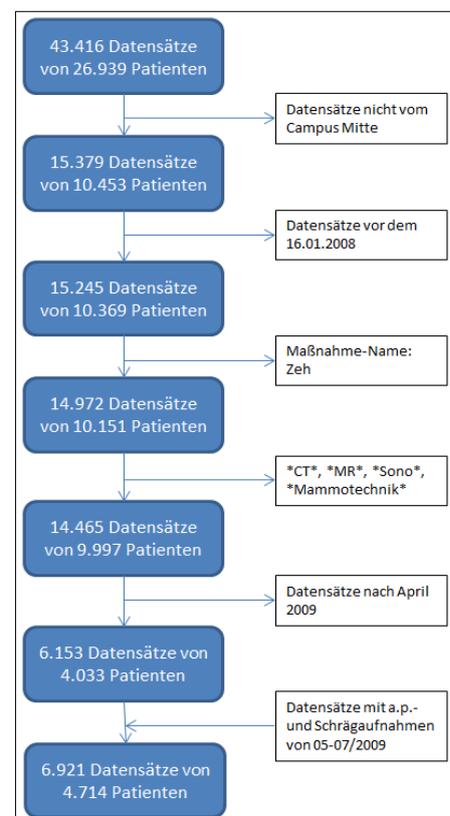


Abb. 2.: Überblick über die Eingrenzung der Datensätze für die Bildauswertung

valenzbestimmung entschieden wir uns aufgrund der im Jugendalter noch stattfindenden Ossifikationsprozesse, diese nur aufs Erwachsenenalter zu beziehen. Datensätze von Patienten unter 18 Jahren wurden hinsichtlich unserer Fragestellung nach dem Vorliegen von akzessorischen Skelettelementen ausgewertet, allerdings nicht in die statistische Auswertung mit einbezogen (141 Datensätze von 109 Patienten). Die verbleibenden 6.780 Datensätze stammten von 4.605 Patienten. Die deutlich höhere Datensatzanzahl im Vergleich zur Patientenzahl war durch mehrere Röntgenaufnahmen im untersuchten Zeitraum, teils eigene Datensätze für die rechte und linke Körperhälfte sowie für OSG und Fußaufnahmen bedingt. Unser retrospektives Studienkonzept wurde bei der Ethikkommission eingereicht und genehmigt (Nr.: EA1/186/11).

Anzeige und Abruf von 12.302 Röntgenaufnahmen

Zur Datenauswertung wurde mit der Suchfunktion des RAD Cockpit der Software RIS von GE® die radiologische Bilddatenbank der Charité durchsucht. Die Suche wurde mit den Suchkriterien „Maßnahme Name“, „Maßnahme Beginn“ sowie der Wahl des Campus Mitte (Akronym für die Suche: „MRD*“) durchgeführt. Mit Hilfe des Parameters „Maßnahme Beginn“ erfolgte die zeitlich aufsteigende Sortierung der gefundenen Datensätze.

Die Datensätze wurden daraufhin im Anzeigeprogramm PACS zur Auswertung aufgerufen. Nachdem diese Datensätze ausgewertet worden waren, erfolgte eine Überprüfung der Datensätze, die bei Aufruf auf dem eben beschriebenen Weg keine Bilddaten zeigten, z.B. weil die Fußaufnahmen im Datensatz von anderen zeitgleich durchgeführten Aufnahmen (z.B. der Hand) gespeichert wurden. Durch manuelle Eingabe der Patienten-IDs in das PACS-System konnte so ein hohes Maß an Datenvollständigkeit gewährleistet werden.

Ausgewertet wurde immer die erste vorliegende Aufnahme des Auswertungszeitraumes. Für den Fall, dass bei einem Patienten Fuß- und OSG-Aufnahmen am selben Tag durchgeführt wurden und bereits eine Fuß- oder OSG-Aufnahme zu einem früheren Zeitpunkt innerhalb des Auswertungszeitraumes durchgeführt wurde, wurde von dieser Verfahrensweise abgewichen. Stattdessen erfolgte die Auswertung der Datensätze des Datums, an dem OSG- und Fuß-Aufnahmen gemeinsam durchgeführt wurden. Fehlte in einem Datensatz die relevante Vergleichsebene (bei OSG-a.p.-Aufnahmen die laterale Projektion, bei Fuß-a.p.-Aufnahmen die schräge Projektion und jeweils umgekehrt), waren jedoch in einem späteren Datensatz beide vorhanden, so wurde auch der spätere Datensatz ausgewertet. Außerhalb dieser Konstellationen wurde jeweils die früheste verfügbare Aufnahme ausgewertet.

In einem ersten Schritt erfolgte die Suche nach dem Maßnahme-Namen „*Fuss*“. Enthielt der verfügbare Datensatz trotz dieser Einordnung weder eine a.p.- noch Schrägaufnahme des Fußes,

sondern OSG-Aufnahmen, dann wurde der Datensatz später im Rahmen der OSG-Auswertung geprüft. Im zweiten Schritt erfolgte die Suche nach Aufnahmen mit den Maßnahme-Namen „*OSG*“ und „*Sprunggelenk*“.

Retrospektive Auswertung der 12.302 Aufnahmen aus 4 verschiedenen Projektionen

Es wurde in vier verschiedenen Projektionen nach dem Vorhandensein der folgenden Varianten gesucht, die in den Abbildungen Abb. 3, Abb. 4, Abb. 5 und Abb. 6 dargestellt sind.

Die Nummerierungsreihenfolge entspricht der Nennung im Ergebnis- und Diskussionsteil. Häufige akzessorische Skelettelemente sind in magenta und zuerst dargestellt, seltene in blau. Von den grün markierten Ossikeln Sesamum tibiale posterius (35), Os trochleae (36) und Os cuneometatarsale I tibiale (39) (vgl. Abb. 6) erfuhren wir erst im Verlauf der laufenden Auswertung. Deswegen erfolgte bezüglich dieser nur eine Auswertung anhand der Kommentarspalte nach Abschluss der Bildauswertung und es konnte keine Prävalenz ermittelt werden. Ossikel mit uneinheitlichen Lagebeschreibungen in der Literatur sind mit einem Fragezeichen markiert.



Abb. 3: A.p.-Aufnahme des OSG und dort sichtbare Ossikel:

- 1) Os subtibiale
- 2) Os subfibulare
- 11) Patella malleoli
- 12) Os intercalare tibiale
- 13) Talus accessories
- 14) Os sustentaculi
- 15) Os retinacula
- 16) Os intercalare fibulare
- 17) Talus secundarius
- 18) Os (processus) trochleare calcanei



Abb. 4: Tibiofibuläre Seitenaufnahme des OSG und dort sichtbare Ossikel:

- 3) Os trigonum
- 4) Os supranaviculare
- 19) Os in sinu tarsi
- 20) Os talocalcaneare posterius
- 21) Os accessorium supracalcaneum
- 22) Os tendinis achillis
- 23) Os tuberis calcanei
- 24) Os subcalcis
- 25) Os aponeurosis plantaris
- 26) Os calcaneocuboideum laterale
- 27) Os talotibiale
- 28) Os supratolare
- 29) Os infranaviculare



Abb. 5: Plantodorsale Schrägaufnahme und dort sichtbare Ossikel:

- 5) **Calcaneus secundarius**
- 6) **Os peroneum**
- 7) **Os vesalianum**
- 8) **persistierende Apophyse des Os metatarsale V**
- 30) **Os cuboideum secundarium**
- 31) **Os unci bzw. selbstständiger Processus uncinatus**
- 32) **„seltenes akzessorisches Element“**



Abb. 6: Dorsoplantare Vorfuß-Aufnahme und dort sichtbare Ossikel:

- 9) **Os tibiale externum**
- 10) **Os intermetatarsale**
- 33) **Os cuneometatarsale (dorsale) II**
- 34) **Os intercuneiforme**
- 35) **Sesamum tibiale posterius**
- 36) **Os trochleae**
- 37) **Os cuneonaviculare mediale**
- 38) **Sesamum tibiale anterius**
- 39) **Os cuneometatarsale I tibiale**
- 40) **Os cuneometatarsale (plantare) I**

In den meisten Fällen lagen zwei Projektionen vor, sodass die Lage eines Knochens mithilfe der zweiten Projektion besser eingeordnet werden konnte. Bei eindeutigen Befunden (z.B. Os peroneum in der Schrägaufnahme, Os trigonum in der lateralen Projektion) oder fehlender Sichtbarkeit in einem anderen der verwendeten Projektionen diagnostizierten wir auch bei Fehlen einer zweiten Projektion ein Vorliegen der auszuwertenden Struktur.

In Anbetracht dessen, dass für die sehr selten beschriebenen Varianten oder solche mit erschwerter Diagnosestellung durch Überlagerungen nur wenige Vergleichsbilder aus anderen Publikationen vorlagen, war die gesuchte radiologische Morphologie dieser Befunde unklar. Aus diesem Grunde führten wir für diese Varianten zwei Auswertungsdurchgänge durch. In einem ersten Durchgang bewerteten wir auch unsichere Verdachtsfälle mit den Variablen 1 und 2, senkten also die Spezifität zugunsten der Sensitivität. In einem zweiten Schritt wurden schließlich alle

Verdachtsfälle miteinander und mit vorliegenden Röntgenbildern aus anderen Publikationen verglichen und ggf. Befunde aussortiert. Strukturen, die miteinander verwechselt werden können, wurden nacheinander ausgewertet und ggf. der anderen Kategorie zugeordnet. Für die häufigen und gleichzeitig bildmorphologisch eindeutigen Varianten führten wir nur einen Auswertungsdurchgang durch.

Auswertung – Zugeordnete Variablen und logische Prüfung

Die Bewertung der untersuchten Strukturen erfolgte mittels der Zuordnung von Variablen. Diese konnten einen ganzzahligen Wert zwischen 0 und 13 annehmen (vgl. Tabelle 1).

0	Struktur liegt nicht vor
1	Struktur liegt vor (keine Zwei- oder Mehrteilung)
2	Struktur liegt zwei- oder mehrgeteilt vor
3	unmittelbare Umgebung der Struktur altersbedingt noch nicht entwickelt
4	zu beurteilendes Segment fehlt (\cong Amputation)
5	keine Darstellung der zu beurteilenden Region (Aufnahme abgeschnitten oder Fehlen der Projektion)
6	Struktur durch Rotation (bei zusätzlich unzureichenden Informationen aus der 2. Projektion) nicht mehr sicher bewertbar
7	bewegungsunscharfes oder überbelichtetes Bild
8	Überlagerung durch Umgebungsartefakte (Softcast, Gips, Betaufnahme)
9	Überlagerung oder Störung der ursprünglichen anatomischen Ordnung durch Osteosynthesen-, Fixateur- oder Prothesenmaterial
10	Überlagerung durch starke Gefäßkalzinose
11	Überlagerung oder Störung der ursprünglichen anatomischen Ordnung durch entzündlich oder degenerativ bedingte Kalzinosen oder Trümmerfrakturen
12	Störung der ursprünglichen anatomischen Ordnung durch sonstige Pathologie
13	Sonstiges

Tabelle 1: Übersicht über die Variablen, die bei der Auswertung jeder Variante zugewiesen werden konnten

Es wurden ferner Informationen aus Kategorien der Datengewinnung mit folgenden Variablen kodiert: Geschlecht (Männer; Frauen, unbestimmt), fachlicher Überweiser (sonstige/mehrere, Radiologie, Unfallchirurgie, Orthopädie, Rheumatologie und Dermatologie), pflegerischer Überweiser (sonstige/mehrere, Erste Hilfe, „Rheuma*“, ambulantes Gesundheitszentrum „CCM Rh“), Kostenträger (gesetzlich, privat, Berufsgenossenschaft, Krankenhaus). Wichen die Variablen bei mehreren zur Verfügung stehenden Datensätzen voneinander ab, wurde die Variable mit „sonstige“ bewertet. Beim Alter wurde gemäß unserer Auswertungsstrategie jeweils das Alter des Untersuchungszeitpunktes gewählt.

Nach Abschluss des ersten und des zweiten Auswertungsschritts überprüften wir die Daten auf Vollständigkeit und prüften Fälle mit folgenden Variablen-Konstellationen erneut: Vergabe einer Auswertungsnummer größer 13, fehlende Variable trotz Vorhandensein von Variablen bei benachbarten Strukturen, Auswertung von Voraufnahmen desselben Fußes bei einem Patienten, mehrfach wiederkehrende gleiche Zahl in benachbarten Zellen. Die Prüfung erfolgte mittels der Nutzung von Excels Pivot-Tabellenfunktion. Fehlerhaft erscheinende Datensätze wurden durch erneute Betrachtung des Bilddatensatzes geprüft und ggf. korrigiert.

Statistische Analyse mittels Random intercept-Modell

Zur statistischen Auswertung wurden anhand der Microsoft Excel-Tabellen zwei Datenblätter erstellt. Im ersten wurden beide Körperseiten getrennt voneinander aufgeführt, im zweiten wurden dann seitenunabhängig alle Varianten mit dazugehörigen Variablen aufgelistet. Daraus wurden dann die positiven Befunde ((Anzahl Variable 1) + (Anzahl Variable 2)) und die Gesamtzahl der ausgewerteten Füße ((Anzahl Variable 0) + (Anzahl Variable 1) + (Anzahl Variable 2)) aus den genannten Datenblättern mit Microsoft Excel errechnet.

Bei einem Teil der Patienten wurden von beiden Körperseiten Fußröntgenbilder angefertigt, vom anderen Teil nur Aufnahmen einer Körperseite. Eine einfache Bestimmung der Fußprävalenz (durch Errechnung mittels: positive Befunde/Gesamtzahl der ausgewerteten Füße) würde dazu führen, dass z.B. die Aufnahmen von den rechten Füßen von zwei unterschiedlichen Patienten gleich behandelt würden wie die Aufnahmen beider Füße von einem Patienten. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass die Zugehörigkeit zum Patienten einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von akzessorischen Ossikeln haben kann. Aus diesem Grund führten wir eine Mehrebenenanalyse durch. Mehrebenenanalysen werden bei hierarchisch strukturierten Daten eingesetzt und bilden durch Beachtung von wechselseitigen Einflüssen Gruppierungseffekte besser ab. Im vorliegenden Fall handelt es sich um die Ebene „Patient“ und die ihr untergeordnete Ebene „Fuß“. Das entwickelte Regressionsmodell berücksichtigt diese Ebenen.

Die theoretischen Hintergründe und damit verbundenen Anforderungen an ein solches Modell wurden mit der Statistikerin Alejandra Rodríguez Sánchez besprochen. Auf Basis dessen entwickelte sie (in Rücksprache mit Univ.-Prof. Dr. med. habil. Peter Schlattmann) ein Random intercept-

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \mu_{0j} + \psi_{ij}$$

Y_{ij} = Auftretenshäufigkeit eines Knochens für jeden Fuß i einer Person j
 γ_{00} = intercept = durchschnittliche Fußprävalenz
 μ_{0j} = random intercept = Korrekturfaktor, der für die Tatsache korrigiert, dass auf Patientenebene 1 oder 2 Füße vorliegen können
 ψ_{ij} = Zufallsfehler

Abb. 7: Formel des verwendeten Random intercept-Modells

Modell. Die gesamten Berechnungen der Mehrebenen-Analyse (mit Ausnahme von Yules Q, s.u.) wurden mithilfe des Statistikprogramms R anhand der Formel in Abb. 7 durchgeführt.

Als „random intercept“ (deutsch sinngemäß: Regressionskonstante) wurde die Patienten-ID genutzt, die für jede Fußaufnahme vorlag. Der Einfluss der Zugehörigkeit des Ossikels zum Patienten wurde so korrigiert. Konfidenzintervalle dieser korrigierten Prävalenzen wurden mithilfe von „parametric bootstrap“ errechnet. Mit dem Bootstrap-Verfahren werden auf Basis einer einzelnen Stichprobe (in unserem Fall das Patientenkollektiv) zufällige Unterstichproben gezogen, um deren Eigenschaften zu beurteilen. Diese Methode erlaubte das Ermitteln von verlässlichen Konfidenzintervallen, was mithilfe einer mathematischen Formel aufgrund der unklaren Verteilung der Werte aus dem Random intercept-Modell nicht möglich gewesen wäre.

Für Ossikel, für die nur extrem wenige Verdachtsfälle gefunden werden konnten, ergeben sich mit der Regressionsanalyse durch die geringe Fallzahl allerdings Konvergenzprobleme. Wie oben beschrieben basiert die Bootstrap-Methode auf dem Erstellen von Unterstichproben. Aufgrund der geringen Fallzahlen können jedoch in solchen Fällen kaum Unterstichproben gebildet werden. Auch ergeben sich negative Werte für die 2,5 %-Grenze des Konfidenzintervalls mittels Bootstrapping. In der Praxis jedoch kann eine Prävalenz keinen Wert unter 0 annehmen. Für diese Ossikel musste die Prävalenz durch einfache Häufigkeitsbestimmung erfolgen (Anzahl Füße mit Ossikel / Anzahl untersuchter Füße). Den Empfehlungen der statistischen Literatur folgend wurde für diese Fälle dann das Konfidenzintervall nach Wilson errechnet³⁶. Das Konfidenzintervall nach Wilson bringt demzufolge verlässlichere Ergebnisse bei kleineren Fallzahlen als das sonst übliche Konfidenzintervall.

In einem zusätzlichen Schritt erfolgte die zuletzt genannte Auswertung unter Einbeziehung der vorliegenden Daten der Literaturrecherche. So konnte für viele Varianten auch eine gewichtete Summenfußprävalenz errechnet werden (Summe der positiven Fälle aller Studien/ Summe der Fallgesamtzahlen aller Studien). Die histoembryologische Studie von Trolle wurde jeweils nie in die gewichtete Summenfußprävalenzberechnung einbezogen.

Für die häufigen Ossikel war es ferner möglich, mittels logistischem Random intercept-Modell nach Korrelationen zwischen dem Auftreten eines Ossikels und den Parametern Geschlecht, Alter, fachlicher und pflegerischer Überweiser sowie Kostenträger zu suchen. Als Vergleichsgruppen wurden jene Patientengruppen definiert, die die meisten Patienten beinhalteten und für die zugleich am ehesten eine große Deckungsgleichheit mit der Normalbevölkerung angenommen werden konnte. (Kostenträger: gesetzlich Versicherte; fachlicher Überweiser: Unfallchirurgie; pflegerischer Überweiser: Rettungsstelle). Für die Korrelationsprüfung wurden die anderen Variablen als mögliche konfundierende Variablen mit einbezogen, um Scheinkorrelationen (z.B. für Geschlecht: Alter als möglicher Störfaktor durch unterschiedliche Altersstruktur bei den Ge-

schlechtern) auszuschließen. Auch das Vorliegen anderer Ossikel wurde als Kovariante eingeschlossen, um ein gleichzeitiges Auftreten bewerten zu können.

Zuletzt erfolgte eine Korrelation zwischen dem Auftreten eines Ossikels und dem jeweiligen Auftreten auf der gegenüberliegenden Körperseite. Diese Beziehung zueinander wurde mit dem Yule-Koeffizient Yules Q untersucht ($Q = (\text{Odds Ratio} - 1) / (\text{Odds Ratio} + 1)$). Dieses Odds-Ratio-Verhältnis oder Chancenverhältnis ist auf den Bereich zwischen -1 und +1 normiert und erlaubt ein Abschätzen der Stärke eines Zusammenhangs von zwei Eigenschaften miteinander. Yules Q wurde auf Basis der zuvor in R berechneten Odds Ratio-Werte sodann mit Microsoft Excel berechnet. Die Odds-Ratio-Werte entstammten einer Kreuztabelle mit den Spalten „rechts – links“ und den Zeilen „liegt vor – liegt nicht vor“.

Ergebnisse

Der besseren Übersicht dieser Arbeit wegen entschieden wir uns, die akzessorischen Skelettelemente in häufige und seltene einzuteilen. Die Einteilung erfolgte im Nachhinein. Ab einer Fußprävalenz von 1 % zählten wir ein Ossikel zu den häufigen akzessorischen Fußknochen. Aufgrund des engen morphologischen und historischen Zusammenhangs wurde bez. der beschriebenen akzessorischen Skelettelemente am lateralen Rand der Fußwurzel von dieser Aufteilungsweise abgewichen. Die Ergebnisdarstellung für diese drei Skelettelemente erfolgt innerhalb eines eigenen großen thematischen Abschnitts (s. S. 40 ff.). Mit Ausnahme der urheberrechtsschutzfreien Zeichnungen Vesals (Abb. 17, Abb. 18, Abb. 19) entstammen alle Befundabbildungen unserem Patientenkollektiv.

Analyse von 25 Studien bez. der Prävalenz von 40 Skelettvarianten

Im Rahmen unserer Literaturrecherche (vgl. Methodik S. 15 f.) konnten wir folgende, in Tabelle 2 aufgeführten 25 Prävalenzstudien finden, die die Prävalenz mehrerer akzessorischer Fußknochen erfassten. Daneben erfolgten auch Auswertungen von Publikationen, die sich ausschließlich mit einer anatomischen Region beschäftigten. Diese sind bei den jeweiligen Ossikeln aufgeführt.

Autor	Untersuchungstechnik	Art der Prävalenzangabe	Beide Füße?
Arho ³¹	radiologisch	Fußprävalenz	unklar
Bizarro ³⁷	radiologisch	Fußprävalenz	teilweise, aber Zahl unklar
Burman und Lapidus ³	radiologisch	Fußprävalenz	teilweise, aber Zahl unklar
Capecchi et al. ^{7,8}	radiologisch	überwiegend Fußprävalenz, teils auch Patientenprävalenz	wohl ein Fuß/Patient ausgewertet
Cilli et al. ²⁰	radiologisch	Fußprävalenz	unklar
Coskun et al. ²	radiologisch	Patientenprävalenz, Fußprävalenz kann errechnet werden	ja, durchgehend
Geist ³⁸	radiologisch	Patientenprävalenz, teils auch Fußprävalenz	ja, durchgehend
Heimerzheim ³⁹	radiologisch	Fußprävalenz	wohl ein Fuß/Patient ausgewertet

Holle ¹¹	radiologisch	Fußprävalenz	wohl ein Fuß/Patient ausgewertet
Kır et al. ²⁶	radiologisch	Patientenprävalenz, Fußprävalenz kann errechnet werden	ja, durchgehend
Kleinberg ⁴⁰	radiologisch	Fußprävalenz	teilweise, aber Zahl unklar
Leimbach ⁴¹	radiologisch	Fußprävalenz	wohl ein Fuß/Patient ausgewertet
Longo et al. ²³	radiologisch	Patientenprävalenz	durchgehend
Lunghetti ³²	anatomisch	Fuß- und Patientenprävalenz	durchgehend
Marti ³⁴	radiologisch	unklar	unklar
Matsui ²⁸	radiologisch	Fußprävalenz	unklar
Nikaido ⁴	radiologisch	Fußprävalenz	unklar
Pfitzner ¹²	anatomisch	Fußprävalenz	teilweise
Schönekeß ⁴²	radiologisch	Fußprävalenz	teilweise
Shands und Durham ⁴³	radiologisch	Fußprävalenz	teilweise (47 Patienten)
Suzuki ³⁰	radiologisch	Fußprävalenz	unklar
Trolle ¹⁵	histoembryologisch	Fuß- und Patientenprävalenz	durchgehend
1. Erhebung von Tsuruta et al. ¹³	radiologisch	Fußprävalenz	unklar
2. Erhebung von Tsuruta et al. ¹⁴	radiologisch	Fußprävalenz	unklar
Vasiljević et al. ²⁵	radiologisch	Fußprävalenz	unklar

Tabelle 2: Übersicht über die in die Literaturlauswertung eingeschlossenen Prävalenzstudien (ohne Studien zu einzelnen Ossikeln)

In der Studie von Shands und Durham machten diese eine Patientenprävalenzangabe, ohne jedoch durchgehend zwei Füße untersucht zu haben⁴³. Die Prävalenz wurde darum von uns auf eine Fußprävalenz umgerechnet. Die Studie von Longo et al. wurde ausschließlich an Frauen mit Hallux valgus durchgeführt, die Erhebung von Cilli et al. ausschließlich an Männern in einem Militärkrankenhaus^{20,23}.

Studienkollektiv der 4.605 erwachsenen Patienten

Der Auftrag zur Durchführung des Röntgenbildes stammte v.a. aus der Ersten Hilfe oder rheumatologischen Abteilungen. Die Altersstruktur der Patienten unterschied sich in Abhängigkeit vom Zuweiser innerhalb des Krankenhauses (vgl. jeweils Diagramm 1). Die im Diagramm gezeigte Anzahl bezieht sich auf Füße und zeigt das Alter des Patienten, von dem der jeweilige Fuß stammt.

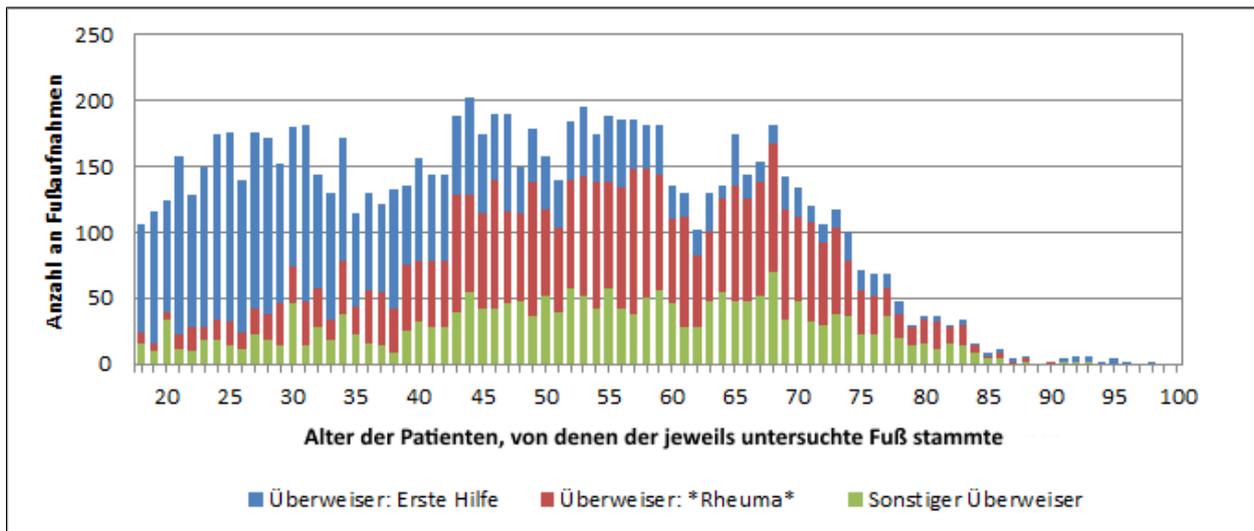


Diagramm 1: Dargestellt ist die Verteilung des Alters der Patienten von denen der jeweils untersuchte Fuß stammte, aufgeschlüsselt nach pflegerischem Überweiser

Der Frauenanteil in unserem Patientenkollektiv lag bei 59,8 %. Die Verteilung der Körperseiten war ausgeglichen (vgl. Diagramm 2).

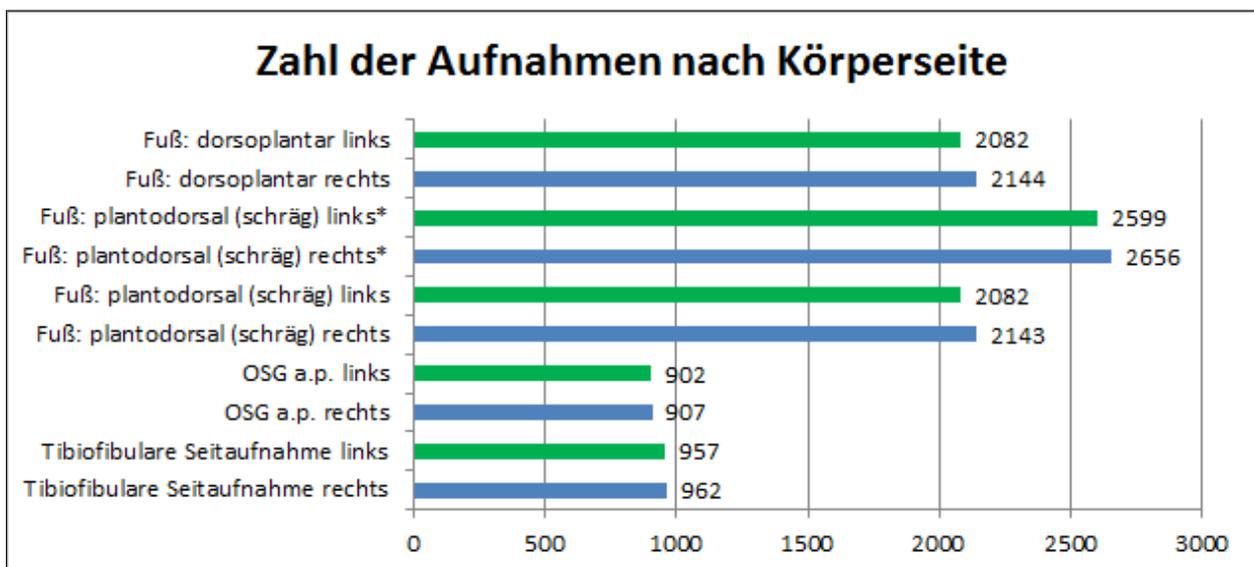


Diagramm 2: Verteilung der vorliegenden Aufnahmen je nach Körperseite
Die mit * markierte Projektion beinhaltet die erweiterte Auswertung bez. der Ossikel am lateralen Fußrand

Häufige akzessorische Skelettelemente

Eigens ermittelte und literaturbasierte Summenprävalenzangaben

Die auf Basis unserer Verdachtsfälle ermittelte Prävalenz- sowie die literaturbasierten Summenprävalenzangaben sind in Diagramm 3 dargestellt.

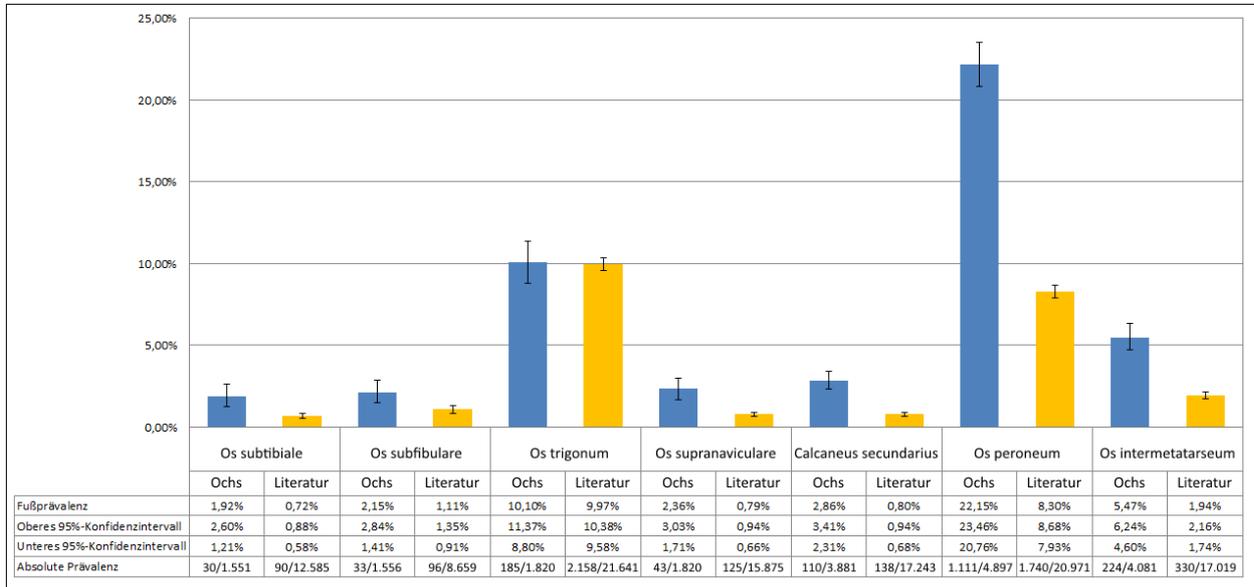


Diagramm 3: Eigens ermittelte Fußprävalenz (in blau) sowie die literaturbasierte gewichtete Summenprävalenz (in gelb) der häufigeren Ossikel (ohne Os tibiale externum) mit 95 %-Konfidenzintervall

Die analoge Darstellung zum Os tibiale externum ist in Diagramm 4 aufgeführt. Hierbei ist zu beachten, dass die Fußprävalenz aller Os tibiale externum-Typen nicht der Summe der einzelnen Typen entspricht, da auch mehrere Typen pro Fuß auftreten können. Die gewichtete Literatur-Summenprävalenz ist für dieses Ossikel nur bedingt zu verwenden, da teils das Naviculare cornutum („Typ D“) entweder nicht mitgezählt oder dazu keine Stellung bezogen wurde.

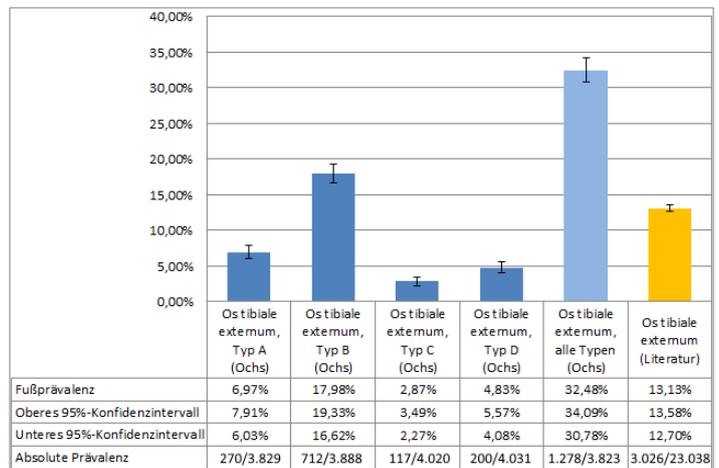


Diagramm 4: Eigens ermittelte Fußprävalenz (in blau) der Os tibiale externum-Typen, alle Fälle mit mind. einer Os tibiale externum Variante pro Fuß (in hellblau) sowie die literaturbasierte gewichtete Summenprävalenz (in gelb) jeweils mit 95 %-Konfidenzintervall

Korrelationen mit verschiedenen Parametern

Korrelation mit dem Lebensalter

Die Ergebnisse der Suche nach Korrelationen zwischen Vorliegen eines häufigen Ossikels und dem Lebensalter mittels Random Intercept-Modell sind in Diagramm 5 dargestellt. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Os peroneum oder ein Os tibiale externum vom Typ A oder B bei einem Patienten nachgewiesen werden kann, steigt demnach mit steigendem Lebensalter. Die Wahrscheinlichkeit, ein Os trigonum nachzuweisen, ist mit steigendem Lebensalter hingegen geringer. Für die anderen häufigen Ossikel fanden sich sonst keine Korrelationen mit dem Lebensalter.

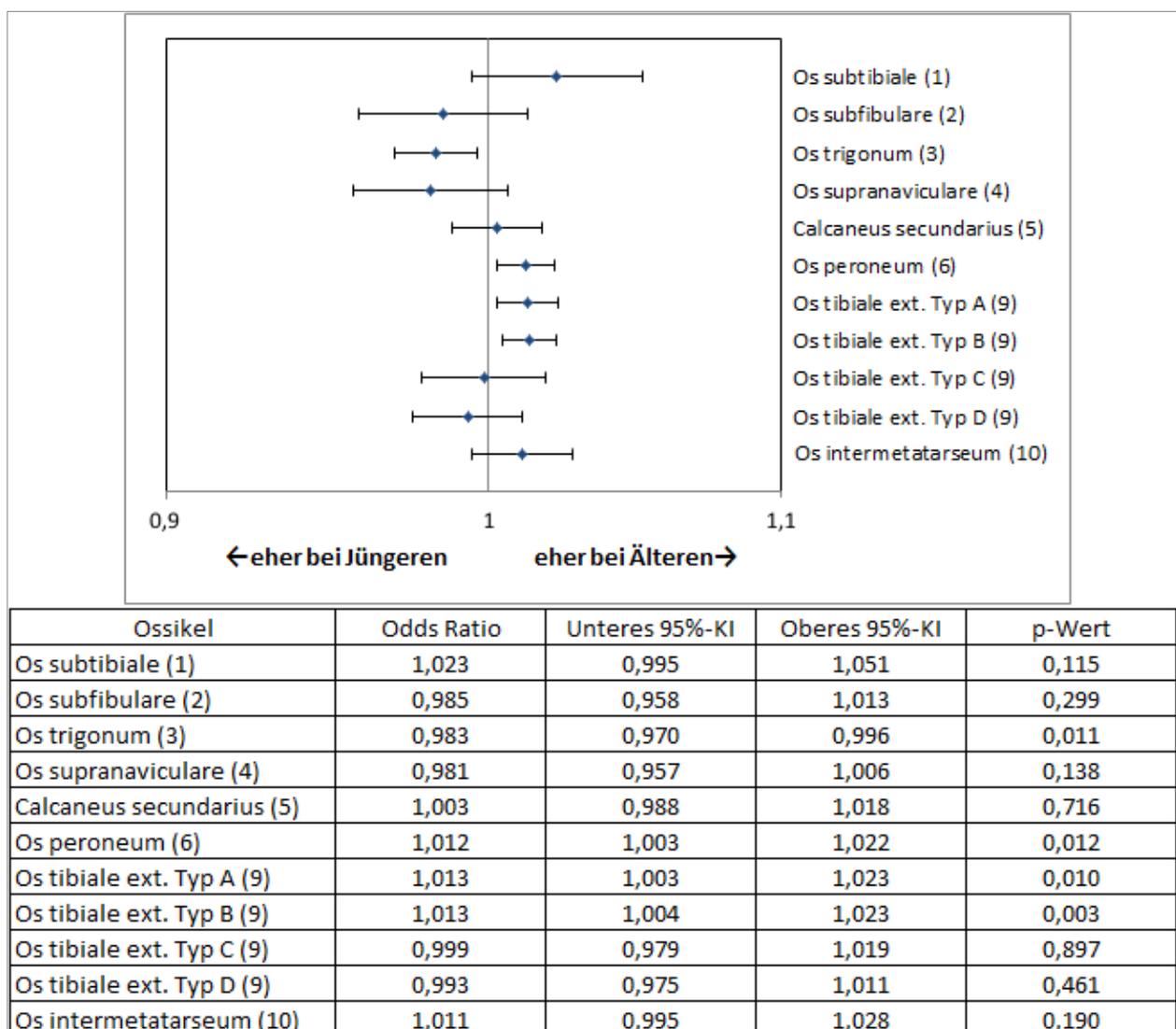


Diagramm 5: Odds Ratios für das Vorliegen eines häufigen Ossikels je nach Alter (logarithmische Skala)

Korrelation mit dem Geschlecht

Die Ergebnisse der Suche nach Korrelationen zwischen Vorliegen eines häufigen Ossikels und dem Geschlecht sind in Diagramm 6 dargestellt. Die Wahrscheinlichkeit, ein Os peroneum bei einer Frau zu finden, ist demnach dezent höher, für ein Os tibiale externum Typ B und insbesondere Typ A deutlich höher. V.a. der Calcaneus secundarius findet sich bei Männern deutlich häufiger. Für die anderen häufigen Ossikel ergaben sich keine signifikanten Ergebnisse.

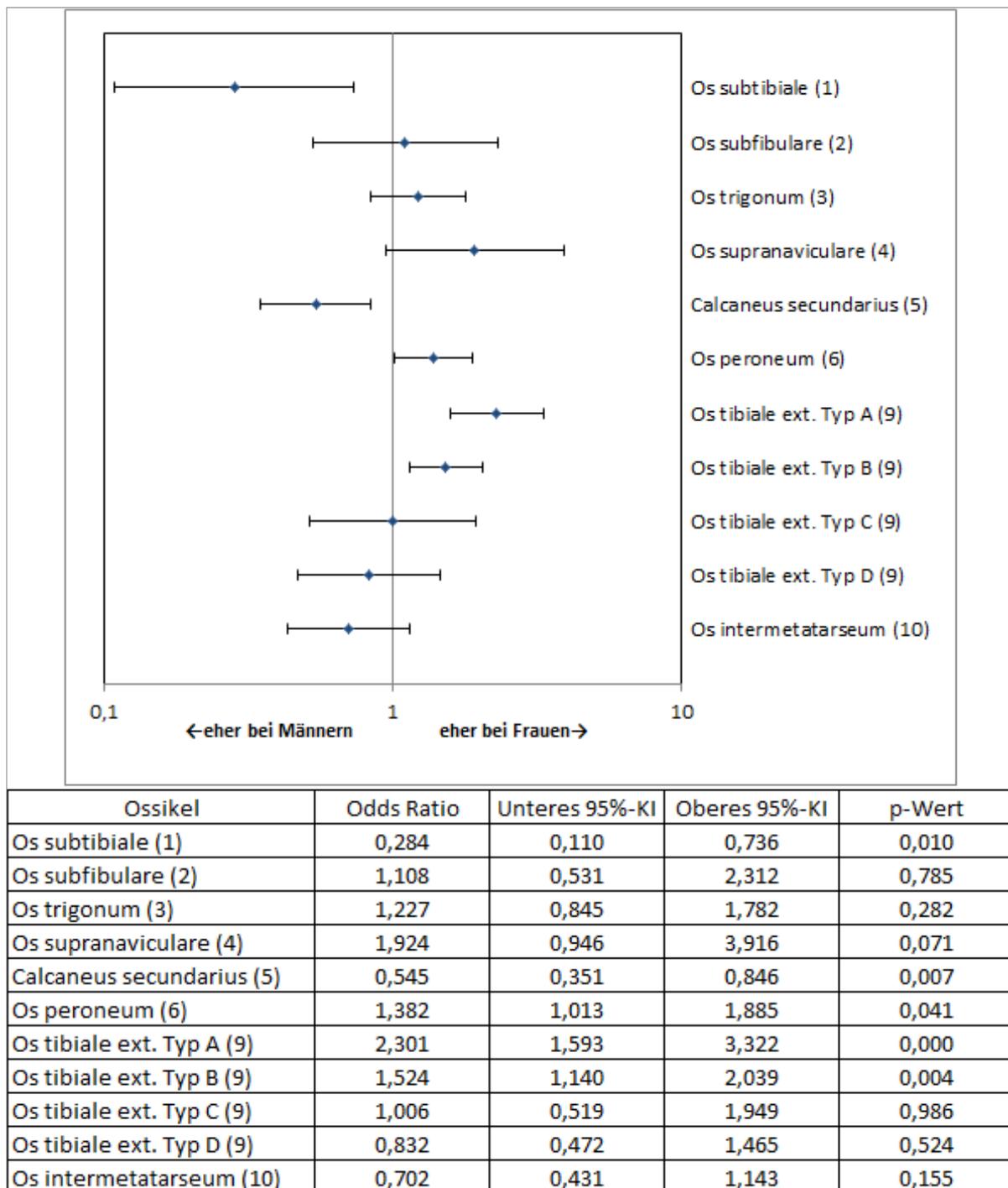


Diagramm 6: Odds Ratios für das Vorliegen eines häufigen Ossikels je nach Geschlecht (logarithmische Skala)

Korrelation von häufigen Ossikeln untereinander

Die signifikanten Korrelationen zwischen der Auftretenswahrscheinlichkeit eines Ossikels bei gleichzeitigem Vorliegen eines anderen Ossikels sind in Diagramm 7 und Diagramm 8 dargestellt. Das Os supranaviculare, das Os intermetatarsium und der Calcaneus secundarius zeigten keine Korrelation mit anderen häufigen Ossikeln. Eine Limitation stellte dar, dass die beiden Projektionen zur OSG-Darstellung und die beiden zur Vorfußdarstellung fast nie beim gleichen Patienten aus unserem Untersuchungskollektiv vorlagen. So konnte keine Korrelation zwischen einem Ossikel aus der OSG-Darstellung mit einem Ossikel aus der Vorfußdarstellung bestimmt werden (z.B: Os peroneum und Os trigonum).

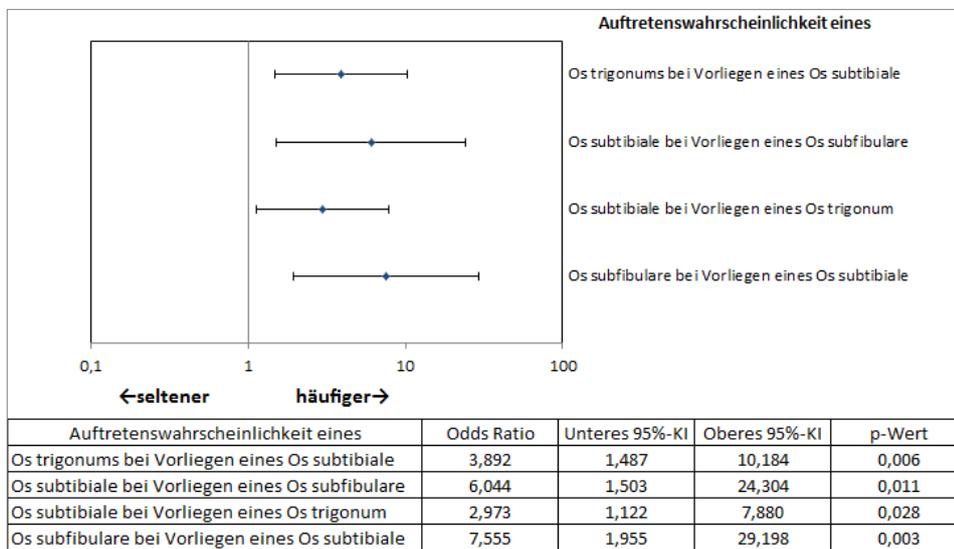


Diagramm 7: Odds Ratios für das Vorliegen eines Ossikels bei Vorliegen eines anderen Ossikels (OSG-Darstellung)

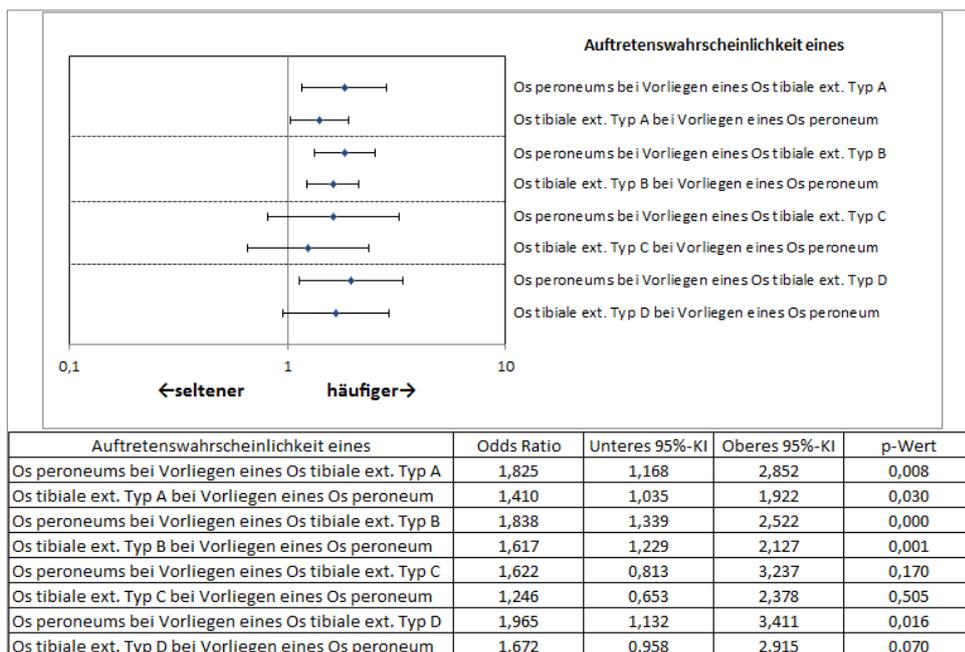
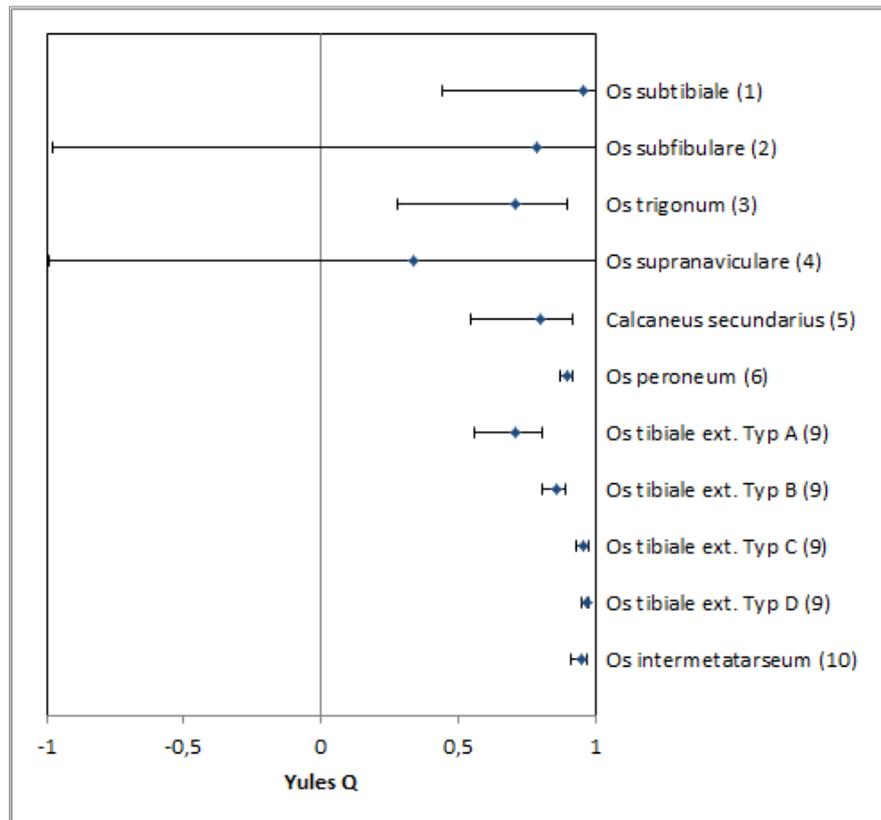


Diagramm 8: Odds Ratios für das Vorliegen eines Ossikels bei Vorliegen eines anderen Ossikels (Vorfußdarstellung)

Korrelation zwischen den Körperseiten

Wir untersuchten, ob es Korrelationen zwischen dem Auftreten einer Os tibiale externum-Variante auf einer Körperseite mit dem Auftreten einer anderen Os tibiale externum-Variante auf der gegenüberliegenden Körperseite gab. Hierbei zeigte sich eine deutliche Korrelation zwischen Typ D (linke Körperseite) und einem Typ C (rechte Körperseite) (Yules Q 0,81, unteres 95 %-Konfidenzintervall 0,66), was sich in der umgekehrten Konstellation allerdings nicht bestätigte. Das gleiche galt für die Kombination Typ B (links) und Typ A (rechts) (Yules Q 0,36, unteres 95 %-Konfidenzintervall

0,17), die sich ebenfalls bei umgekehrter Betrachtung nicht bestätigte. Für die anderen Kombinationen konnte keine ausreichend signifikante Korrelation nachgewiesen werden. Für die anderen häufigen Ossikel ist die Korrelation zwischen dem Auftreten eines Ossikels und dem Auftreten desselben Ossikels auf der gegenüberliegenden Körperseite in Diagramm 9 dargestellt. Für die Ossikel der OSG-Darstellung lag häufig nur die Aufnahme einer Körperseite vor, weswegen für diese Ossikel das Konfidenzintervall deutlich breiter ausfällt.



Ossikel	Yules Q	Unteres 95 %-KI von Yules Q	Oberes 95 %-KI von Yules Q
Os subtibiale (1)	0,96	0,44	1,00
Os subfibulare (2)	0,79	-0,98	1,00
Os trigonum (3)	0,71	0,28	0,90
Os supranaviculare (4)	0,34	-0,99	1,00
Calcaneus secundarius (5)	0,80	0,55	0,92
Os peroneum (6)	0,90	0,87	0,92
Os tibiale ext. Typ A (9)	0,71	0,56	0,81
Os tibiale ext. Typ B (9)	0,86	0,81	0,89
Os tibiale ext. Typ C (9)	0,96	0,93	0,98
Os tibiale ext. Typ D (9)	0,97	0,95	0,98
Os intermetatarseum (10)	0,95	0,91	0,97

Diagramm 9: Korrelation zwischen dem Auftreten eines Ossikels mit dem Auftreten auf der anderen Körperseite

Korrelation mit sonstigen Parametern

Zwischen dem Auftreten eines Ossikels und den sonstigen erfassten Parametern (Kostenträger, fachlicher und pflegerischer Überweiser) ergaben sich in fast allen Fällen keine annähernd signifikanten Korrelationen. Eine Ausnahme stellte das Os subtibiale dar: Im Vergleich zu gesetzlich

Versicherten trat das Os subtibiale signifikant häufiger bei Privatversicherten auf sowie bei Patienten, für die eine Berufsgenossenschaft die Behandlungskosten übernahm (vgl. Diagramm 10).

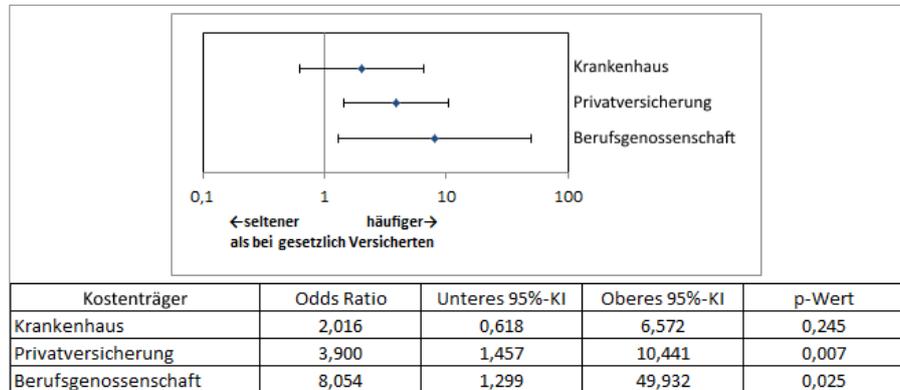


Diagramm 10: Odds Ratios für das Vorliegen eines Os subtibiale je nach Kostenträger (Referenzgruppe: gesetzlich Versicherte)

1) Os subtibiale

Das Os subtibiale liegt kaudal der unteren Spitze des Malleolus medialis und wurde 1918 von Bircher erstbeschrieben^{7,44,45}. Bircher berichtete, bei einem 29-jährigen Militärpatienten mit einem Fußtrauma linksseitig, von einem beidseitigen Befund unterhalb des Malleolus medialis (dreieckig, 2-3 mm vom Malleolus medialis entfernt). Anhand des Röntgenbildes schloss Bircher

jedoch eine traumatische Genese sicher aus. Er beschrieb noch zwei weitere Fälle bei Männern derselben Altersgruppe⁴⁴.

Die eindeutigen Literaturprävalenzangaben sind in Diagramm 11 aufgeführt. Kır et al. machten widersprüchliche Angaben (2 Funde rechts und 2 Funde links bei insgesamt 5 von

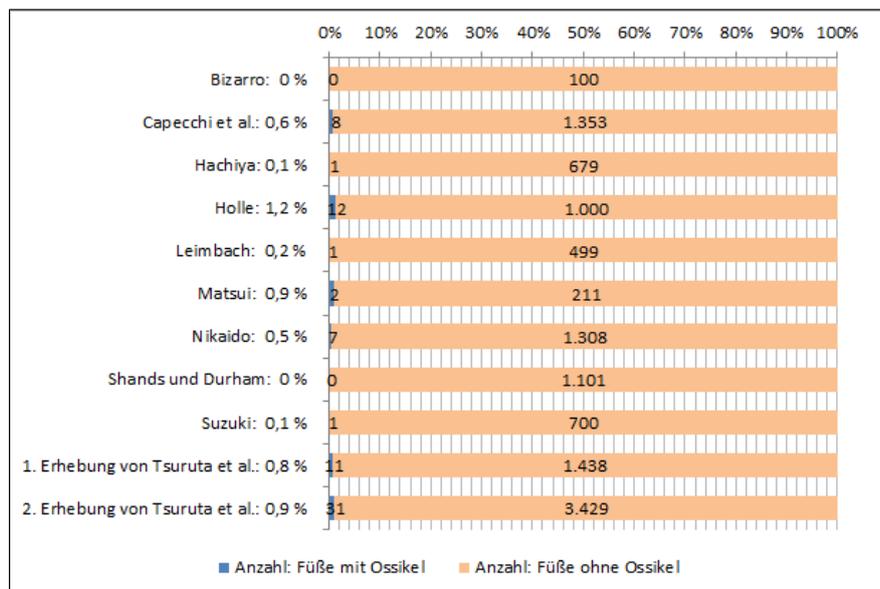


Diagramm 11: Eindeutige Fußprävalenzen des Os subtibiale in der Literatur^{4,7,11,13,14,27,28,30,37,41,43}

277 Patienten), Arho fand es bei 0,7 % der untersuchten Röntgenaufnahmen (maximal 1.074 Stück)^{26,31}. Holle bemerkte, dass er es fast nur an Füßen mit auffallend vielen Exostosen gefunden habe¹¹. Coral untersuchte a.p.- und Seitenaufnahmen der Füße von 700 Patienten (Alter zwi-

schen 10 und 89 Jahren), davon 52 mit Röntgenaufnahmen beider Füße. Dabei fand er 15 Ossikel (alle kleiner als 8 mm im Durchmesser), die kaudal an der Spitze des Malleolus medialis lagen (Fußprävalenz 2,1 %) sowie ein 10 x 6 mm großes rundliches Ossikel. Subtibiale Ossifikationserscheinungen beliebiger Genese fand er unter 4,6 % der untersuchten Knöchel⁴⁵. Takemitsu et al. berichten in ihrer Studie in japanischer Sprache von einer Prävalenz von 16/2.339 Fällen (= 0,7 %; unklar, ob Fuß- oder Patientenprävalenz) und unterscheiden drei verschiedene Arten: Sesambeine, persistierende Apophysen und „Band-Verknöcherungen“⁴⁶. Trolle fand keine eigenständige Knorpelanlage dieses Knochens¹⁵. In anderen Studien (insbesondere in anatomischen Studien) wurde das Os subtibiale nicht erwähnt^{2,3,12,20,23,25,38,39,40,42}. Eine Variante des Os subtibiale scheint ein kleiner Processus am unteren Ende des Malleolus medialis zu sein, ein Ossifikationszentrum, welches sich dem Malleolus nicht komplett angeschlossen hat⁴.

Neben mehreren eindeutigen Fällen (Abb. 8) fanden wir auch einige Fälle, in denen es schwierig war zu entscheiden, ob es sich nun um ein Os subtibiale oder eine Verkalkung handelte. Teils imitierten auch eine Arthrosis deformans oder altersentsprechende degenerative Veränderungen ein mögliches Ossikel. Bei mehreren Befunden grenzte das Ossikel noch an die Tibia und es war schwer zu



Abb. 8: Eindeutiges Os subtibiale

sagen, ob es nun isoliert vorlag. Bei einem Mann in der 3. Lebensdekade fanden wir ferner einen sehr dezenten Befund in typischer Lage und Form, den wir auch als Os subtibiale werteten, obwohl die Strahlendichte nur dezent ausgeprägt war (Abb. 9). Eine solche Struktur könnte im Laufe des Lebens verknöchern und dann deutlicher sichtbar sein. Bestätigen können wir Corals Einschätzung, dass kleine Ossikel unterhalb der Spitze des Malleolus tibialis deutlich häufiger sind als ausgeprägte Befunde. Unter den 1.551 auswertbaren Fällen zeigten sich 30 Befunde, die wir als Os subtibiale werteten (Fußprävalenz 1,92 %).

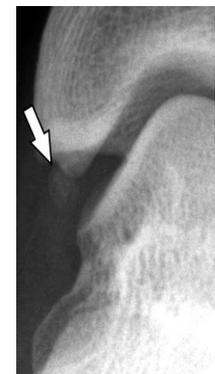


Abb. 9: Dezentes, a.e. noch kartilaginäres Os subtibiale

2) Os subfibulare

Das Os subfibulare wurde 1888 von Gruber als pyramidenförmiges Ossikel erstbeschrieben und ist unterhalb des lateralen Malleolus gelegen^{10,47,48}. Waschulewski unterteilt die in diesem Bereich vorkommenden Befunde in drei Bereiche: persistierende Knochenkerne des vorderen oder hinteren Anteils der distalen Fibulaepiphyse, Knochen, „die sich aus dem Hauptteil des Proc. trochlearis entwickeln“, und die Trochlearisapophyse. Für ihn stellt die zweite Gruppe die eigentlichen Ossa subfibularia dar⁴⁸. Capecchi et al. fanden jeweils runde, klar definierte Knochen

mit etwas geringerer Röntgendichte im Innern unterhalb des Malleolus lateralis, teils auch etwas mehr medial liegend⁷.

Eindeutige Prävalenzangaben aus der Literatur sind in Diagramm 12 aufgeführt. Kir et al. konnten unter 277 Patienten keinen einzigen Fall nachweisen²⁶. In einer Studie in japanischer Sprache von

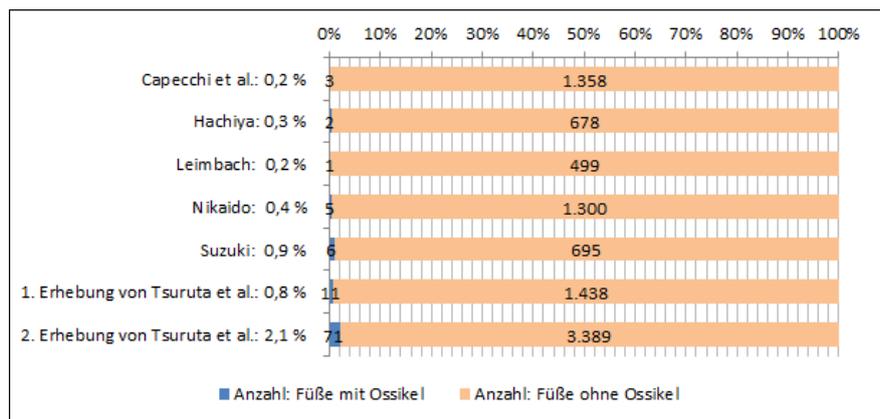


Diagramm 12: Eindeutige Fußprävalenzen des Os subfibulare in der Literatur^{4,7,13,14,27,30,41}

Takemitsu et al. berichteten diese Autoren von einer Prävalenz von 22/2.339 (=0,94 %, unklar, ob Fuß- oder Patientenprävalenz). Sie gliederten ihre Befunde, wie auch beim Os subtibiale, in drei verschiedene Arten dieses Knochens: ein Sesambein (12/22), eine persistierende Apophyse (8/22) und „Band-Verknöcherungen“ (2/22)⁴⁶. Trolle fand histoembryologisch einen mäßig gut sichtbaren unilateralen Befund (Fußprävalenz 0,4 %, Patientenprävalenz 0,2 %). Der Befund stellte sich unabhängig vom Malleolus lateralis dar. Auch fand er einige Fälle, in denen die Spitze des Malleolus lateralis eigenständig erschien¹⁵. Vasiljević et al. erwähnten den Knochen, berichteten aber keine Fälle²⁵. In den anderen Prävalenzstudien fand dieses Ossikel keine Erwähnung^{2,3,11,12,20,23,28,31,37,38,39,40,42,43}.

Bei unserer Auswertung fiel auf, dass sich über die Hälfte der Befunde nicht eindeutig als Os subfibulare oder Talus secundarius zuordnen ließ. Teils war zusätzlich die Abgrenzung gegenüber einem Os intercalare fibulare schwierig. Grund dafür war, dass je nach anatomischer Konstitution das Fibulaende sehr nah am Talus liegt. Größere Ossikel stehen zwangsläufig sowohl mit dem Talus als auch mit der Fibula in Verbindung und projizieren sich teils auch in den Gelenkspalt hinein. Brossmann et al. schrieben: „Bei Knochenelementen unter der Fibula kann es sich theoretisch natürlich auch um ein Os subfibulare handeln, doch spricht die Nähe zu dem Talus eher für einen Talus secundarius.“¹ Diese Zuordnung war bei vielen unserer Befunde nicht klar zu treffen (s. Abb. 10). Interessanterweise waren vor allem die Befunde, bei denen es sich sehr eindeutig um eine knöcherne Struktur handelte, solche, bei denen die Abgrenzung schwer zu treffen war (Abb. 11). Bestätigen konnten wir, dass einige Befunde wie eine selbstständige Fibulaapophyse erschienen. Dies betraf 13 unserer Befunde. Auch diese schätzten



Abb. 10: Differenzialdiagnose Os subfibulare – Os intercalare fibulare



Abb. 11: Differenzialdiagnose Os subfibulare – Os intercalare fibulare

wir, ähnlich wie Takemitsu et al., als Os subfibulare ein. Wir ermittelten anhand von 33 Os subfibulare-Befunden bei 1.556 auswertbaren Fällen eine Fußprävalenz von 2,15 %.

3) *Os trigonum*

Das meist tetraederförmige *Os trigonum* liegt am hinteren Rand des Talus in einer Mulde vom Tuberculum laterale des Processus posterior tali. Auch könne es mit dem Talus zu einem sehr prominenten Proc. posterior tali verschmolzen sein. Als verselbstständigtes Tuberculum laterale des Proc. posterior tali sei das *Os trigonum* nicht anzusehen^{1,12}. Zum Erstbeschreiber existieren verschiedene Angaben (Rosenmüller 1804, Schwegel 1858)^{7,15,12,38}.

1882 wurde das *Os trigonum* von Shepherd als Fraktur eingeordnet, weswegen die „Shepherd’s fracture“ eine Zeitlang kontrovers diskutiert wurde. Shepherd korrigierte sich im Verlauf, dass er Formen des *Os trigonum* fälschlicherweise als Fraktur eingeschätzt hatte^{3,43}.

V.a. Ende des 19./ Anfang des 20. Jahrhunderts versuchten Frassetto und Bardeleben lt. Capecchi et al. aus den mittleren Gliedmaßenabschnitten von verschiedenen Landwirbeltieren Rückschlüsse bez. der Genese des *Os trigonum* zu ziehen. Capecchi et al. sahen das Vorliegen des Knochens als eine Adapta-

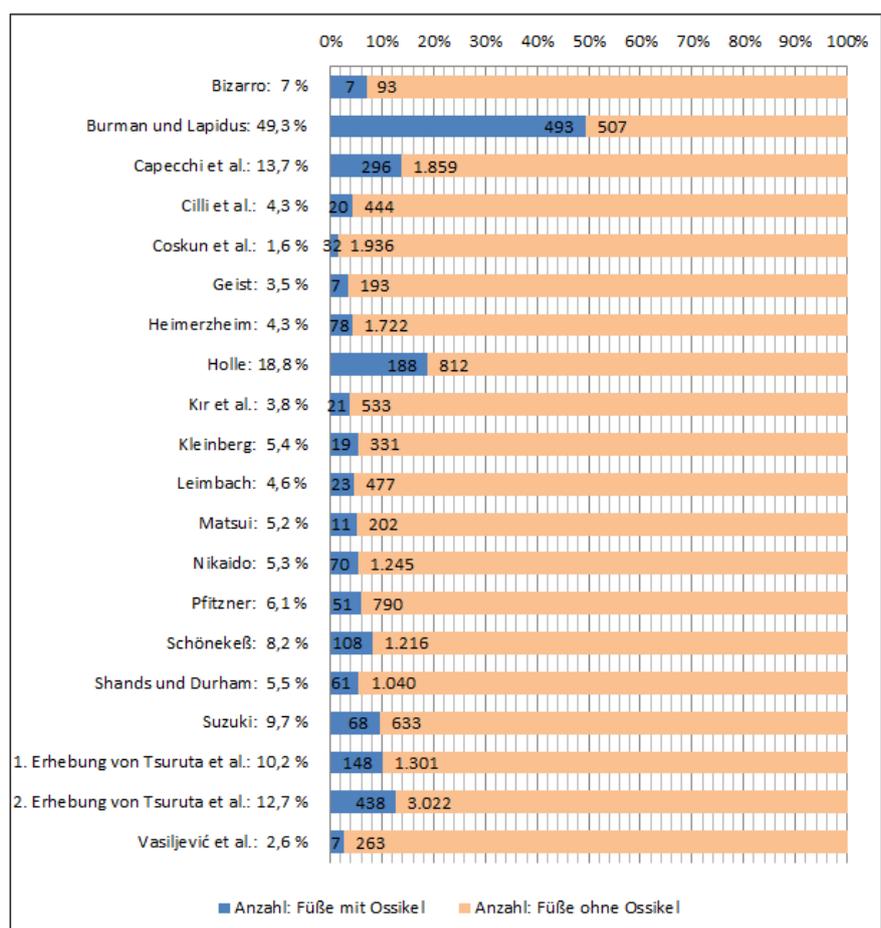


Diagramm 13: Fußprävalenz des *Os trigonum* in der Literatur^{2,3,4,7,11,12,13,14,20,25,26,28,30,37,38,39,40,41,42,43}

tionsleistung des Körpers des aufrecht gehenden Menschen an, der im Gegensatz zum Urmenschen eine proniertere Fußhaltung besitzt⁷. Trolle fand in seiner histoembryologischen Untersuchung keine eigenständige Knorpelanlage¹⁵. Capecchi sowie Fischer bemerkten eine deutliche Zunahme der Prävalenz in Abhängigkeit vom Alter (Fischer: 12-25-Jährige: 4,8 %, 51-60-Jährige: 17,3 %; Capecchi et al.: 16-20-Jährige: 7,3 %, 61-65-Jährige: 21,7 %)⁴⁹.

Die Prävalenzangaben aus der Literatur sind in Diagramm 13 und Diagramm 14 dargestellt. Thomson publizierte eine Studie, bei der Erstsemesterstudenten anatomisch – allerdings ohne Mazeration – 12

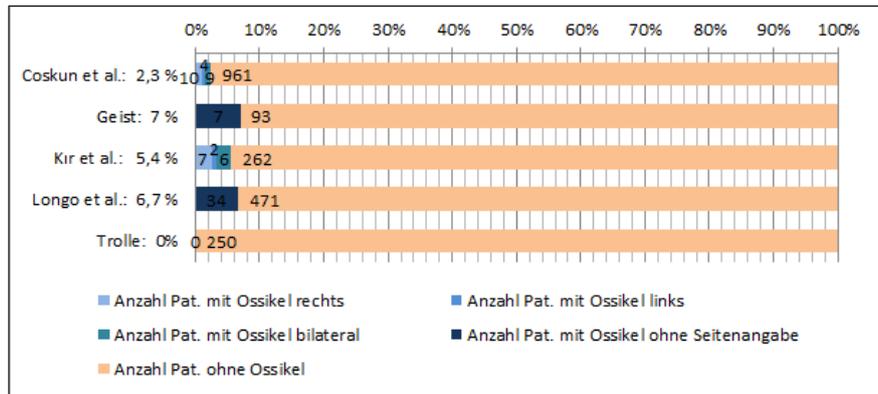


Diagramm 14: Patientenprävalenz des Os trigonum in der Literatur^{2,15,23,26,38}

Funde unter 438 untersuchten Leichen ausmachten, zwei der Funde stammten von derselben Leiche (Fußprävalenz: 1,4 % (12/876), Patientenprävalenz: 2,5 % (11/438)). 20 der untersuchten Leichen stammten von Kindern unter 24 Monaten^{12,50}. Ferner berichtete Moullin, dass sein Freund „Dr. Keith“ ein Os trigonum „in 3 oder 4 % der Fälle“ habe nachweisen können, ohne dass von einer systematisierten Erhebung oder genauen Fallzahl berichtet wird⁵¹.



Abb. 12: Eindeutiges Os trigonum

Im Rahmen unserer eigenen Auswertung konnten wir 1.820 Füße mit in die Auswertung einbeziehen, unter denen wir 185 mal ein Os trigonum fanden (Abb. 12), 12 dieser Fälle waren zwei- oder mehrgeteilt (Fußprävalenz 10,1 %).

4) *Os supranaviculare*

(Synonyme: *Os talonaviculare dorsale, astralgo-scaphoid ossicle, Pirie's bone*)

Erstbeschrieben wurde dieser Knochen von Pirie⁴³. Er berichtete davon, in den zwei Jahren vor Verlassen der Publikation 8 Fälle radiologisch nachgewiesen zu haben⁵². Der Knochen ist im englischen Sprachraum auch als „Pirie's bone“ bekannt. Capecchi et al. benannten Pfitzner als Erstbeschreiber, dieser hingegen Hyrtl, der ihn im Rahmen einer eigenen Theorie unter den Trochlearfortsätzen aufgeführt haben soll^{7,12}. Pfitzner beschrieb einen Fall eines „Os supranaviculare (spurium?)“, hielt dieses Ossikel jedoch für eine abgelöste Exostose¹².

Es soll auf dem Fußrücken zwischen Talus und Os naviculare liegen, weswegen Capecchi et al. auch die Alternativbezeichnung „Os talonaviculare dorsale“ verwendeten. Sie betonten, dass dieser Knochen von einer Fraktur und einem ggf. traumatisch abgelösten Osteophyten abgegrenzt werden müsse, zum anderen aber auch von einer Verkalkung der Kapsel des Talonaviculargelenks⁷.

Eindeutige Prävalenzangaben in der Literatur sind in Diagramm 15 aufgeführt. Kır et al. fanden unter 277 Patienten keinen einzigen Fall²⁶. Arho ermittelte eine Prävalenz von 0,1 % (vermutlich basierend auf 1.074 Röntgenbildern)³¹. Longo berichtete von 6 Fällen unter 505 Patientinnen mit Hallux valgus (Patientenprävalenz 1,2 %)²³. Holle berichtete eine Fußprävalenz von 0,97 % bei 1.000 radiologisch untersuchten Füßen und führte es unter der Rubrik „unechte Skelettstücke“⁴¹. Wie er bei 1.000 untersuchten Aufnahmen auf diese Nachkommastelle kam, erläuterte er nicht. Er ging davon aus, dass es sich bei den meisten Ossa supranavicularia um abgelöste Exostosen handle. Vasiljević et al. benannten den Knochen in ihrer Publikation, machten allerdings keine Prävalenzangabe²⁵. Auch Trolle erwähnte das Os supranaviculare, berichtete aber von keinen histoembryologischen Funden¹⁵. Bei Kleinberg und Geist fand es keine Erwähnung^{38,40}.

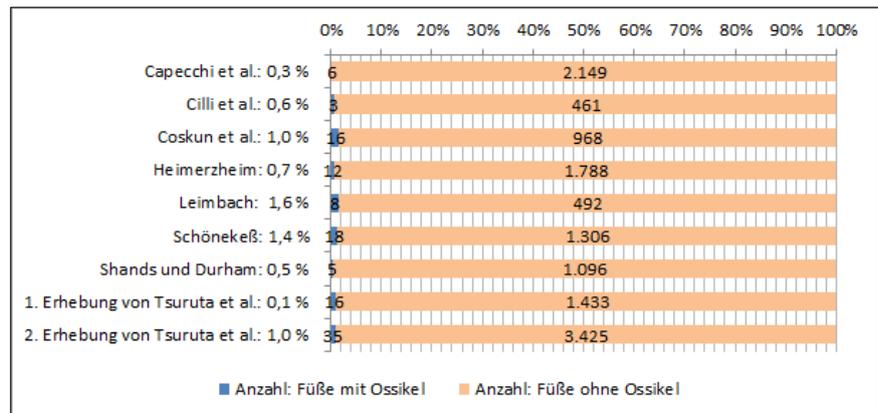


Diagramm 15: Eindeutige Fußprävalenzen des Os supranaviculare in der Literatur^{2,7,13,14,20,39,41,42,43}

Nach unserer ersten Auswertung zeigten sich 53 Verdachtsfälle für Ossa supranavicularia, was einer Prävalenz von fast 3 % entsprechen hätte. Bei der erneuten Auswertung der Fälle und dem Vergleich untereinander konnten erst einige Kapselverkalkungen und offensichtliche Exostosen aussortiert werden. Die 43 verbleibenden Befunde ließen sich je nach Lage im Spalt in drei Kategorien einordnen:

1) Ossikel nahe an der oberen Kante des Naviculare, davon aber sichtbar abgesetzt (31 Fälle, davon in 14 Fällen sehr deutlich sichtbar) (Abb. 13)

2) eher losgelöste Ossikel in der Mitte des Spalts, teils diesen angedeutet überbrückend (9 Fälle) (Abb. 14)

3) ein Ossikel nahe des Talus (3 Fälle) (Abb. 15)

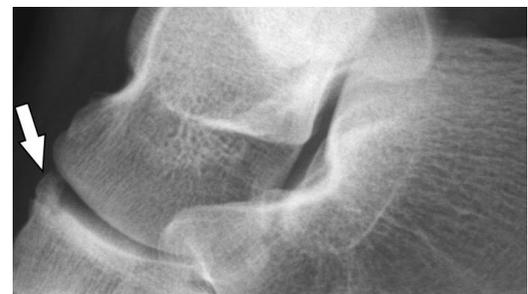


Abb. 13: Ossikel nahe an der oberen Kante des Os naviculare



Abb. 14: Os supranaviculare mittig im Spalt zwischen Talus und Os naviculare



Abb. 15: Dezentos Os supranaviculare in Talusnähe

Unter 1.820 einbezogenen Füßen ergaben sich 43 Fälle. Wir ermittelten anhand dessen eine Fußprävalenz von 2,36 %.

5) *Calcaneus secundarius*

(Synonym: *secondary os calcis*)

Dieser Knochen wurde 1869 von Stieda entdeckt³⁹. Er befindet sich in der Schrägaufnahme in der sichtbaren Lücke zwischen Talus, Calcaneus, Cuboid und Os naviculare und weist oft eine dreieckige Form auf^{1,12}. Auf der plantodorsalen Schrägaufnahme kann er mit einem Os tibiale externum verwechselt werden¹. Verschmelzungen mit dem Calcaneus sollen häufig sein^{12,40}. Durch Beschränkung der Pronations- und Supinationsfähigkeit soll eine erhöhte Neigung zur Knickfußentwicklung bestehen⁴¹. Eine Übersicht über die in der Literatur verfügbaren Prävalenzangaben

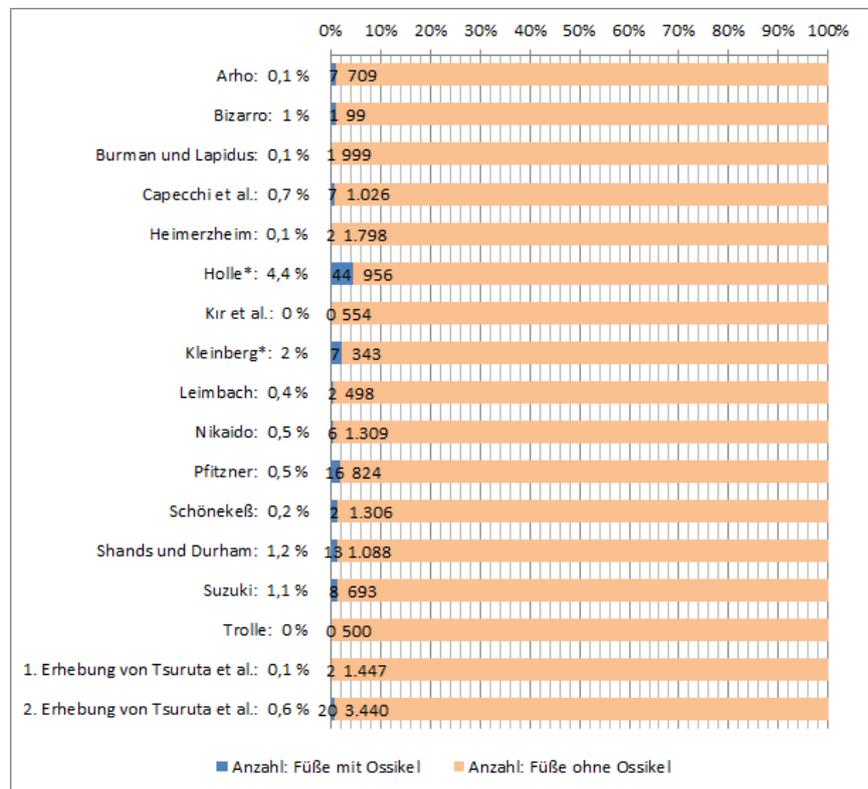


Diagramm 16: Fußprävalenz des *Calcaneus secundarius* in der Literatur^{3,4,7,8,11,12,13,14,15,26,30,31,37,39,40,41,42,43}

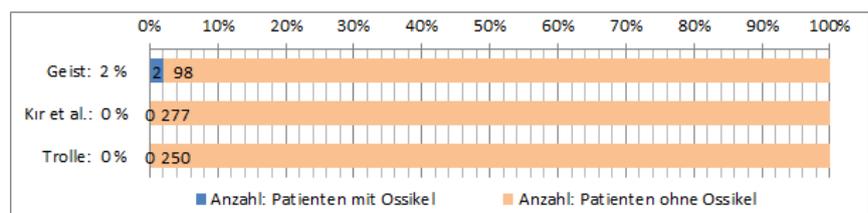


Diagramm 17: Patientenprävalenz des *Calcaneus secundarius* in der Literatur^{15,26,38}

ist in Diagramm 16 und Diagramm 17 aufgeführt. Holle (im Diagramm mit * markiert) schloss synostosierte Fälle mit ein.

Marti fand einen sicheren und einen unsicheren Fall bei Beobachtung eines Krankenguts über den Zeitraum von 18 Monaten³⁴. Mann untersuchte aus historischen Gräbern stammende Calcanei auf Hinweise für das Vorliegen eines *Calcaneus secundarius*²⁴. Bei Cilli et al., Coskun et al., Matsui, Longo et al. und Vasiljević et al. wird der Knochen nicht erwähnt^{2,20,23,25,28}.

Bei unserer eigenen Auswertung ergaben sich bez. der Diagnosestellung keine besonderen

Schwierigkeiten (vgl. Abb. 16). Dadurch, dass in den meisten Fällen zusätzlich zur Schrägaufnahme auch ein a.p.-Bild vorlag, ergaben sich auch keine Schwierigkeiten bez. der Abgrenzung gegenüber einem Os tibiale externum.

Im Rahmen unserer eigenen Auswertung ergaben sich 110 positive Befunde bei 3.881 auswertbaren Fällen (Fußprä-



Abb. 16: Calcaneus secundarius

valenz 2,86 %). Leider wurde die zu untersuchende Region bei 264 Datensätzen nicht ausreichend miterfasst (vgl. S. 21, Variablennummer 5), sodass die Gesamtzahl der auswertbaren Aufnahmen im Vergleich zu anderen Varianten geringer ist.

Akzessorische Skelettelemente im Bereich des lateralen Fußwurzelrandes

Erstbeschreibung

Hinsichtlich der Erstbeschreibung des Os peroneum wird in der Literatur Andreas Vesalius als Erstbeschreiber genannt und dass er diesen Knochen Mitte des 16. Jahrhunderts erstbeschrieben hätte^{9,12,43,53}. Hierbei existieren die Jahresangaben 1543 und 1555, die sich aus unterschiedlichen Ausgaben seines Werkes ergeben. Auch die Erstbeschreibung des Os vesalianum wird in diesen Zeitraum datiert^{6,12}. Auch gab Neiss an, dass Vesalius den Knochen erst 1553 erwähnen und dass er in der Ausgabe von 1543 fehlen würde⁹. Diese Behauptung konnten wir unter Studium der ersten Auflage von Vesals Werk aus dem Jahr 1543 widerlegen, in der der Knochen bereits an derselben Stelle aufgeführt wird³³.

In der uns zur Verfügung stehenden Kopie der Erstauflage von Vesals Werk „De humani corporis“ von 1543 finden sich 3 Zeichnungen, die die Verhältnisse am lateralen Cuboidrand darstellen. Auf der ersten Zeichnung (Abb. 17) befindet sich in der plantaren Ansicht die Struktur eher an der Spitze des Os metatarsale V, in der dorsalen Ansicht liegt der Knochen weiter medial einer deutlicher ausgeprägten Tuberositas ossis metatarsi V. Vesals Beschreibung lautete „Ossiculum ad externum articulationis latus abvium, quo pedii os, parvo praepositum digito, ossi cubum experimenti committur“ (Ossikulum an der Außenseite des Gelenks zwischen dem Metatarsalknochen vor dem kleinen Zeh und dem Cuboid)³³. Baas-

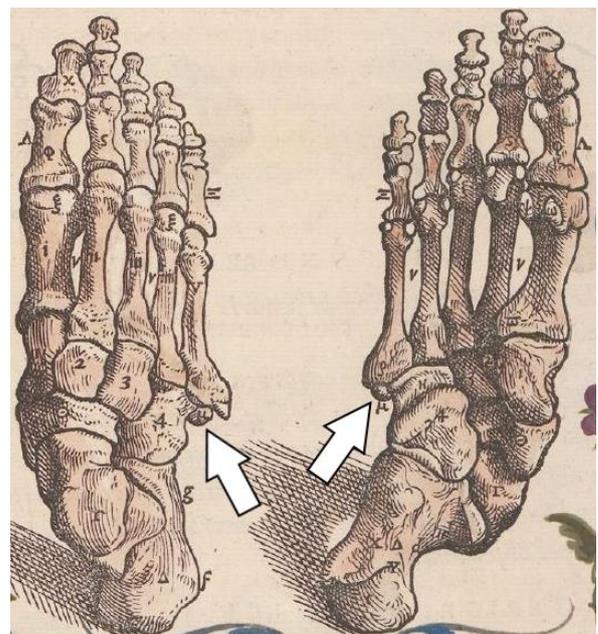


Abb. 17: 1. Zeichnung Vesals zur Anatomie des Fußskeletts (Blick von dorsal und plantar)³³

trup verglich den Befund der dorsalen Darstellung mit einem zu weit distal liegenden Os peroneum⁵⁴.

Die beiden anderen Zeichnungen stellen Übersichtszeichnungen des gesamten knöchernen Skeletts dar. Aus der einen Darstellung wird aufgrund von Schattierungen des gezeichneten Bodengrundes die Lage nicht ganz klar (Abb. 18), auf der anderen Skizze erkennt man den Knochen am distalen Ende des lateralen Cuboidrandes, allerdings ohne direkte Beziehung zum Os metatarsale V (Abb. 19). Die Bezeichnung für beide Zeichnungen lautet „Ossicula notatur sesamina“ (gekennzeichnetes sesambeinartiges Ossikulum)³³.

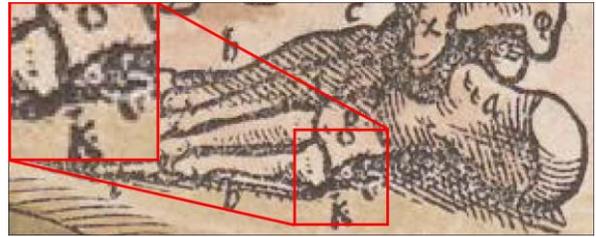


Abb. 18: 2. Zeichnung Vesals zur Anatomie des Fußskeletts (Blick von lateral)³³



Abb. 19: 3. Zeichnung Vesals zur Anatomie des Fußskeletts (Blick von lateral)³³

Pfützner bezog sich dann 1892 auf Vesals Skizze und überlegte, ob das Os peroneum Anlass zum Einzeichnen des Ossikels am lateralen Fußrand gegeben haben könnte. Er schloss dies jedoch mit zwei Begründungen aus: dass der gezeichnete Knochen distal der Eminentia obliqua des Os cuboideum läge und dass Vesal an anderer Stelle bei Greisen von einem Sesambein des Fußes in der Peroneussehne spräche. Er entschloss sich dann, den von Vesal gezeigten Befund „der Kürze wegen als Os vesalianum“ zu bezeichnen⁵⁵. 1896 brachte Pfützner dann Beobachtungen Grubers von persistierenden Epiphysen des Os metatarsale V (s. S. 44) trotz unterschiedlicher anatomischer Lagen mit der Zeichnung Vesals in Zusammenhang. Er ging davon aus, dass das Os vesalianum vom Os metatarsale V assimiliert werde. Er schrieb wörtlich, „dass ein assimiliertes Skelettstück zu einer Epiphyse wird, und zwar zu einer inkonstanten Epiphyse, zu einer Epiphyse, die im Begriffe steht, eliminiert zu werden“¹². Ab diesem Zeitpunkt ist schließlich von drei Befunden im Bereich zwischen dem lateralen Cuboidrand und dem proximalen Ende des Os metatarsale V die Rede:

- dem Os peroneum, das am **posterolateralen** Ende der Eminentia obliqua des Cuboids in enger Beziehung zur Sehne des M. peroneus longus liegen soll
- dem Os vesalianum, das am **anterioren** lateralem Rand des Os cuboideum liegen und mit dem proximalen Ende des Os metatarsale V artikulieren soll
- einer persistierenden Epiphyse des Os metatarsale V

6) Os peroneum

Saraffian bemerkte lt. Coughlin, dass die Struktur immer vorkäme, jedoch teils in Form von Knorpel, Faserknorpel oder eben verknöchert¹⁹. Anatomische Studien unterstützen diese These anhand einer hohen Prävalenz von unverknöcherten Sesambeinen⁵. Die Größe ist ausgesprochen variabel, Pfitzner fand Durchmesser von 2,5 bis 15 mm¹².

Siecke nannte eine Patientenprävalenz von 20,3 % bei 305 Patienten, ohne die Zahl der Patienten mit Os peroneum zu nennen⁵³. Arho gab eine Fußprävalenz von 8,3 % an, nannte aber die genaue Gesamtzahl der untersuchten Füße nicht ($n \leq 1.074$)³¹. Die Fallzahl- und Prävalenzangaben von Kır et al. sind für das Os peroneum nicht zu verwenden. Die Summe aus Geschlechterfallzahl stimmt nicht mit den Summen aus

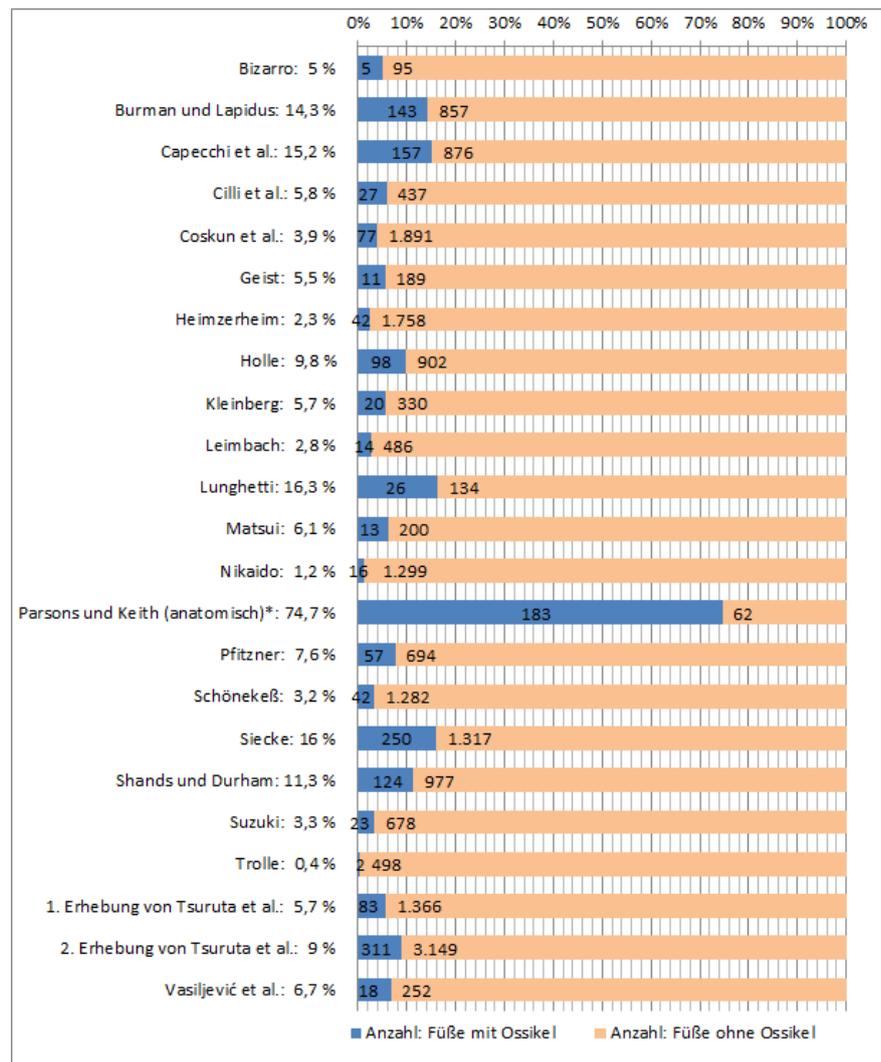


Diagramm 18: Fußprävalenz des Os peroneum in der Literatur^{2,3,4,5,7,11,12,13,14,15,20,25,28,30,32,37,38,39,40,41,42,43,53}

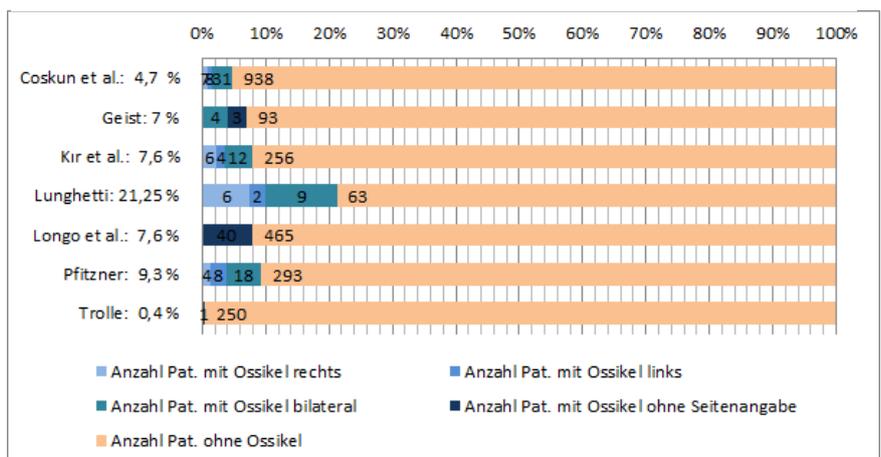


Diagramm 19: Patientenprävalenz des Os peroneum in der Literatur^{2,12,15,23,26,32,38}

seitenspezifischer Auswertung und der Gesamtsumme überein²⁶. In Diagramm 18 und Diagramm 19 sind die Prävalenzangaben aus der Literatur aufgeführt.

Siecke und Lunghetti bemerkten eine Zunahme der Prävalenz mit steigendem Alter, die mit dieser Beobachtung im Zusammenhang stehen könnte^{32,53}. Lunghetti kritisierte Pfitzners Präparationsmethode mittels Mazeration. Er ging davon aus, dass die Prävalenz des Os peroneums höher ist als dessen Angabe. Lunghetti selbst mikroskopierte Teile der Sehne und mazerierte diese nicht. Auch hatte er prozentual einen höheren Anteil von über 50-Jährigen in seiner Studienpopulation³². Trolle fand im Rahmen seiner histoembryologischen Untersuchungen einen einzigen Fall eines hyalin präformierten Os peroneums, das komplett in die M. peroneus longus-Sehne eingebettet lag¹⁵.

Siecke betonte, dass das Os peroneum im Gegensatz zu anderen akzessorischen Elementen durch Verkalkung und Verknöcherung innerhalb der Peroneussehne entstehe. Er beobachtete eine Prävalenzzunahme im Alter und fand bei Kindern zwischen 10 und 14 Jahren keinen Fall eines Os peroneum unter 134 Füßen⁵³. Gestützt wird seine Hypothese durch die Arbeiten von Benjamin et al., die einen hohen Anteil von Faserknorpel (mit dem Potential zur enchondralen Ossifikation) in der Sehne des M. peroneus longus im Bereich der Gleitfläche am Cuboid nachwiesen^{17,56}. Zur Differenzialdiagnose gab Siecke an, dass die Abgrenzung von einem möglichen „Os vesalianum bzw. einer persistierenden Apophyse“ leicht falle, da echte Ossa peronea keine breite Kontaktfläche zum Os metatarsale V aufweisen würden⁵³. Shands und Durham erwähnten, dass distal gelegene Befunde nahe des Os metatarsale V nur sehr schwer von einem Os vesalianum abgrenzbar seien⁴³.

Es zeigten sich bei unserer Auswertung v.a. Schwierigkeiten, distal gelegene Befunde von möglichen Ossa vesalianii abzugrenzen (s.u.). Neben ausgesprochen prominenten Befunden (Abb. 20) zeigten sich öfter dezente Befunde (Abb.

21), bei denen unklar war, ob diese bereits als Os peroneum zu werten waren. Auffällig waren auch gebogene Ossikel, die in ihrer Morphologie nicht wie andere akzessorische Knochen aussahen (Abb. 22). Dies führten wir auf den mutmaßlichen Entstehungsmechanismus (Ossifikation entlang des Sehnenverlaufs des M. peroneus longus) zurück (vgl. Siecke, Benjamin et al.)^{17,53}.



Abb. 20: Prominentes Os peroneum



Abb. 21: Sehr dezenter Befund in typischer Lage eines Os peroneum



Abb. 22: Gebogene Ossikel entlang des Sehnenverlaufs des M. peroneus longus

Wir konnten initial 1.104 Ossa peronea in unserem Patientenkollektiv finden. Dadurch, dass im Rahmen der Os vesalianum-Auswertung einige wenige vermeintliche Ossa vesalianii doch als zusätzliches oder eigenständiges Os peroneum eingeschätzt wurden, stieg die Gesamtzahl auf 1.111 positive Befunde bei insgesamt 4.897 auswertbaren Füßen (Fußprävalenz 22,15 %). Der Anteil der zwei- oder mehrgeteilten Befunde war mit 22,9 % aller positiven Befunde relativ hoch.

7, 8) Os vesalianum und die persistierende Apophyse des Os metatarsale V

Ein Verweis auf den von Vesal beschriebenen Knochen tauchte lt. Neiss bis zu Pfitzners Publikation in der medizinischen Literatur zuletzt 1751 durch Böhmer auf. Dann wurde er bis 1892 nicht mehr erwähnt⁹. Spronck beschrieb 1887 den Fall eines knorpeligen Ossikels, das sowohl mit dem Cuboid als auch dem Os metatarsale V artikuliert. Dieses fand er bei einem 2-jährigen Mädchen mit Kiefer-Gaumen-Spalte und Polydaktylien an Füßen und Händen⁵⁴. 1875 und 1885 publizierte Gruber Arbeiten über die persistierende Apophyse des Os metatarsale V. Er fand bei der anatomischen Untersuchung von 2.127 Metatarsalia V in den Sammlungen seines Instituts 6 Fälle einer isolierten oder nur teilweise verwachsenen Epiphyse des Os metatarsale V⁵⁷. Wie zuvor beschrieben (S. 41) brachte Pfitzner diesen anatomischen Sachverhalt dann mit Vesals Zeichnung in Verbindung. Der Begriff Os vesalianum bezog sich zwar auf Vesals Zeichnung, erhielt jetzt jedoch eine neue Bedeutung, im Sinne eines „apophysären Os vesalianums“¹². Auch Baastrup ging von einem solchen Sachverhalt aus und stellte hierzu einen Vergleich mit den Halsrippen her, die sich zu den Epiphysen der Halswirbel entwickeln würden⁵⁴. Diese wissenschaftliche Sichtweise basiert auf der sog. Wanderungstheorie, nach der Ossikel mit unterschiedlichen angrenzenden Knochen fusionieren oder auch frei vorliegen können.

Entsprechend dem Evolutionsverständnis der damaligen Zeit sahen einige Forscher inkonstante Skelettelemente als Atavismen an und so fasste man das Os vesalianum als Hinweis auf einen fünften oder gar sechsten („Postminus“) Tarsalknochen (neben den Ossa cuneiformia und dem Cuboid) auf, wie er bei einigen Reptilien und Amphibien noch vorkommt und beim Menschen sich dann im Embryonalstadium als knorpelige Vorstufe zeigen könnte^{8,58,59}. Trolle fand in seinen histologischen Studien allerdings keine hyalinen Knorpelvorstufen eines Knochens im Bereich des proximalen Endes der Apophyse des Os metatarsale V¹⁵.

Baastrup beschrieb bereits zwei Arten von Epiphysen des Os metatarsale V: eine kleine schalenförmige und eine größere basal aufsitzende Epiphyse. Er ging davon aus, dass es sich bei der letzteren Variante jeweils um Ossa vesalianii handelt⁵⁴.

Anfang des 20. Jahrhunderts erschienen mit zunehmender Verbreitung der Röntgendiagnostik

Publikationen, die von gefundenen Ossa vesalianii berichteten. Gelinsky berichtete von einem beidseitigen Befund bei einem 15-jährigen Jungen, Baastrup von vier Fällen⁵⁴. Die in Baastrups Publikation gezeigten Fälle entsprachen alle persistierenden Apophysen, teils imponierten sie auch wie Frakturen. Schouwey und de Cuveland konnten dann zeigen, dass es sich bei diesen Befunden um Ossifikationsinseln der bis dahin nur knorpelig vorliegenden Apophyse der Tuberositas ossis metatarsi V bei Jugendlichen handelt. Diese treten regulär auf und präsentieren sich bei späteren Kontrolluntersuchungen normalerweise vollständig verknöchert und mit dem Os metatarsale V verbunden^{59,60}.

De Cuveland konnte dann anhand radiologischer Verlaufsuntersuchungen bei Jugendlichen zeigen, dass es drei Apophysentypen gibt: Der häufige Typ 1 und die selteneren Typen 2 und 3: Bei Typ 1 handle es sich um eine wandständige Form am lateralproximalen Teil des Os metatarsale V, eine sog. Schalenapophyse. Der apophysäre Spalt verlief hier parallel zum Schaft des Os metatarsale V und artikuliere nicht mit dem Os cuboideum. Typ 2 beschreibt eine Form, bei der das Zentrum die gesamte Tuberositas umschließt und epiphysenähnlich aussieht. Beim Apophysen-Typ 3 umschließt das Zentrum nur den Fortsatz der Tuberositas. De Cuveland distanzierte sich jedoch nicht davon, selbstständig verbliebene Apophysen als Os vesalianum zu bezeichnen⁵⁹. Keiner der von ihm oder Baastrup gezeigten Befunde glich dem bei Vesal dargestellten Befund.

Da bis 1964 kein radiologisches Korrelat zu Vesals Zeichnung publiziert worden war, mutmaßte Neiss, dass das Vesal'sche Os vesalianum nicht existiere und Vesal es in seine Zeichnung als „Schutzmarkierung“ eingebaut hätte, um mögliche Plagiatoren überführen zu können⁹. Holle setzte sich ebenfalls differenziert mit der Frage nach der Existenz des Os vesalianum auseinander. Er analysierte die Beschreibungen der Struktur bei Vesal, Gruber, Spronck, Pfitzner, Gelinsky, Lilienfeld, Iselin und Schouwey. Er selbst fand unter den Röntgenaufnahmen von 1.000 gesunden Füßen keinen einzigen Befund, der dem Vesals entsprach, lediglich spangenförmige Apophysen bei Kindern im Alter von 12 und 14 Jahren. Er betonte die große Variabilität der Tuberositas ossis metatarsi V und dass es in dieser Region beim Erwachsenen ausschließlich seltene Fälle von persistierenden Epiphysen, Ossa peronea und sowie von Frakturen gäbe¹¹.

Eine grundlegende Frage ist, ob man als Os vesalianum auch persistierende Apophysen bezeichnen möchte. Im Rahmen dieser Arbeit werden als Os vesalianum im engeren Sinne nur Befunde entsprechend Vesals Os vesalianum („Vesal'sches Os vesalianum“) bezeichnet und persistierende Apophysen („apophysäres Os vesalianum“) als solche.

Bei unserer radiologischen Bildauswertung mussten gemäß den Ergebnissen der Literaturlauswertung v.a. die eben genannten Apophysentypen und ein Os peroneum voneinander abgegrenzt

werden. Letzteres läge weiter proximal und nicht direkt im Winkel zwischen Cuboid und Os metatarsale V. Auch projiziert sich das Os peroneum in der a.p.-Aufnahme in der Regel über das Os cuboideum^{4,5}. Das Os peroneum liegt im Faserverlauf des Musculus peroneus longus. Gemäß Brossmann et al. liegt das Os vesalianum in den Ausläufern des Musculus peroneus brevis. Bei Betrachtung von dessen Faserverlauf ist dieser Befund jedoch eher mit dem Befund einer persistierenden Apophyse vereinbar⁷. Andere Beziehungen zu Sehnen oder Muskeln wurden für das Os vesalianum nicht beschrieben.

Daneben müssen natürlich auch Abrissfrakturen des proximalen Os metatarsale V und entzündliche Veränderungen abgegrenzt werden. Eine Sonderform stellt die 1912 von Iselin beschriebene Entzündung der Apophyse des Os metatarsale V dar, die bei sportlich aktiven Jugendlichen zwischen dem 10. und 20. Lebensjahr auftritt^{61,62}. Im Röntgenbild imponiert die Erkrankung als vergrößerter, diffus zersplitterter Knochenkern am proximalen Ende des Os metatarsale V⁶².

Prävalenz der persistierenden Apophyse des Os metatarsale V

Nach wie vor finden sich in der Literatur überwiegend Publikationen, die die persistierenden Apophysen als Os vesalianum bezeichnen. Demnach basieren auch die meisten Prävalenzangaben zum Os vesalianum auf dieser Annahme:

Bei den Studien von Arho, Bizarro, Cilli et al., Coskun et al., Geist, Heimerzheim, Kleinberg, Longo et al., Marti, Pfitzner, Trolle und Vasiljević et al. kann davon ausgegangen werden, dass sie die Prävalenz von persistierenden Apophysen erhoben haben^{2,12,15,20,23,25,31,34,37,38,39,40}. Dies wird aus Schemazeichnungen, Beispielröntgenbildern oder Textbeschreibungen jeweils deutlich. Bei Kır et al. lässt sich die Lage aus der Grafik nicht ausreichend gut erkennen und im Text wird nur von einem sehr seltenen Knochen neben der Tuberositas ossis metatarsi V gesprochen, so dass auch hier davon ausgegangen werden kann, dass die Autoren nach persistierenden Apophysen suchten²⁶. Shands und Durham zeigten in einer Schemazeichnung eine „Extra-Epiphyse“, die eine Schalenapophyse darstellt und ein Os vesalianum, was jedoch eher einer Typ 2- oder Typ 3-Apophyse als einem Vesal'schen Os vesalianum entspricht⁴³.

Trolle fand im Rahmen seiner histoembryologischen Studien keine eigenständige hyaline Knorpelanlage, sondern nur scheinbare Eigenständigkeiten, die sich in späteren Schichten als Teil der Tuberositas ossis metatarsi V herausstellten¹⁵.

Übersichten der Publikationen, die die Prävalenz eines apophysären Os vesalianum erhoben haben, sind in Diagramm 20 und Diagramm 21 aufgeführt.

Der von Geist beschriebene Fall stammt von einer 12-Jährigen, wobei es sich vermutlich um eine reguläre jugendliche Apophyse handelt³⁸. Interessanterweise wird in der 1. Erhebung von Tsuruta et al. noch von einer persistierenden Apophyse als Os vesalianum ausgegangen, während sich die zweite Studie mit dem Vesal'schen Os vesalianum auseinandersetzte^{13,14}. Holle schloss aus den Ergebnissen seiner eigenen Recherche, dass das Os vesalianum nicht existiert¹¹.

Hinsichtlich des Vorlie-

gens einer persistierenden Apophyse fanden sich nach unserem ersten Auswertungsdurchgang 65 Verdachtsfälle von 60 Patienten. 9 Fälle von Jugendlichen (8 Typ I-Schalenapophysen, einen Mischfall aus Typ II und Typ III) schlossen wir aus der Prävalenzerhebung aus.

Eine eindeutige, persistierende Typ I-Apophyse, die im Aussehen der Schalenapophyse im Jugendalter entsprach, konnten wir nicht nachweisen. Stattdessen fanden wir 15 Verdachtsfälle (Abb. 23). Diese wiesen alle schalenförmige Verschattungen im Bereich der Schalenapophyse auf, waren jedoch oft wenig gut begrenzt, nur wenig strahlendicht und wirkten teils ausgefranst. Insgesamt erschienen uns diese Fälle eher wie Verkalkungen im Sehnenansatz des M. peroneus

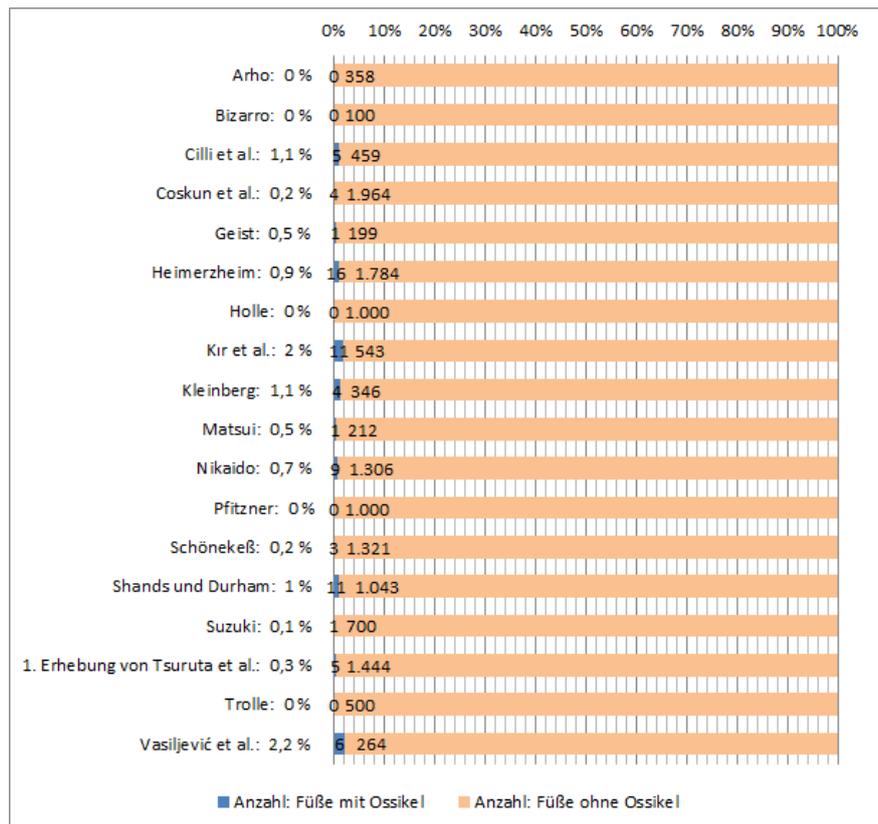


Diagramm 20: Fußprävalenz eines apophysären Os vesalianum in der Literatur^{2,4,11,12,13,15,20,25,26,28,30,31,37,38,39,40,42,43}

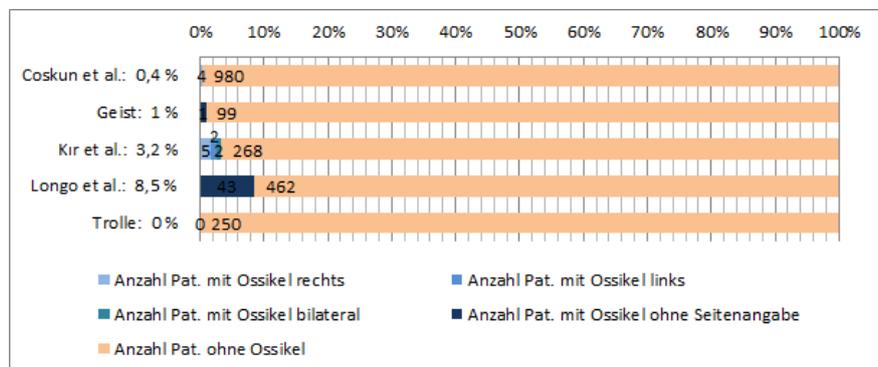


Diagramm 21: Patientenprävalenz eines apophysären Os vesalianum in der Literatur^{2,15,23,26,38}

brevis.

Ferner fanden wir 3 Fälle, bei denen es sich eindeutig um eine persistierende Typ II-Apophyse handelte (Abb. 24). Im Rahmen der Auswertung bez. möglicher persistierender Apophysen waren dies die prominentesten Befunde, die wir bei Erwachsenen nachweisen konnten.



Abb. 23: Verdachtsfall einer Typ I-Apophyse



Abb. 24: Verdachtsfall einer Typ II-Apophyse

Bei den Typ III-Apophysen zeigte sich eine ähnliche Konstellation wie bei den Typ I-Apophysen: Wir fanden 18 Verdachtsfälle (Abb. 25). Es zeigten sich, der Spitze der Os metatarsale V-Apophyse aufsitzende, rundliche bis dreieckige, wenig röntgendichte Strukturen mit einer Größe von etwa 2 x 2 mm.



Abb. 25: Verdachtsfall einer Typ III-Apophyse

Bei den übrigen Verdachtsfällen handelte es sich um diffuse Verkalkungen, die jedoch in Lage und Form weder einen Ossikel noch einer der beschriebenen Apophysenformen glichen. Basierend auf unseren Funden (36/4.979) ermittelten wir eine Fußprävalenz von 0,71 %.

Prävalenz des Vesal'schen Os vesalianum

Eine kleine Zahl von Prävalenzstudien setzte sich tatsächlich mit dem Vesal'schen Os vesalianum auseinander und zog eine klare Abgrenzung von persistierenden Apophysen: Leimbach diskutierte, inwieweit das Os vesalianum mit der fibularen Epiphyse des Metatarsale V übereinstimmt, kam aber zu keiner klaren Entscheidung und fand auch keinen der beiden Fälle unter 500 Fußaufnahmen (Fußprävalenz 0 %) ⁴¹. Capecchi et al. setzten sich ebenfalls ausführlich mit dem Thema auseinander und konnten beide Fälle nachweisen. Die von ihnen publizierten Röntgenaufnahmen von Ossa vesalianii zeigen Befunde, die der Vesal'schen Abbildung sehr nahe kommen. Sie fanden 3 Fälle unter 964 Röntgenbildern (Fußprävalenz 0,3 %) ⁸. Burman und Lapidus grenzten eine Apophyse ebenfalls vom Os vesalianum ab und gingen nach ihrer Literaturrecherche davon aus, dass es kein Os vesalianum gäbe und dass es ggf. ein weit distales Os peroneum sein könne. Sie fanden keinen Befund unter 1.000 Röntgenbildern von 596 Patienten (Fuß- und Patientenprävalenz 0 %) ³. Tsuruta et al. suchten in ihrer zweiten Studie zum einen nach persistierenden Apophysen. Sie fanden 56 Fälle bei erwachsenen Patienten. Zum anderen fanden sie auch Ossa vesalianii. Ein publiziertes Röntgenbild zeigte in der Tat einen Befund, der Vesals Darstellung nahe kommt. Sie berichteten von einer Prävalenzangabe von 0,1 %, basierend auf 4 Funden bei erwachsenen Patienten. Die genaue Zahl der erwachsenen Patienten ist nicht ersichtlich,

die gesamte Studienteilnehmerzahl betrug 3.460 Patienten¹⁴.

Bei unseren eigenen Erhebungen hatten wir nach dem ersten Auswertungsdurchgang insgesamt 42 Verdachtsfälle gefunden. Im zweiten Auswertungsschritt ergaben viele Verdachtsfälle dann einen anderen Befund, wie z. B. kleine Exostosen, winzige Kalkschollen, Dichteschwankungen des Weichteilgewebes und Projektionsartefakte (Abb. 26). Übrig



Abb. 26: Projektionsartefakt im Bereich der mutmaßlichen Lage des Os vesalianum



Abb. 27: Verdachtsfall eines Os vesalianum mit Lage im Faserverlauf des M. peroneus longus (entspricht distalem Os peroneum)

blieben 13 Verdachtsfälle. All diese Befunde wiesen eine eindeutige knöcherne Struktur im Winkel zwischen Os cuboideum und der Basis des Os metatarsale V auf. Bei 10 Fällen konnte man anhand der Form des Knochens und des angrenzenden Os cuboideums eindeutig sehen, dass es sich dabei schlichtweg um distal gelegene Ossa peronea handelt. Oft waren sie leicht gewölbt, sodass der Faserverlauf des M. peroneus longus anhand des Knochens gut nachvollzogen werden konnte. Es verblieben 3 Datensätze, die jeweils in gesuchter Lage eindeutig knöcherne Strukturen aufwiesen.

Der erste Fall stammte von einer 61-jährigen Frau, bei der sich am linken Fuß ein 4 x 3 mm großes Ossikel leicht distal des Sulcus des Os cuboideum darstellt (Abb. 28). Die Röntgenaufnahme erfolgte bei Verdacht auf Hallux valgus, was sich nicht bestätigte. Auch sonst wies die Aufnahme bis auf geringgradige Arthrosezeichen keine Pathologien auf. Vergleichsaufnahmen von anderen Aufnahmezeitpunkten oder der Gegenseite lagen nicht vor. Da es



Abb. 28: 1. Fall eines Ossikels mit Lage gemäß Vesals plantarer und dorsaler Darstellung

nicht direkt mit dem Os metatarsale V zu artikulieren scheint, diskutierten wir, ob es sich nicht auch hierbei um ein etwas distal gelegenes Os peroneum handeln könnte.

Der zweite Fall stammte von einer 73-jährigen Frau. Die Röntgenaufnahme erfolgte aufgrund eines Ulcus am linken Fuß (Abb. 29). Das Ossikel wies die gesuchte Lage auf, artikuliert mit Cuboid und Os metatarsale V und war von 10 x 5 mm Größe. Eine Untersuchung der Gegenseite lag uns innerhalb des Untersuchungszeitraums nicht vor. Außerhalb unseres Untersuchungszeitraums (im Jahr 2010) erfolgte jedoch auch ein Röntgenbild der rechten Seite,



Abb. 29: 2. Fall eines Ossikels mit Lage gemäß Vesals plantarer und dorsaler Darstellung

wo sich ein Ossikel in ähnlicher Lage darstellt. Gemäß der Ausrichtung des Ossikels und der Anatomie des Cuboids, könnte auch dieses Ossikel in der Sehne des M. peroneus longus liegen.

Der dritte Fall stammte von einer 57-jährigen Frau (Abb. 30). Die Aufnahme erfolgte aufgrund des Verdachts auf das Vorliegen einer rheumatoiden Arthritis, was sich anhand des Radiologiebefundes so nicht bestätigte. Am linken Fuß lag ein 10 x 6 mm großes Ossikel in typischer Lage vor, das mit dem Cuboid und Os metatarsale V artikuliert. In der a.p.-Aufnahme ist die Ausrichtung des Knochens entlang des Faserverlaufs des M. peroneus longus gut nachzuvollziehen. Die Gegenseite zeigt ein proximal gelegenes, ähnlich großes und geformtes Os peroneum.



Abb. 30: 3. Fall eines Ossikels mit Lage gemäß Vesals plantarer und dorsaler Darstellung

9) *Os tibiale externum*

(Synonyme: *accessory scaphoid*, *accessory navicular*)

Das Os tibiale externum ist ein akzessorischer Fußknochen, der am medioproximalen Rand des Os naviculare liegt. Er wurde erstmalig 1605 von Bauhin beschrieben^{7,15,39}. Es besteht eine enge Beziehung zum M. tibialis posterior. Pfitzner und Bareither wiesen den eigenständigen Knochen innerhalb dieses Sehnenendes mehrfach nach^{12,63}. In der Literatur fanden sich zusätzlich Diskussionen darüber, ob es eine Assoziation zwischen Os tibiale externum und dem Vorliegen eines Plattfußes gibt^{3,38}.

Capecchi et al. nahmen auf eine in Italien erschienene Monographie Bezug, in der der Autor Abbo vier Typen von Ossa tibialia externa unterschied. Diese Klassifikation hat sich nicht durchgesetzt. Die momentan gängige Einteilung stammt lt. Capecchi et al. ursprünglich von Sitenko, die der von Abbo in den Grundzügen jedoch ähnelt⁷.

Sie unterscheidet folgende Subformen:

- Typ 1: ein vom Os naviculare unabhängiger Knochen unterschiedlicher Größe, der komplett verknöchert ist
- Typ 2: klare Verbindung zum Os naviculare, das Ossikel ist jedoch von diesem noch klar zu unterscheiden
- Typ 3: Naviculare cornutum (ein Os naviculare mit prominenter, nach proximal reichender Medialfläche), das, so die Annahme, aus einem verschmolzenem Os tibiale externum entstanden ist
- Typ 4: rein knorpelig vorliegendes Os tibiale externum

Unabhängig von dieser Klassifikation wertete Mygind im Jahr 1953 Daten von 173 Os naviculare-Trägern aus und kam zum Ergebnis, dass 30 % der Knochen rund, 60 % dreieckig und 10 % irregulär geformt waren. Die runden Knochen waren weiter vom Os naviculare entfernt, die dreieckigen näher und deren Kontakt zum Os naviculare erinnerte an einen Epiphysenspalt⁶⁴. Zadek

und Gold führten Röntgen-Nachuntersuchungen bei 8 Kindern (14 Os tibiale-externum-Fälle) ein bis acht Jahre nach Erstdiagnose durch. In fünf Fällen war es zur kompletten, in drei Fällen zur teilweisen und in sechs Fällen zu keiner Fusion zwischen Os tibiale externum und Os naviculare gekommen¹⁸.

In aktuellen Quellen findet man dann eine Zusammenführung der eben beschriebenen Ergebnisse^{1,19,21,63}. Es werden teils römische und teils arabische Zahlen zur Nomenklatur verwendet. Dabei wird Typ 1 als rundes, kleines Ossikel von 2-3 mm Größe beschrieben, das in der distalen Partie des M. tibialis posterior eingebettet und bis zu 5 mm vom Os naviculare entfernt sei. Typ 2 sei dreieckig oder herzförmig und mit dem Os naviculare über eine 1-2 mm dicke Bindegewebsplatte verbunden. Typ 3 entspricht weiterhin dem Os naviculare cornutum. Typ 4 findet keine weitere Erwähnung mehr.

Sella et al. unterschieden die zwei Subtypen a und b vom Tibiale externum Typ II. Die Zuordnung erfolgt in Abhängigkeit des S.O.T.-Winkels (synchondrosis ossicle talar angle), der in der Lateral-Aufnahme bestimmt werden kann. Typ IIa soll v.a. Zug-, Typ IIb v.a. Scherkräften unterliegen. In der a.p.-Aufnahme lassen sich jedoch auch stark unterschiedliche S.O.T.-Winkel nicht gut voneinander abgrenzen⁶⁵. Coughlin führte die Typen I, IIA, IIB und III dann in einer Skizze mit je drei Beispielen auf¹⁹. Huang et al. und Coskun et al. werteten entsprechend dieser 12 Beispiele dann ihre Befunde aus^{21,66} (vgl. Diagramm 22 und Diagramm 23).

Bez. der Beurteilung der Ergebnisse der Prävalenzstudien ist es wichtig zu beachten, ob ein Na-

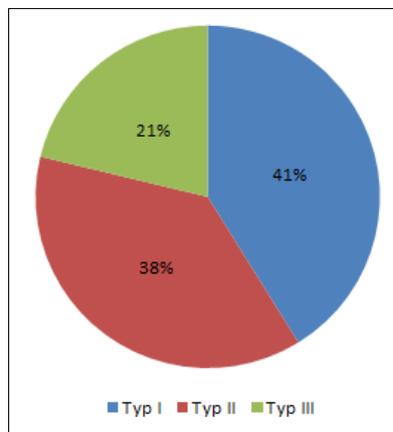


Diagramm 22: Prozentuale Verteilung der gefundenen Os tibiale externum-Typen bei Huang et al.²¹

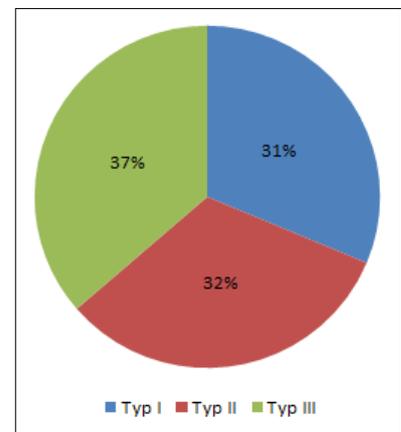


Diagramm 23: Prozentuale Verteilung der gefundenen Os tibiale externum-Typen bei Coskun et al.⁶⁶

viculare cornutum in die Auswertung mit einbezogen wurde. Pfitzner schloss es explizit aus der Auswertung aus¹². In den Studien von Bizarro, Burman und Lapidus, Geist, Heimerzheim, Kleinberg, Leimbach, Lunghetti und Tsuruta et al. (1. Erhebung) wurde explizit von isolierten Ossikeln gesprochen, sodass das Naviculare cornutum vermutlich nicht mit in die Auswertung einbezogen wurde^{3,13,32,37,38,39,40,41}.

Auch Shands und Durham sprachen von isolierten Ossikeln. Aufgrund uneindeutiger Angaben ließ sich die exakte Prävalenz jedoch nicht ermitteln (zwischen 35 und 37 Ossikel bei 404 bis 410 untersuchten Füßen)⁴³. Arho bezifferte die Fußprävalenz mit 6,4 %, die Gesamtzahl der untersuchten Füße bleibt aber unklar ($n \leq 1.074$)³¹.

Bei den Studien von Cilli et al., Kir et al., Longo et al. und Vasiljević et al. wurde das Os naviculare cornutum nicht erwähnt, sodass es auch in diesen Studien tendenziell eher nicht enthalten ist^{20,23,25,26}.

Arho, Capecchi et al., Coskun et al., Holle, Huang et al., Sugano und Trolle bezogen ein Naviculare cornutum in ihre Auswertung ein^{7,11,15,21,29,31,66}.

Den Studien in japanischer Sprache (Matsui, Nikaido, Suzuki, 2. Erhebung von Tsuruta et al.) konnten Angaben zu diesem Spezialthema nicht entnommen werden^{4,14,28,30}.

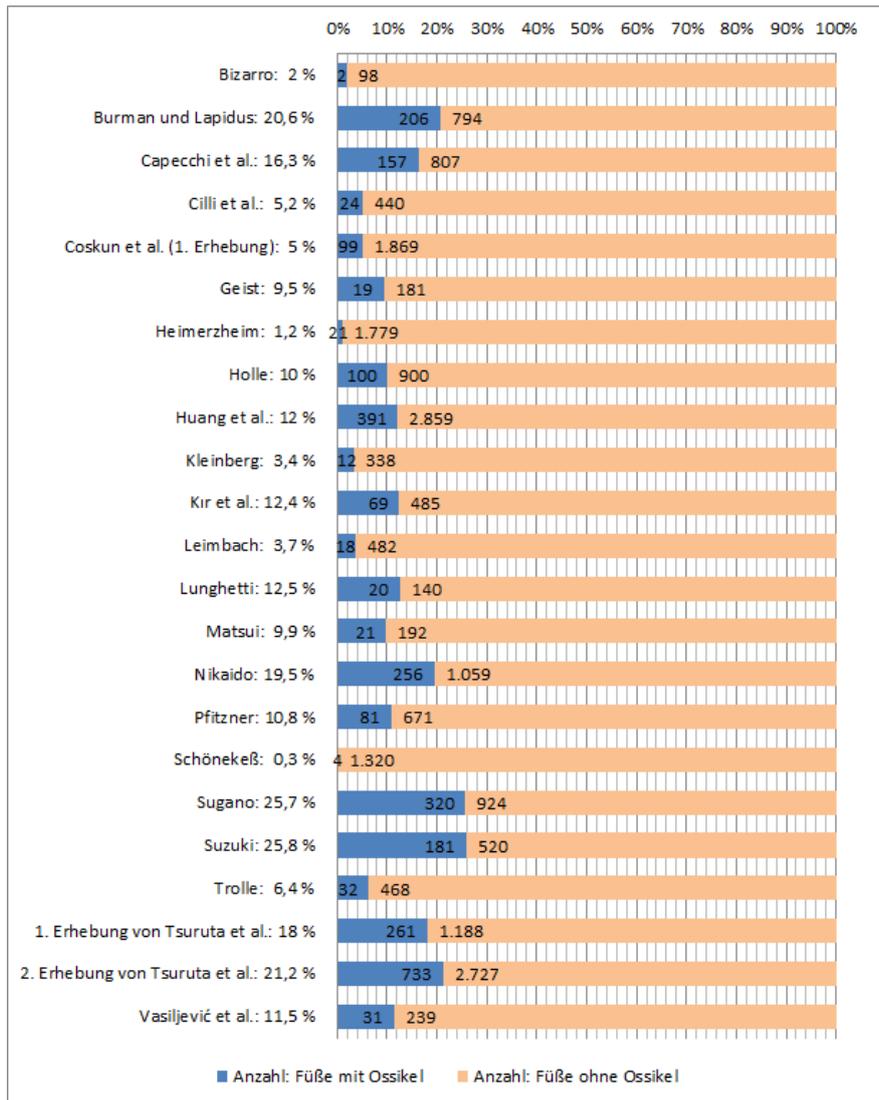


Diagramm 24: Fußprävalenz des Os tibiale externum in der Literatur^{3,4,7,11,12,13,14,15,20,21,25,26,28,29,30,32,37,38,39,40,41,42,66}

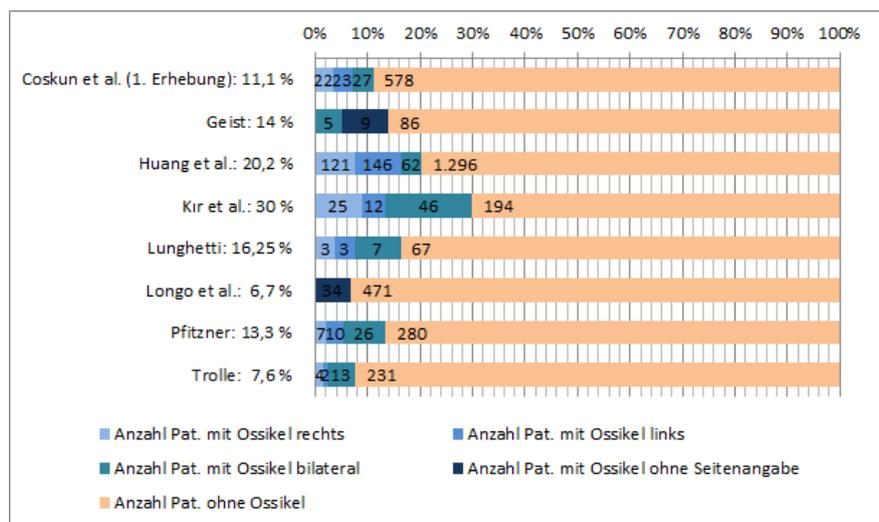


Diagramm 25: Patientenprävalenz des Os tibiale externum in der Literatur^{12,15,21,23,26,32,38,66}

der Literatur dargestellt.

Trolle untersuchte nicht nur das Vorkommen des Os tibiale externum an Föten, sondern auch das Vorkommen eines Fortsatzes am Os naviculare, der Richtung Os tibiale externum weist. In 28 % der Fälle fand er einen eindeutigen Fortsatz, bei der Untersuchung der Füße von Neugeborenen durch den Autor bestätigte sich diese Zahl¹⁵.

Capecchi et al. konnten in einer eigenen Publikation über den Knochens eine Abhängigkeit der Prävalenz vom Alter erkennen (deutliche Prävalenzzunahme ab dem 40. Lebensjahr)⁶⁷. Bei Huang et al. trat eine ähnliche Abhängigkeit bis zum 60. Lebensjahr auf und war dann wieder etwas rückläufig²¹.

Coskun et al. kamen in einer gesonderten Erhebung anhand von 72 Os naviculare-Fällen (von 650 untersuchten Patienten) auf das folgende Verteilungsmuster: Typ I: 3,3 %, Typ II: 3,1 %, Typ III: 4,6 % (jeweils basierend auf den 650 Fällen)⁶⁶.

Die differenzierteste Auswertung stammt von Huang et al. Diese Arbeitsgruppe untersuchte 3.250 Füße von 1.625 Patienten im Alter zwischen 14 und 96. Neben der Klassifikation gemäß der Beispiele Coughlins („modifizierte Coughlin-Klassifikation“) wurde auch geschlechts- und seitenspezifisch ausgewertet und nach Altersgruppen sortiert. Das Os tibiale externum trat am häufigsten in der Altersgruppe der 51-60-Jährigen auf (Patientenprävalenz 29,7 %)²¹.

Während unserer eigenen Auswertungen zeigte sich schnell, dass die „modifizierte Coughlin-Klassifikation“, wie sie von Huang et al. und Coskun et al. angewendet wurde, für die radiologische Auswertung kaum geeignet ist. Es traten Konstellationen aus Größe, Form und Abstand zum Os naviculare auf, die sich entweder mehreren oder keiner Subkategorie zuordnen ließen. Wie es zur Verwendung der wenig intuitiven Subkategorien durch Huang et al. und Coskun et al. kam, kann nur angenommen werden: Sella et al. stellten in der tibiofibuläre Seitenaufnahme unterschiedliche S.O.T.-Winkel bei verschiedenen Ossa tibialia externa von Typ II fest und führten die Untertypen A und B ein. Diese Einteilung hat allerdings vornehmlich eine biomechanische Relevanz. Coughlin übernahm dann diese Untertypen und führte zu allen Typen und Untertypen Beispiele auf, allerdings in a.p.-Projektion. Dass diese Beispiele eine weitere Kategorisierung darstellen, gibt Coughlin nicht an. Coskun et al. und Huang et al. gingen dann jedoch vermutlich genau davon aus und klassifizierten die radiologischen Befunde dementsprechend. So entstanden die Unterkategorien a bis c.

Für unsere eigene Auswertung waren die alten, von Abbo, Sitenko und Mygind definierten Kategorien deutlich besser zur Zuordnung geeignet. Bei der großen Gruppe der eigenständig, komplett losgelöst vom Os naviculare vorliegenden Ossikel, konnten Abstand vom Os naviculare,

Größe und Form deutlich variieren.

Statt all diese Ossikel in einer Kategorie einzusortieren, unterteilten wir diese mittels des objektiv bestimmbaren Parameters Durchmesser in kleine und große Ossikel (>3 mm Durchmesser). Diese benannten wir für unsere Auswertung als Fall A (kleine Ossikel) (Abb. 31) und Fall B (große Ossikel) (Abb.



Abb. 31: Os tibiale externum Fall A



Abb. 32: Os tibiale externum Fall B

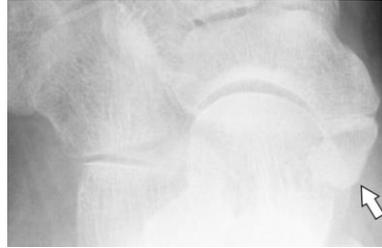


Abb. 33: Os tibiale externum Fall C



Abb. 34: Os tibiale externum Fall D (Naviculare cornutum)

32). Der von Mygind beschriebene Fall, der an einen Epiphysenspalt erinnere, ließ sich eindeutig zuordnen (Fall C) (Abb. 33) als auch das Naviculare cornutum (Fall D) (Abb. 34). Die mittels Random intercept-Modell ermittelten Fußprävalenzdaten sind in Diagramm 4 auf S. 28 dargestellt. Für Fall A und B lag ein höherer Anteil an mehrgeteilten Befunden vor (18,1 % und 16,9 % aller Funde).

10) *Os intermetatarseum*

Spricht man vom Os intermetatarseum, wird im Allgemeinen auf ein Ossikel zwischen den Metatarsalbasen I und II auf der Dorsalseite des Fußes verwiesen. Dessen knorpelige Präformierung soll 1852 von Gruber entdeckt worden sein^{8,11,12}. Pfitzner gab an, dass es teilweise mit dem Cuneiforme mediale, Metatarsale I oder Metatarsale II synostosiert. Er stellte fest, dass es beim flüchtigen Durchpräparieren leicht übersehen wird. Bei Nachpräparationen konnte er 2,2 % bzw. 3,6 % (mit „Verschmelzungen“) Fälle zusätzlich finden. Pfitzner erwähnte zusätzlich eine Publikation von Gruber, der unter 100 Leichen 15 Fälle gefunden habe (7-mal beidseits, einmal einseitig, entsprechend einer Fußprävalenz von 7,5 %)¹².

Tokmakoff fand den Knochen bei 14 von 50 Leichen jeweils bilateral und betonte, dass er in der Mehrzahl der Fälle mit dem Cuneiforme mediale in Verbindung stehe⁶⁸. Faber ermittelte anhand einer radiologischen Studie eine Prävalenz von 1,2 % (anhand der Angaben ist unklar, ob Fuß- oder Patientenprävalenz). Auch Faber konnte in der radiologischen Befunderhebung neben den Intermetatarseum-Funden in 150 von 1.000 Fällen eine fortsatzartige, intermetatarsal gelegene Verlängerung am Cuneiforme mediale feststellen⁶⁹.

Die weiteren Prävalenzangaben finden sich in Diagramm 26 und Diagramm 27.

Bei Kleinberg und Lunggetti fand der Knochen keine Erwähnung^{32,40}. Bei Vasiljević et al. und Schönekeß wurde der Knochen in der Publikation genannt, ohne eine Fallzahlangabe zu erwähnen^{25,42}. Geist fand unter 100 Fällen kein einziges Intermetatarsium und zeigte sich überrascht, da Dwight die Prävalenz mit etwa 10 % beziffert haben soll³⁸. Die anatomische Studie von Tokmakoff wurde an Leichen von Erwachsenen durchgeführt, Henderson führte eine radiologische Erhebung durch^{68,70}.

Erwähnenswert erscheint bei unserer eigenen Auswertung die Zahl von 69 nicht auswertbaren Fällen, bei denen eine starke Gefäßkalzinose im Intermetatarsalraum keine klare Aussage erlaubte. Je nach Ausprägung kann diese ein Os intermetatarsium vortäuschen. Am ehesten entspricht dieser Befund dem orthograd getroffenen Abgang der A. plantaris profunda von der A. dorsalis pedis (Abb. 35).

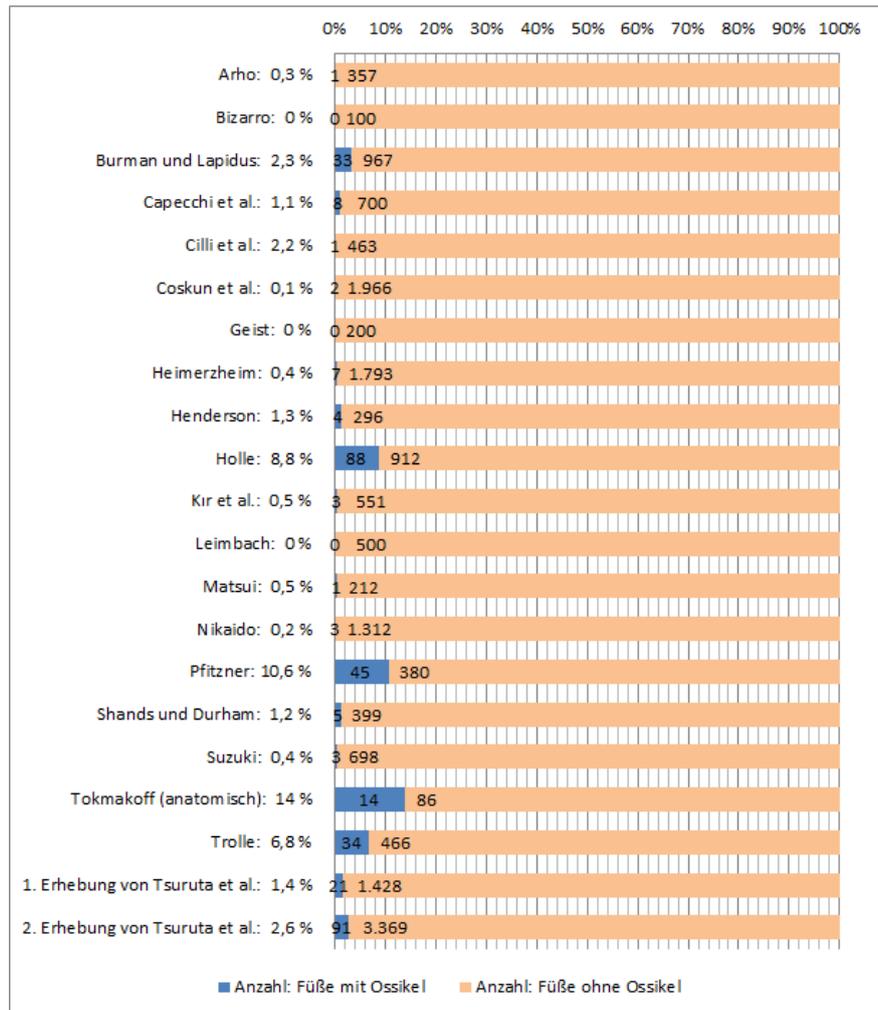


Diagramm 26: Fußprävalenz des Os intermetatarsium in der Literatur^{2,3,4,8,11,12,13,14,15,20,26,28,30,31,37,38,39,41,43,68,70}

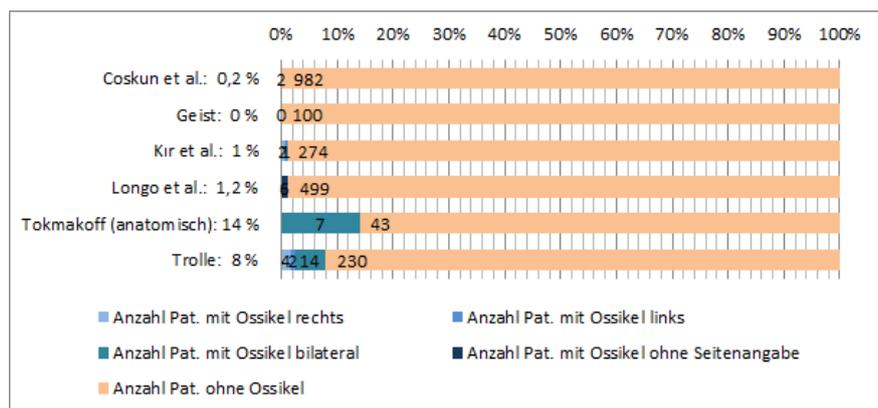


Diagramm 27: Patientenprävalenz des Os intermetatarsium in der Literatur^{2,15,23,26,38,68}

Auch sahen wir Befunde von Ossa intermetatarsalia, die mit den angrenzenden Ossa metatarsalia verbunden waren. Eine ganze Reihe von Befunden mit sehr dezenten rundlichen Verschattungen im proximalen Intermetatarsalspalt ordneten wir



Abb. 35: Orthograd getroffener Abgang der kalifizierten A. dorsalis pedis



Abb. 36: Prominentes Os intermetatarseum in typischer Lage

nicht als Os intermetatarseum ein. Diese könnten jedoch möglicherweise knorpelige Ossa intermetatarsalia darstellen. Unter 4.081 auswertbaren Fällen konnten wir 224 Fälle nachweisen (Fußprävalenz 5,47 %) (Abb. 36).

Seltene akzessorische Skelettelemente

Eigens ermittelte und literaturbasierte Summenprävalenzangaben

Die von uns ermittelte Fußprävalenz sowie die gewichteten Summenprävalenzen der Literaturauswertung sind in Diagramm 28 dargestellt.

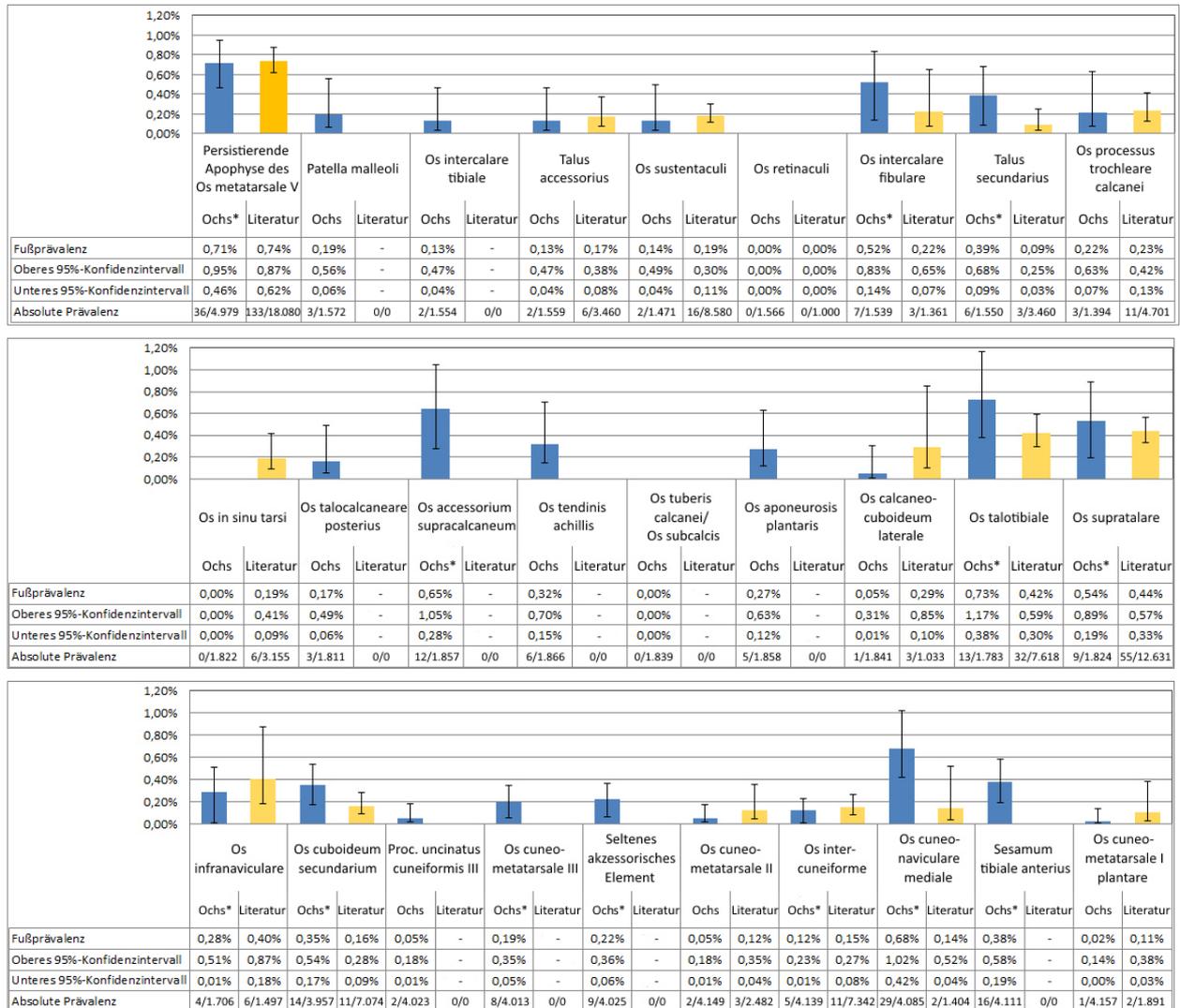


Diagramm 28: Eigens anhand von Verdachtsfällen ermittelte Fußprävalenz (in blau) sowie die literaturbasierte gewichtete Summenprävalenz (in gelb) der seltenen Ossikel mit 95 %-Konfidenzintervall

Die mit * markierten Prävalenzen und Konfidenzintervalle wurden mittels Random intercept-Modell und Bootstrapping errechnet. Die anderen Prävalenzen wurden mittels Division (Füße mit Ossikeln/Gesamtzahl der Füße) ermittelt und dann das Konfidenzintervall nach Wilson errechnet. Die dargestellten Prävalenzen beziehen sich auf die von uns gefundenen Verdachtsfälle. Die letztendlichen Beurteilungen dessen, ob man von der Existenz eines Ossikels ausgehen muss, sind im Diskussionsteil dargestellt (S. 93 ff.).

Akzessorische Skelettelemente im Bereich des Innenknöchels

11) Patella malleoli

Erstbeschrieben wurde der Knochen lt. Capecchi et al. 1942 von Giraudi⁷. Er soll im Gegensatz zu den anderen Ossikeln dieser Region nicht kaudal des medialen Malleolus, sondern lateral dessen liegen. Waschulewski gab jedoch an, bereits 1941 eine Patella malleoli am Malleolus lateralis beschrieben zu haben, die dann von Köhler und Zimmer in ihrer Arbeit „Grenzen des Normalen“ fälschlicherweise auf den Malleolus medialis projiziert worden sei. Waschulewski berichtete sodann 1972 einen weiteren (lateralen) Fall, schloss jedoch eine traumatische Genese nicht aus⁴⁸.

Radiologisch zeigten Capecchi et al. in ihrer Arbeit zwei Fälle eines medialen Befundes ohne explizite Angabe einer untersuchten Gesamtzahl (Prävalenzangabe 0,14 %). Eine traumatische Genese hielten auch sie für gut möglich⁷. In anderen Prävalenzerhebungen zu akzessorischen Fußknochen wurde die Patella malleoli weder erfasst noch erwähnt^{2,3,4,11,12,13,14,15,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}.

Wir fanden bei unserer Erhebung drei mögliche Befunde am medialen Malleolus. Bei zweien lag das Ossikel für eine Patella malleoli zu weit kaudal, für ein Os subtibiale jedoch untypisch weit kranial (Abb. 37). Der dritte, am weitesten kranial gelegene Befund, zeigte eine Verbindung zur Tibiakortikalis (Abb. 38), genau wie in einem von Capecchi et al. beschriebenen Fall. Wertet man diese 3 Befunde als Patella malleoli, ergäbe sich anhand von 1.572 auswertbaren Fällen eine Fußprävalenz von 0,19 %. Es ist am wahrscheinlichsten, dass es sich bei unseren ersten beiden Befunden um Ossa subtibialia handelt und der dritte Befund das Resultat eines älteren Traumas darstellt. Eine eindeutige Patella malleoli konnten wir nicht nachweisen.



Abb. 37: Verdachtsfall einer Patella malleoli



Abb. 38: Verdachtsfall einer Patella malleoli (weit kaudal gelegen)

12) Os intercalare tibiale

Dieser Knochen soll 1953 von Zimmer entdeckt worden sein, zwischen Malleolus medialis und Talus liegen und an dieser Stelle im a.p.-Bild des OSG sichtbar werden. Entsprechend der Lage muss dieser Knochen intraartikulär bzw. in der Gelenkkapsel liegen. Capecchi et al. fanden nur einen einzigen Fall ohne Angabe der untersuchten Gesamtzahl (Prävalenzangabe 0,07 %)⁷. Tsuruta et al. erwähnten den Knochen in der ersten Erhebung nicht, führten ihn in der Folgeerhebung in einer Übersichtsskizze auf, berichteten aber selbst von keinem Fund^{13,14}. In anderen

Publikationen wird das Os intercalare tibiale nicht erwähnt, auch nicht in Brossmanns Übersichtsarbeit^{1,2,3,4,11,12,15,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}.

Wir fanden zwei mögliche Befunde in entsprechender Lage. Der erste zeigte zwei winzige, rundlich bis ovale, röntgendichte Körper mit 1 x 1 und 1 x 2 mm Durchmesser (Abb. 39). Der zweite Befund war ebenso typisch gelegen und mit 3 mm Durchmesser etwas größer (Abb. 40). Beide Befunde stellen sich im Seitbild im Schatten der distalen anterioren Tibiavorderkante sichtbar dar. Bei reiner Betrachtung des Seitbil-



Abb. 39: 1. dezenter Verdachtsfall eines Os intercalare tibiale



Abb. 40: 2. dezenter Verdachtsfall eines Os intercalare tibiale

des würde man ein Os talotibiale dorsale differenzialdiagnostisch in Betracht ziehen. Die ermittelte Fußprävalenz lag anhand von 1.554 auswertbaren Datensätzen bei 0,13 %.

13) *Talus accessorius*

Dieser Knochen wurde von Pfitzner 1896 erstmalig beschrieben. Er fand ihn im Rahmen seiner anatomischen Untersuchungen einmal und hielt ihn für ein zuvor abgebrochenes und nicht synostosiertes Malleolarfragment¹². Im a.p.-Röntgenbild ist er unterhalb der medialen Talusgelenkfläche sichtbar^{1,7,12}. Capecchi et al. fanden ihn in 3 Fällen (Prävalenzangabe 0,22 %) ohne Angabe der Anzahl von untersuchten Füßen. Sie betonten, dass der Knochen aufgrund der geringen Größe leicht übersehen werden kann. Der Talus accessorius sei vom Os subtibiale abzugrenzen, das etwas weiter kranial läge sowie vom Os sustentaculi, das kaudaler neben dem Sustentaculum tali zu finden sei⁷. O’Rahilly führte die beiden sogar als Synonyme voneinander auf¹⁰. Tsuruta et al. fanden in ihrer 2. Erhebung den Talus accessorius in 6 von 3.460 Fußröntgenbildern (Fußprävalenz 0,2 %), in der ersten Erhebung findet er keine Erwähnung^{13,14}. Holle fragte sich, ob es sich bei Pfitzners Fund um ein Os subtibiale gehandelt haben könne. Er nannte keine selbst ermittelte Prävalenz¹¹. Suzuki erwähnte den Knochen, setzte ihn jedoch synonym mit dem Talus secundarius (s. S. 63) und berichtete von keinen Funden³⁰. In anderen Prävalenzerhebungen zu akzessorischen Fußknochen wurde der Talus accessorius weder erfasst noch erwähnt^{2,3,4,15,20,23,25,26,28,31,34,37,38,39,40,41,42,43}.

In der Literatur findet sich ferner ein Fallbericht von Reinhardt, der bei einem 39-Jährigen an der distal medialen Kante des Malleolus medialis ein bohnen großes Ossikel fand. Die Begrenzungen vom Malleolus medialis und dem Knochenstück zeigten eine deutliche Kongruenz. Ein Trauma schloss der Autor jedoch aus und diagnostizierte einen Talus accessorius⁷¹.

Einen wirklich eindeutigen Fall konnten wir innerhalb von 1.559 auswertbaren Fällen nicht identifizieren, jedoch zwei Fälle, die einem Talus accessorius entsprechen könnten. Im ersten Fall sah man ein Ossikel in richtiger Lage, allerdings mit einer Fraktur des OSGs in der Vorgesichte (ähnlich wie im von Capecchi et al. beschriebenen Fall) (Abb. 41). Im zweiten Fall erschien auch ein Os subtibiale möglich, da die Tibiaaußenkante recht weit nach kaudal reichte (Abb. 42). Daneben gab es noch grenzwertige Fälle, die wir als Überlagerungsartefakte oder Ossa subtibialia einschätzten. Bei Klassifikation der beiden Verdachtsfälle als Talus accessorius ergäbe sich eine Fußprävalenz von 0,13 %.



Abb. 41: 1. möglicher Fall eines Talus accessorius



Abb. 42: 2. möglicher Fall eines Talus accessorius

14) *Os sustentaculi*

Erstbeschrieben wurde das Os sustentaculi durch Pfitzner. Es grenzt an den hinteren oberen Bereich des Sustentaculum tali sowie an das Collum tali¹². Am deutlichsten sichtbar ist es gemäß dieser Lage in der a.p.-Aufnahme des OSG.

Pfitzners anatomische Erhebungen brachten sechs Fälle zu Tage, wobei der Knochen nur in zwei Fällen eigenständig vorlag (Prävalenz < 1 %), sonst war er mit dem Sustentaculum tali „verschmolzen“. Eine Zahl der untersuchten Füße gab er für dieses Ossikel nicht an. Auch im Rahmen der Eigenständigkeit bestand noch eine knorpelige Verbindung mit dem Calcaneus¹². Tsuruta et al. fanden in der ersten Erhebung 2 Fälle unter 1.449 Füßen (Fußprävalenz 0,1 %) und in der zweiten Erhebung positive Befunde unter 9 von 3.460 Fußaufnahmen (Fußprävalenz 0,3 %) ^{13,14}. Kir et al. fanden unter 277 Patienten und Shands und Durham unter 1.101 Fuß-Röntgenaufnahmen jeweils kein einziges Os sustentaculi^{26,43}. Nikaido fand 3 Fälle unter 1.315 untersuchten Füßen (Fußprävalenz 0,2 %) und Suzuki 2 Fälle unter 701 untersuchten Fußaufnahmen (Fußprävalenz 0,3 %) ^{4,30}. Capecchi et al. ermittelten aus 6 Fällen eine Prävalenz von 0,44 %, ohne eine Gesamtzahl der untersuchten Füße zu nennen⁷. Holle fand im Rahmen seiner Untersuchung von 1.000 Füßen mehrere Verdachtsfälle, die lt. Autor alle von dreieckiger Form waren und im hinteren Abschnitt des Sustentaculum tali lagen. Er errechnete eine Fußprävalenz von 1,5 %, gab aber auch an, dass nur „in zwei Fällen ein solches als wahrscheinlich angenommen werden“ müsse¹¹. Marti fand in einem Beobachtungszeitraum von 18 Monaten kein einziges und gab an, dass es auch an den Universitäts-Röntgeninstituten von Basel, Bern und Zürich nicht gefunden worden sei³⁴. Trolle fand keine eigenständige embryonale Knorpelanlage dieses Knochens¹⁵. Hasselwander konnte im Sustentaculum tali histoembryologisch keinen eigenen Knochenkern nachweisen, wie beispielweise beim Proc. trochlearis calcanei⁷². Vasiljević et al.

erwähnten den Knochen, berichteten aber keine Fälle²⁵. In anderen Prävalenzstudien wird der Knochen nicht erwähnt^{2,3,20,23,28,31,37,38,39,40,41,42}.

Wir selbst fanden zwei relativ eindeutige Fälle, von denen einer allerdings von einem Fuß mit Softcast- oder Gipsverband stammt, sodass es sich auch um ein Artefakt handeln könnte (Abb. 43). In sechs weiteren Fällen waren in der a.p.-Aufnahme an der richtigen Position durchaus Verdichtungen sichtbar, allerdings immer im Rahmen von

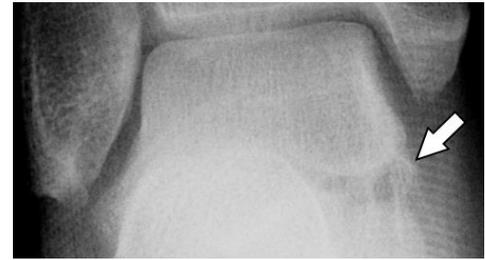


Abb. 43: Verdachtsfall eines Os sustentaculi

Projektionsüberlagerungen von Talus und Calcaneus, sodass ein Überlagerungsartefakt oder ein kleiner Verkalkungsherd als Diagnose ebenso wahrscheinlich schienen. In unserer eigenen Auswertung konnten wir die verhältnismäßig hohen Prävalenzangaben der anderen Autoren nicht bestätigen. Die beiden eindeutigen Fälle ergaben bei einer Anzahl von 1.471 Fällen eine Fußprävalenz von 0,14 %.

Akzessorische Skelettelemente im Bereich des Außenknöchels

15) Os retinaculi

Dieser Knochen wurde von Gruber als lamellärer Knochen beschrieben und danach von Giraudi in einem Fall radiologisch und mikroskopisch als voll ausgeprägter Knochen nachgewiesen. Er liegt lateral der unteren Fibulakante⁷. Tsuruta et al. führten den Knochen in einer Übersichtszeichnung der zweiten Publikation auf, machten aber selbst in beiden Publikationen keine Angabe zu Funden^{13,14}. Capecchi et al. konnten zwei Fälle finden, von denen einer allerdings nur mäßig röntgendicht erschien⁷. Der andere zeigte eine stielartige Verbindung zum Malleolus lateralis. Capecchi et al. nahmen selbst an, dass es sich bei letzterem Element um einen in jungem Alter dislozierten Kortikalisspan handeln könnte, der sich dann selbstständig weiterentwickelt hat. Eine Angabe zu den untersuchten Fällen geben sie bei diesem Ossikel nicht, jedoch dürfte sich die Fallzahl im Bereich der Angabe beim Os subtibiale bewegen (1.361 Füße)⁷. Holle fand unter 1.000 radiologisch untersuchten Füßen keinen einzigen Fall (Prävalenz 0 %)¹¹. Trolle erwähnte den Knochen, berichtete jedoch keine histoembryologischen Funde¹⁵. Andere Prävalenzstudien nannten dieses Ossikel überhaupt nicht^{2,3,4,12,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,42,43}. Die zwei von Waschulewsk erwähnten Fälle einer Patella malleoli beziehen sich auf den Malleolus lateralis, sodass man, der Nomenklatur von Capecchi et al. folgend, diese auch als Fallberichte von Ossa retinaculi einordnen müsste (s. S. 58)⁴⁸.

Wir fanden unter 1.566 auswertbaren Füßen zwei Befunde, die wir als mögliche Ossa retinaculi einschätzten. Bei einem 57-jährigen Patienten mit mäßiggradiger Arthrosis deformans sahen wir

eine schwach röntgendichte 6 x 6 mm große Verschattung, die einem Os retinaculum entsprechen könnte (Abb. 44). Bei einem 38-Jährigen projizierte sich eine ovale 3 x 1 mm große Verschattung auf das laterale Fibulaende, sodass es sich hier ggf. um ein Os retinaculi, jedoch auch um eine kleine verdichtete Kompaktinsel handeln könnte (Abb. 45). Der zweite Fall entspricht, ignoriert man die Überlagerung, noch am ehesten dem oval-schalenförmigen Befund von Waschulewski. Letztlich war jedoch keiner dieser Befunde so eindeutig, dass wir mit ausreichender Sicherheit das Vorliegen eines Os retinaculi konstatieren konnten. Auch unterschieden sich unsere Befunde von den von Capecchi et al. gezeigten morphologisch deutlich. Die von uns ermittelte Prävalenz lag somit bei 0 %.



Abb. 44: Verschattung im Bereich der Lage Os retinaculi (nicht als solches gewertet)



Abb. 45: Weitere Verschattung im Bereich der Lage Os retinaculi (nicht als solches gewertet)

16) *Os intercalare fibulare*

Dieser Knochen soll lt. Capecchi von Güntz entdeckt und von Zimmer wiederentdeckt worden sein⁷. In der Originalpublikation von Güntz beschrieb dieser ein Os subfibulare, was erst in leicht gedrehter Fußstellung im Röntgenbild sichtbar wurde, jedoch kein neues Ossikel⁷³. Es handelt sich um einen Knochen, der im Gelenkspalt zwischen Talus und Fibula in a.p.-Aufnahmen des OSG sichtbar wird. Capecchi et al. fanden 3 asymptomatische Fälle unter 1.361 Fußaufnahmen (Fußprävalenz 0,2 %), wovon ein Fall zwei Ossikel zeigte. Sie vermuteten einen intraartikulär liegenden Knochen, betonten allerdings auch, dass (zumeist symptomatische) freie intraartikuläre Gelenkkörper eine mögliche Differenzialdiagnose darstellen⁷. Tsuruta et al. führten den Knochen in einer Übersichtszeichnung auf, Funde berichteten sie jedoch in beiden Publikationen keine^{13,14}. In anderen Prävalenzstudien wird der Knochen nicht erwähnt^{2,3,4,11,12,15,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}.

Wir selbst konnten unter 1.539 auswertbaren Fällen insgesamt 7 Fälle nachweisen. In zwei Fällen könnte eine Verbindung zur Fibula bestehen, in einem Fall kam differenzialdiagnostisch ein Talus secundarius infrage. Auch sahen wir einen Fall mit



Abb. 46: Verdachtsfall von zwei Ossa intercalare fibulare



Abb. 47: Größter nachweisbarer Verdachtsfall eines Os intercalare fibulare

zwei Ossa intercalare fibulare nebeneinander (Abb. 46). Der größte nachweisbare Befund zeigte ein 5 x 3 mm großes Ossikel (Abb. 47). Statistisch ergab sich eine Fußprävalenz von 0,52 %.

17) *Talus secundarius*

Erstbeschrieben wurde dieser Knochen von Pfitzner 1896. Ursprünglich wollte wohl Gruber mit diesem Begriff das Os trigonum bezeichnen. Pfitzner selbst fand einen Fall, hielt die Struktur aber eher für ein „wieder angeheiltes Fragment“¹². Der Knochen soll kaudal des Malleolus lateralis liegen und könne daher leicht mit einem Os subfibulare verwechselt werden. Der Talus secundarius läge jedoch näher am Talus und damit auch ein kleines Stück weiter distal⁷. Capecchi et al. fanden 4 Fälle ohne Angabe einer Gesamtzahl der untersuchten Füße (angegebene Prävalenz 0,3 %) ⁷. Tsuruta et. al. erwähnten den Knochen in ihrer ersten Erhebung nicht und fanden in der zweiten Erhebung unter 3.460 Fußröntgenbildern 3 Fälle mit diesem Knochen (Fußprävalenz 0,1 %) ^{13,14}. Marti erwähnte den Knochen, fand aber in einem Beobachtungszeitraum von 18 Monaten keinen einzigen Befund³⁴. Suzuki erwähnte den Knochen, setzte ihn jedoch mit dem Talus accessorius gleich und berichtete keine Funde³⁰. In anderen Studien wurde dieser Knochen nicht erfasst^{2,3,4,11,15,20,23,25,26,28,31,37,38,39,40,41,42,43}.

Zusätzlich finden sich in der Literatur Fallberichte^{74,75,76,77}. Schlüter präsentierte zwei Fälle, von denen der eine der Lage nach eher einem Os trochleare calcanei entspricht, der andere eher einem Os subfibulare gleicht⁷⁴. Viana beschrieb einen Talus secundarius, der mit dem Talus durch eine Synostose verbunden war⁷⁵. Das in einem Fallbericht von Callanan beschriebene „Os post peronei“ ähnelt in der CT-Morphologie den von Viana und Oliveira präsentierten CT-Bildern des Talus secundarius, sodass Callanans Befund ggf. auch dieses Ossikel zeigt^{75,76,78}. Hahn berichtete von einem symptomatischen Talus secundarius unterhalb des Malleolus lateralis. Die beigefügte radiologische Aufnahme ist aufgrund von Überbelichtung bzw. Kopierqualität nicht gut auszuwerten. Eine differenzialdiagnostische Diskussion, warum es sich nicht um ein Os subfibulare handelt, nimmt der Autor nicht vor⁷⁷.

Zu beachten ist, dass der Begriff Talus secundarius bzw. „secondary astralgus“ vereinzelt in der Literatur auch für ein anderes Ossikel, das Os supratolare, benutzt wird^{10,43,79}.

In den von uns beobachteten 6 von 1.550 auswertbaren Fällen konnten wir die Diagnose stellen, da die Nähe zum Talus etwas ausgeprägter als die zur Fibula war. Letztlich handelte es sich aber um Abwägungsentscheidungen (Abb. 48). In einem Fall kam differenzialdiagnostisch auch ein Os intercalare fibulare in Frage, in einem anderen Fall gab es eine teilweise Überlagerung mit dem lateralen Talus. Bei den als Ossa subfibularia eingeschätzten Befunden hingegen war die Abgrenzung sehr schwer zu treffen (s. S. 34). Es ergab sich eine Fußprävalenz von 0,39 %.



Abb. 48: Möglicher Talus secundarius

18) Os (processus) trochleare calcanei

(Synonym: Calcaneus accessorius)

Pfizzner befasste sich in seiner Arbeit 1896 ausführlich mit dem Proc. trochlearis calcanei. Dieser läge an der lateralen Seite des Calcaneus, „ungefähr senkrecht unterhalb des vorderen Endes der Facies articularis corporis calcanei“ und stelle die Gleitfläche für den M. peroneus longus dar. Die Ausprägung sei ausgesprochen variabel von gänzlich fehlend bis ausgesprochen prominent. Im Rahmen der Wanderungstheorie ging Pfizzner davon aus, dass inkonstante Epiphysen deutliche Hinweise auf ein verschmolzenes, evolutionsgeschichtlich vormals selbstständiges Ossikel darstellen (vgl. S. 44). Aus diesem Grund „reservierte“ er die Bezeichnung „Calcaneus accessorius“ für einen eigenständigen Proc. trochlearis calcanei. Diesen konnte er jedoch nicht nachweisen (Fußprävalenz 0 % bei 415 untersuchten Füßen). Die von ihm anatomisch ermittelte Prävalenz des Proc. trochlearis calcanei lag bei 39,3 % (163 von 415 untersuchten Füßen), ähnlich der von Gruber ermittelten Prävalenz von 39,1 % (176 von 450 Füßen)¹². Hasselwander ging anhand von Studien an Föten davon aus, dass der Processus trochlearis calcanei einen eigenen periostalen Knochenkern besitzt, dieser jedoch nicht immer vorliegt⁷².

Capecchi et al. bestimmten eine Fußprävalenz von 0,22 % (3 Fälle unter 1.361 Füßen)⁷. Schönekeß fand unter 1.324 Röntgenbildern 8 Fälle (Fußprävalenz 0,6 %), Leimbach unter 500 Röntgenbildern kein einziges „Os processus troch. calc.“, Shands und Durham unter 1.101 Röntgenbildern ebenfalls keines (Prävalenz jeweils 0 %)^{41,42,43}. Bizarro erwähnte den „peroneal tubercle“, machte jedoch keine Prävalenzangaben³⁷. Tsuruta et al. führten ein Os trochleare calcanei in einer Schemazeichnung der zweiten Publikation auf, jedoch nicht in einer a.p.-Schemazeichnung des OSGs, sondern inferior des distalen Calcaneusendes in der Grafik einer Vorfuß-Schrägaufnahme. Dies entspräche eher der Lokalisation des Os calcaneocuboideum laterale. Auch mit der Lokalisation des Os trochleae stimmt diese Verortung nicht überein. Einen Fund von diesem so benannten Knochen berichten die Autoren in beiden Erhebungen nicht^{13,14}. Trolle fand in seinen histoembryologischen Studien drei Füße mit hyalinen Knorpelstadien an zwei Embryonen (17.-18. SSW und 18.-19. SSW), darunter einen bilateralen Fall (Fußprävalenz 0,6 %, Patientenprävalenz 0,8 %)¹⁵. Die anderen Prävalenzstudien erwähnten weder Knochen noch Processus^{2,3,4,11,20,23,25,26,28,30,31,34,38,39,40}.

In der Literatur finden sich sonst nur noch einige wenige Fallberichte bei Hirschtick, Uhrbrand und Jensen, Krause und Rouse, Wünschel et al. und Baghla et al.^{80,81,82,83,84}. Diese zeigten sehr ausgeprägte, symptomatische Befunde (z.B. bei Hirschtick ein 21 x 12 x 10 mm großes Ossikel bei einem 5-jährigen Jungen) und wurden alle bei Kindern oder Jugendlichen gefunden. Die von Capecchi et al. beschriebenen Befunde dagegen zeigten relativ kleine, klinisch stumme, röntgen-

dichte Ossikel⁷. In einer Publikation von Schlüter ähneln die Röntgendarstellungen eines beschriebenen Talus secundarius sehr stark dem bei Baghla aufgeführten Befund. Auch Schlüters Fall berichtet von einem 12-jährigen Kind^{74,84}.

In unseren Erhebungen stellte sich leider eine höhere Zahl an Aufnahmen als nicht auswertbar bez. dieser Variante heraus, da die Region entweder nicht abgebildet (97 Fälle) oder der Calcaneus gegenüber der Malleolengabel rotiert (267 Fälle) und so die Region nicht beurteilbar war. Anhand



Abb. 49: Mögliches Os trochleare calcanei



Abb. 50: Os trochleare calcanei (differenzialdiagnostisch: Traumafolge)

von den verbliebenen 1.394 auswertbaren Aufnahmen ergaben sich 9 Verdachtsfälle. Von diesen werteten wir im zweiten Auswertungsschritt 6 Befunde nicht als Os trochleare calcanei (Projektionsartefakte, Verkalkungen, fehlender Anhalt für Eigenständigkeit). Unter den 3 verbliebenen Befunden zeigten 2 einen selbstständig erscheinenden Processus trochlearis calcanei (Abb. 49). Der dritte zeigte ein 8 x 5 mm großes Element in typischer Lage bei einer 75-jährigen Frau, wobei jedoch auch eine traumatische Genese für den Befund infrage kam (Abb. 50). Die ermittelte Fußprävalenz lag bei 0,22 %.

Akzessorische Skelettelemente im Bereich des posterioren und inferioren Talus

19) Os in sinu tarsi

Erstbeschrieben haben soll diesen Knochen Gruber im Jahr 1888 im Sinus tarsi eines Mannes^{7,11,12,15}. Pfitzner ging davon aus, dass es sich bei Grubers Fall um ein Kalkkonkrement gehandelt haben dürfte, wie er sie selbst oft im Bereich von Gelenken, Muskeln und Bursen finden würde. Er selbst berichtete keinen Fall¹².

Holle berichtete, vier Fälle unter 1.000 Fußröntgenbildern gefunden zu haben (Fußprävalenz 0,4 %). Er beschrieb das Os in sinu tarsi als rundliches Ossikel mit einem größten Durchmesser von etwa 3 mm¹¹. Trolle erwähnte den Knochen, berichtete aber von keinen histoembryologischen Funden¹⁵. Capecchi et al. fanden den Knochen zweimal unter 2.155 Aufnahmen (Fußprävalenz 0,09 %). Bei einem Fall waren sich die Autoren aufgrund der vielen Überlagerungen unsicher, beim zweiten lag der Knochen etwas zu weit ventral, war jedoch besser sichtbar. A.p.-Aufnahmen des OSG zum Vergleich zeigten die Autoren keine⁷. Außer bei diesen Autoren wird das Os in sinu tarsi in keiner Prävalenzerhebung genannt^{2,3,4,13,14,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}.

Es existiert in der Literatur ferner ein Fallbericht über ein exzidiertes Ganglion, also eine Synovialzyste des Sinus tarsi, wobei ein Röntgenbild der Region unauffällig war⁸⁵.

Auch wir hatten bei der Auswertung die Schwierigkeit, Überlagerungsartefakte von echten Befunden abzugrenzen. In unserer eigenen Auswertung konnten wir in einem ersten Schritt 7 mögliche Ossikel finden. Einen Fall mit möglichem Os in sinu tarsi schlossen wir aus der Auswertung aus, da in unmittelbarer Nähe zwei Osteosyntheseschrauben befestigt waren, andere Verdachtsfälle erschienen uns als Projektionsartefakte. Weitere mögliche Befunde lagen zu weit ventrokaudal. Ein Befund präsentierte sich sehr eindeutig im Seitbild (Abb. 51). Zufällig lag für diesen Fall auch eine CT-Aufnahme vor, mit der der Befund nicht bestätigt werden konnte, vielmehr lag das Ossikel außerhalb des Sinus. Schlussendlich konnten wir keinen einzigen Fall eines Os in sinu tarsi unter 1.822 Fußaufnahmen nachweisen (Fußprävalenz 0 %).

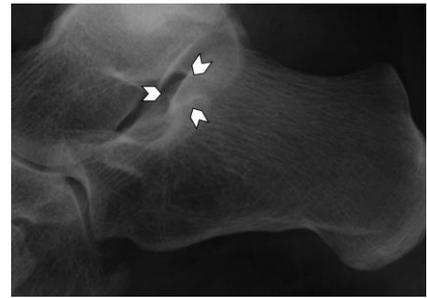


Abb. 51: Scheinbares Os in sinu tarsi, das sich in einer CT-Aufnahme aber als außerhalb des Sinus liegend darstellte

20) *Os talocalcaneare posterius*

Dieser Knochen soll erstmalig von Schnaberth 1939 beschrieben worden sein^{7,15}. In der Originalarbeit berichtete dieser über einen Fall von Osteochondritis dissecans im unteren Sprunggelenk bei einem 15-Jährigen. Das Thema akzessorischer Knochen wird in dieser Publikation nicht besprochen⁸⁶. Wir selbst konnten innerhalb der Literaturrecherche sonst auch nichts über diesen Knochen finden. Er soll nahe des dorsalen Gelenkspaltes zwischen Talus und Calcaneus liegen, etwas weiter ventral als das Os trigonum und in der Projektion nach Anthonen sichtbar sein, die allerdings nicht standardmäßig durchgeführt wird^{1,7,15}. Im Seitbild sei das Os talocalcaneare posterius durch Überlagerungen schwer nachzuweisen¹. Trolle erwähnte den Knochen, berichtete aber keine histomorphologischen Funde¹⁵. Außer bei Capecchi et al. findet der Knochen in anderen Prävalenzstudien keine Erwähnung^{2,3,4,11,12,13,14,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}.

Er soll sonst nur noch bei Ridola erwähnt sein⁷. Capecchi et al. fanden zwei mögliche Fälle ohne Nennung der Anzahl der untersuchten Füße oder einer konkreten Prävalenz⁷.

Wir fanden bei unserer Erhebung insgesamt 3 Fälle unter 1.811 auswertbaren Aufnahmen, die alle in Anbetracht der Strukturüberlagerungen verhältnismäßig gut sichtbar waren (Abb. 52) (Fußprävalenz 0,17 %).



Abb. 52: Os talocalcaneare posterius (differenzialdiagnostisch: Überlagerungsartefakt)

21) *Os (accessorium) supracalcaneum*

Erstbeschrieben wurde dieser Knochen von Schmitt 1938. Schmitt präsentierte Röntgenbilder von einem unilateralen und einem bilateralen Fall⁸⁷. Die von Schmitt gezeigten Befunde zeigen ein eindeutiges, prominentes Ossikel mit röntgendichtem Rand. Dieser Knochen liegt wie das Os trigonum über dem dorsokraniellen Teil des Calcaneus. Er liegt dorsaler und somit weiter vom Talus entfernt als das Os trigonum, mit dem er leicht verwechselt werden kann^{1,7}.

Bei Tsuruta et al. und Nikaido ist der Knochen in einer Übersichtszeichnung aufgeführt, Funde berichteten die Autoren jedoch keine^{4,13,14}. Capecchi et al. fanden den Knochen in 2 Fällen, gaben jedoch keine Prävalenzangabe. Mutmaßlich standen ihnen für diese Erhebung 2.155 Aufnahmen zur Verfügung (Angabe fehlt, entspricht vermutlich aber der des Os trigonum)⁷. Andere Prävalenzangaben finden sich keine^{2,3,11,12,15,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}.

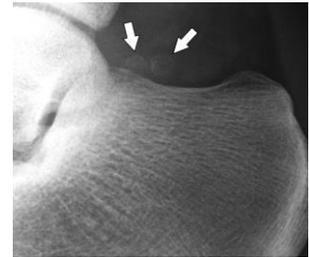


Abb. 53: Zweigeteiltes Os accessorium supracalcaneum

Wir selbst konnten den Knochen durch die gut definierte Lage jeweils relativ eindeutig nachweisen, teils auch zusätzlich zu einem Os trigonum. Unsere Befunde wiesen große Ähnlichkeit zu den Befunden des Erstbeschreibers auf. Insgesamt fanden wir ihn in 12 Fällen, davon in einem Fall zweigeteilt (Abb. 53). Bei 1.857 auswertbaren Aufnahmen ergab sich eine Fußprävalenz von 0,65 %.

Akzessorische Skelettelemente im Bereich des posterioren und inferioren Calcaneus

22) *Os tendinis achillis*

Trolle führte für dieses Ossikel radiologische Aufnahmen eines Befundes aus einem Krankenhaus an, berichtete aber keine Funde im Rahmen der histoembryologischen Untersuchungen¹⁵. Er zitierte bez. dieses Knochens aber mehrere Quellen: Die älteste stammt von Haglund aus dem Jahr 1928. Haglund beschrieb einen Fall einer Achillotendinitis ossificans, die mit einem ossifizierten Areal im Bereich der Sehne einherging⁸⁸. Güntz zeigte nebenbefundlich eine sehr kleine röntgendichte Struktur im Bereich der Achillessehne. Die Abbildung diente eigentlich der Beschreibung multipler Ossikel im Bereich der Plantaraponeurose⁷³. Als eigenständigen Knochen benannten Haglund und Güntz die Struktur nicht, der Begriff *Os tendinis achillis* wird erst von Trolle in dieser Form gebraucht.

Auch dieser Knochen wird außer bei Capecchi et al. in keinen anderen Prävalenzstudien erwähnt^{2,3,4,11,12,13,14,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}. Capecchi et al. fanden zwei Fälle, in denen jeweils ein kleines Ossikel nahe dem oberen Ende des *Tuber calcanei* sichtbar ist. Eine Prävalenz oder Anzahl der untersuchten Füße wird nicht genannt. Sie diskutieren, ob es sich um einen ver-

selbstständigen Knochenkern handelt⁷. Ferner finden sich in der Literatur mehrere Fallberichte von Verknöcherungen der Achillessehne ohne Nennung des Begriffes *Os tendinis achillis*. Mády und Vajda beschreiben einen bilateralen Fall mit deutlicher Ausprägung, allerdings diffuser Begrenzung und inhomogener Innenstruktur. Sie nehmen eine Entstehung auf dem Boden lokaler Irritation an⁸⁹. Hatori et al. beschreiben drei Fälle ähnlicher Morphologie⁹⁰. Die in diesen Publikationen beschriebenen symptomatischen Fälle stammen alle von Männern zwischen 40 und 60 Jahren, der Befund bei Trolle stammt von einem 61-Jährigen.

Die von uns gefundenen 6 Fälle zeigten den Befund jeweils eindeutig (Abb. 54). In allen Fällen war ähnlich wie bei Capecchi et al. die Struktur sehr nahe am Sehnenansatz gelegen und erschien mal mehr, mal weniger wie die Fortsetzung eines Fersenspornes. In einem Fall war die röntgendichte Struktur mehrteilig und erschien ebenfalls als Fortsetzung eines Fersenspornes. Es ergab sich eine Fußprävalenz von 0,32 %.



Abb. 54: *Os tendinis achillis*

Os tuberis calcanei und Os subcalcis

Diese beiden Bezeichnungen wurden von O'Rahilly für denselben Knochen gebraucht¹⁰. Von Brossmann wurde nur das *Os tuberis calcanei* erwähnt¹. Tsuruta et al. führten nur in ihrer zweiten Erhebung das *Os subcalcis* in einer Schemazeichnung auf, Vasiljević et al. erwähnten die Existenz des *Os subcalcis*^{14,25}. Beide berichteten selbst keine Fälle. Auch Coughlin erwähnte ausschließlich das *Os subcalcis*¹⁹. Trolle zeigte das *Os tuberis calcanei* in einer Übersichtsskizze, berichtete jedoch ebenfalls keine Fälle¹⁵. Außer bei Capecchi et al., die jeweils keine Prävalenz oder Gesamtfallzahl nannten, finden die Knochen sonst in keinen anderen Publikationen Erwähnung^{2,3,4,11,12,13,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}. Capecchi et al. unterschieden die beiden klar voneinander:

23) *Os tuberis calcanei*

Die Erstbeschreibung stammt von Heimerzheim, der ein weit posterior gelegenes Ossikel inferior des Tuber calcanei beschrieb und eine traumatische Genese trotz Traumaanamnese klar ausschloss³⁹. Weitere Fälle sollen von Lachapèle (ebenfalls weit posterior) und Jaroschy beschrieben worden sein^{1,7}. Podkaminsky beschrieb lt. Capecchi et al. ebenfalls einen Fall, der von der Lage aber eher einem *Os subcalcis* entsprach (s.u.). Capecchi et al. fanden selbst einen Fall, der weniger weit posterior, sondern recht genau inferior des Tuber calcanei lag. Ein prominenter symptomatischer Befund (9 mm maximaler Durchmesser) von Milliken bei einem 61-Jährigen hatte dieselbe Lage⁹¹. Milliken selbst beschrieb den Fund als *Os subcalcis*, Capecchi et al. führen

ihn aber unter dem Abschnitt zum Os tuberis calcanei auf⁷.

Capecchi et al. stellten bez. der Entwicklung des Knochens folgende Hypothese auf: Entsprechend der Arbeiten zur Ossifikation des posterioren Calcaneus von Franchi entstehe der posteriore Calcaneus aus mehreren Knochenkernen, die im Verlauf des Komplexes aus Achillessehne und Plantaraponeurose liegen. Bei Lagevarianz einer dieser Knochenkernkerne entstehe je nach Position dann entweder ein Os tendinis achillis, ein Os tuberis calcanei oder ein Os aponeurosis plantaris, wobei letzteres auch anderen Ursprungs sein könne⁷. Trolle erwähnte den Knochen, berichtete aber nicht von Funden innerhalb seiner histoembryologischen Untersuchungen¹⁵.

24) Os subcalcis

Der erste beschriebene Fall soll von Podkaminsky aus seiner Publikation „Os subcalcaneum“ stammen⁷. Podkaminskys Originalquelle war uns leider über den Leihverkehr nicht zugänglich. Der Knochen liegt weiter anterior als das Os tuberis calcanei. Capecchi et al. fanden einen Fall, der allerdings nur dezent weiter anterior lag als das von ihnen gefundene Os tuberis calcanei. Als Ursprung vermuteten sie ein selbstständig gebliebenes Ossifikationszentrum des Processus lateralis des Tuber calcanei⁷. Im Gegensatz zum Os tuberis calcanei wurde dieser Knochen von Trolle nicht erwähnt¹⁵.

Bei der Suche nach einem Os subcalcis und Os tuberis calcanei konnten wir selbst lediglich zwei Fälle finden, bei denen sich jeweils unterhalb eines prominenten plantaren Fersensporns eine Verschattung erkennen ließ. Der eine Fall war sehr dezent, der andere erschien wie eine Verkalkung (Abb. 55). Der gesamte Sporn ähnelt dem von Capecchi et al. als Os tuberis calcanei besprochenen Fall etwas, letztlich erschien uns die Verschattung nicht ausgeprägt genug, um von einem Ossikel sprechen zu können. Der Sporn selbst lag nicht eigenständig vor. Da wir die beiden Fälle aus den eben genannten Gründen nicht als Vorkommen werteten, ermittelten wir anhand von 1.839 auswertbaren Fällen eine Prävalenz von 0 %.



Abb. 55: Verschattung unterhalb des Calcaneus (a.e. Kalkscholle im Bereich der Plantaraponeurose)

25) Os aponeurosis plantaris

Dieses knöcherne Element wurde laut Capecchi et al. und Trolle 1933 von Harris erstbeschrieben und soll sich innerhalb der Plantaraponeurose des Fußes befinden^{7,15}. In der Originalpublikation von Harris berichtete dieser von bilateralen Verkalkungen der Plantaraponeurose. Diese sieht er jedoch im Zusammenhang mit einer Zervixinfektion der Patientin. An keiner Stelle im Text ordnete der Autor den Befund als akzessorischen Knochen ein, sondern wertete ihn als infektiöses Begleitphänomen. Ein von Harris aufgeführtes Röntgenbild demonstriert den Befund⁹².

Trolle fügte ein Röntgenbild eines bilateralen Befundes bei einem 58-Jährigen aus einem lokalen Krankenhaus bei. Von histoembryologischen Funden berichtete er nicht¹⁵. Auch Güntz berichtet einen Fall, distanziert sich aber davon, diesen gesondert benennen oder entwicklungsgeschichtliche Bedeutung zukommen lassen zu wollen⁷³. Capecchi et al. fanden einen Fall (ohne Gesamtfallzahlangabe), jedoch ohne klar entwickelte Knochenstruktur und gingen davon aus, dass es sich um begrenzte Verkalkungen der Plantaraponeurose handelte⁷. In anderen Studien taucht das Os aponeurosis plantaris nicht auf^{2,3,4,11,12,13,14,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}. Es soll lt. Capecchi et al. noch bei Ridola beschrieben sein⁷.

Probleme hinsichtlich der Abgrenzung vom Os subcalcis spielten bei unserer Auswertung keine Rolle. Wir fanden mehrere Befunde mit röntgendichten Strukturen, wobei einige relativ eindeutig Verkalkungen entsprachen. Jedoch konnten wir unter den 1.858 auswertbaren Aufnahmen auch 5 klar begrenzte Ossikel mit röntgendichtem Rand nachweisen (Abb. 56) (Fußprävalenz 0,27 %).

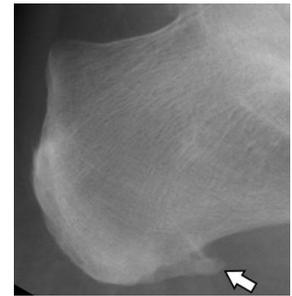


Abb. 56: Verschattung mit röntgendichtem Rand im Bereich der Lage des Os aponeurosis plantaris

26) *Os calcaneocuboideum laterale*

Dieses Ossikel wurde 1955 von de Cuveland anhand von zwei Fällen radiologisch (ein 57-jähriger Mann mit beidseitigem Befund sowie ein 11-jähriges Mädchen) erstbeschrieben. Es läge lateral zwischen Calcaneus und Os cuboideum. Im Gegensatz zum Os peroneum befände es sich weiter dorsal und weise keine Beziehung zum M. peroneus longus auf. Im Gegensatz zum Calcaneus accessorius läge das Ossikulum weiter ventral. Es sei in der a.p.- und Schrägaufnahme somit weiter proximal als das Os peroneum nachweisbar und in der seitlichen Projektion ebenfalls weiter proximal und kranial gelegen⁹³.

Ein weiterer Bericht stammt von Teichert aus dem Jahr 1956, in dem ein fragliches Os peroneum mittels Seit- und Schrägaufnahmen als Os calcaneocuboideum laterale erkannt wurde. Leider zeigt die angeführte Beweisaufnahme nur einen sehr kleinen Bildausschnitt, sodass man die Einschätzung des Autors nicht gut nachvollziehen kann⁹⁴. Eine anatomische Beschreibung existiert bislang nicht. Capecchi et al. beschrieben 3 Fälle, die sie unter 1.033 Fußröntgenbildern fanden (Fußprävalenz 0,29 %). Diese Autoren fertigten bei den genannten Fällen zusätzlich Aufnahmen unter Plantarflexion und Außenrotation an, in denen der Knochen seine Lage nicht veränderte, wie es bei einem Os peroneum zu erwarten wäre. Sie betonen, dass der Knochen vermutlich zu meist für ein Os peroneum gehalten werde und somit die Prävalenz wahrscheinlich höher als vermutet sei⁷. Bei Nikaido wurde der Knochen erwähnt und ist auf einer Schemazeichnung zu sehen, Funde berichtete Nikaido aber keine⁴. Sonst taucht das Os calcaneocuboideum laterale in

der Literatur nicht auf^{1,2,3,10,11,12,13,14,15,19,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}.

Zu Beginn unserer eigenen Erhebungen wussten wir in Anbetracht der fehlenden Erwähnung des Knochens in Übersichtsarbeiten nicht um dessen Existenz, sodass er bei der a.p./Schräg-Bildauswertung nicht berücksichtigt wurde. In der danach durchgeführten Seitbild- und OSG-Auswertung suchten wir gezielt nach dieser Struktur. Wir fanden einen Fall, der im Seitbild kranialer als ein Os peroneum lag. Vergleichend ergab sich in der Schrägaufnahme der Befund eines „proximalen Os peroneums“, sodass dies am ehesten ein Os



Abb. 57: Weit proximal gelegenes Os peroneum oder Os calcaneocuboideum laterale

calcaneocuboideum laterale darstellen könnte (Abb. 57). Da uns keine Funktionsaufnahme zur Verfügung stand, können wir dies jedoch nicht bestätigen. Dies war der einzige Fall, den wir im Rahmen unserer Auswertung von Seitenaufnahmen fanden, was auf dem Boden von 1.841 auswertbaren Aufnahmen eine Fußprävalenz von 0,05 % ergibt.

Ferner analysierten wir unsere Vermerke, die wir im Rahmen der Auswertung der dorsoplantaren Vorfuß- und plantodorsalen Schrägaufnahme bei auffälligen Befunden hinterlassen hatten. Anhand des Vermerkes „weit proximales Os peroneum“ fanden wir 3 Fälle. In einem zeigte sich beidseits in der Schrägaufnahme ein Ossikel, das am distalen Calcaneusende, fast schon am Cuboid lag. In einem zweiten Fall lag nur eine Projektion vor, in der der Befund noch eindrücklicher erschien. Da diese Befunde aus der ersten Auswertungsphase stammten und wir in deren Rahmen noch nicht gezielt nach diesem Knochen suchten, schlossen wir diese Funde nicht in die statistische Auswertung für das Os calcaneocuboideum laterale ein. Auch werteten wir diese nicht als Os peroneum.

Akzessorische Skelettelemente im kranialen Bereich des ventralen Talus

27) Os talotibiale

(Synonyme: Os prätibiale, Os talotibiale dorsale)

Die Erstbeschreibung dieses Knochens soll auf Schosserer zurückgehen^{7,15}. Er sprach allerdings nicht von einem Os talotibiale, sondern beschrieb einen „freien Gelenkkörper“ zwischen Trochlea tali und Tibia. Er selbst ging von einer Absprengung der Tibia aus, die sich durch Apposition vergrößert habe⁹⁵. Trolle führte ferner noch eine Publikation von Puhl und Lindemann an, in der zwar ebenfalls freie Gelenkkörper in dieser Region beschrieben wurden, der Begriff Os talotibiale wurde jedoch auch nicht verwendet⁹⁶.

Das Os talotibiale befindet sich ventral des oberen Sprunggelenks nahe des Gelenkspaltes von Talus und Tibia und ist in lateralen Aufnahmen des Fußes sichtbar^{7,10}. Eine Beziehung zur Ge-

lenkkapsel hielten Capecchi et al. für möglich⁷. Capecchi et al. berichteten 7 Funde unter 2.155 Fußaufnahmen (Fußprävalenz 0,3 %). Ergänzend dazu berichteten sie den Fall einer Exostose der Tibia in derselben Region und diskutieren, ob es sich beim Os talotibiale um einen selbstständig gebliebenen Knochenkern handelt⁷. Tsuruta et al. fanden in ihrer ersten Erhebung 2 Fälle unter 1.449 Füßen (Fußprävalenz 0,1 %), in der zweiten Erhebung unter 3.460 Füßen 16 Fälle eines Os talotibiale (Fußprävalenz 0,5 %)^{13,14}. Bei Kir et al. hatten 5 von 277 Patienten ein Os talotibiale, 2 davon an beiden Füßen (Fußprävalenz 1,3 %, Patientenprävalenz 1,8 %)²⁶. Nikaido, Trolle und Vasiljević et al. erwähnten den Knochen, berichteten aber keine Funde^{4,15,25}. Andere Autoren berichteten zu diesem Ossikel nichts^{2,3,11,12,20,23,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}.

Bei unserer eigenen Auswertung gab es einige Fälle, bei denen kleine Verkalkungen oder Tibiaabsprengungen von Ossikeln abgegrenzt werden mussten. Durch Überlagerungen mit der distalen Tibia gestaltet sich die Diagnosestellung nicht immer einfach. In einem Fall sahen wir ein relativ eindeutiges Os talotibiale (Abb. 58), welches auch in der a.p.-Aufnahme des OSG gut sichtbar war (Abb. 59). Nebenbefundlich lag am selben Fuß ein Os accessorium supracalcaneum vor. Insgesamt stellten wir unter 1.783 auswertbaren Aufnahmen 13 relativ eindeutige Fälle fest (Fußprävalenz 0,73 %).



Abb. 58: Os talotibiale



Abb. 59: Os talotibiale in der a.p.-Aufnahme des OSG

28) *Os supratolare*

(Synonyme: *secondary astralgus*)

Das Os supratolare findet sich über der superioren, von lateral aus gesehen mittleren Talusfläche. Die Erstbeschreibung stammt von Bierman aus dem Jahr 1921^{15,79}. Er nannte seinen Fund „secondary astralgus“. Von Elsner stammt eine eigene Publikation zu diesem Knochen. Unter Bezugnahme auf Fallberichte von Bierman, Glogau, Burman und Lapidus und eigene Funde gab er an, der Knochen könne sowohl nahe der vorderen Kante der Talusrolle als auch nahe dem Taluskopf liegen. Er vermutete als Ursprung für dieses Ossikel ein sekundäres Ossifikationszentrum⁹⁷.

In derselben anatomischen Region findet sich auch die sog. Talusnase, die lt. Brossmann et al. von Randosteophyten abgegrenzt werden müsse, die eher nahe dem oberen Sprunggelenk liegen würden¹. Tol berichtete jedoch auch von distalen Osteophyten, die im Zusammenhang mit dem „Anterior Ankle Impingement“-Syndrom stehen. Tol nahm an, dass der Druck aufs Weichteilgewebe bei Dorsalextension zwischen supratallaren Osteophyten und solchen der distalen Tibia-vorderkante zu Schmerzen und chronischer Entzündung führt⁹⁸.

Capecchi et al. stellten anhand von 16 Funden eine Prävalenz von 0,74 % für das Os supratallare fest, ohne eine Gesamtfußzahl zu nennen. Sie diskutieren als Ursache für die Entstehung einer verselbstständigte Talusnase oder eine dauerhafte Plantarflexion durch das Tragen hochhackiger Schuhe. Abgrenzen müsse man in jedem Fall alte, durch Distorsion entstandene Ausrissfrakturen⁷.

Tsuruta et al. fanden es in der ersten Erhebung in einen Fall unter 1.449 Füßen (Fußprävalenz 0,1 %), in der zweiten Erhebung unter 3.460 Füßen 25 mal (Fußprävalenz 0,9 %)^{13,14}. Cilli et al. fanden unter 464 Fußröntgenbildern von männlichen Patienten 2 Fälle (Fußprävalenz 0,4 %), Coskun unter 984 Fällen ebenfalls 2 Fälle (Fußprävalenz 0,1 %, Patientenprävalenz 0,2 %)^{2,20}. Burman und Lapidus fanden unter 1.000 Röntgenbildern von 596 Patienten 2 Fälle (Prävalenz 0,2 %), Nikaido unter 1.315 Füßen 6 Befunde (Fußprävalenz 0,5 %)^{3,4}. Bizarro und Kleinberg erwähnten Fortsätze der superioren Talusfläche, machten jedoch keine Prävalenzangaben und erwähnten auch nicht das Os supratallare^{37,40}. Trolle und Vasiljević et al. erwähnten den Knochen, berichteten jedoch keine Funde^{15,25}. Shands und Durham konnten es unter 1.101 Röntgenbildern von 1.054 Patienten kein einziges Mal finden, Kır et al. unter 277 Patienten auch kein einziges Mal^{26,43}. Longo et al. fanden den Knochen bei 13 von 505 Patientinnen mit Hallux valgus (Patientenprävalenz 2,6 %)²³. Schönekeß beschrieb 10 Fälle eines „Knochenschattens auf dem dorsum tali“ unter 1.324 Fußaufnahmen (Fußprävalenz 0,8 %). Die Bildbeispiele entsprechen am ehesten einem Os supratallare⁴². Bei den anderen Prävalenzstudien findet der Knochen keine Erwähnung^{11,12,28,30,31,34,38,39,41}.

Bei unserer eigenen Auswertung war es schwer, kleine knöcherne Anbauten oder Ausrisse von Ossikeln zu unterscheiden. Capecchi et al. und Brossmann et al. zeigten jedoch gerade eher dezente Befunde als Os supratallare-Fälle. Neben eher kleinen, aber dennoch relativ eindeutigen Befunden fanden wir auch drei ausgeprägte Fälle (Abb. 60). Hier war es schwierig, den Befund von einer Talusnase abzugrenzen. Dies scheint ein generelles Problem zu sein, denn bereits im Bildbeispiel des Erstbeschreibers ist die Abgrenzung zu einer Talusnase nicht eindeutig möglich.



Abb. 60: Möglicher Fall eines Os supratallare

Insgesamt konnten wir unter 1.824 auswertbaren Aufnahmen 9 Fälle nachweisen, was einer Fußprävalenz von 0,54 % entspricht.

Akzessorische Skelettelemente im Bereich der zentralen Fußwurzel

29) Os infranaviculare

(Synonym: *Os cuneonaviculare I dorsale*)

Die Erstbeschreibung geht auf das Jahr 1902 zurück. Dwight beschrieb den Knochen am anatomischen Präparat als „Os paracuneiforme“⁹⁹. Dieser Begriff ist ansonsten auch für das Os cuneonaviculare I mediale üblich. Da der Fuß mit diesem Knochen noch andere Missbildungen im Mittelfuß aufwies, ging er von einem pathologischen Entstehungsmechanismus aus. Das Os infranaviculare liegt auf dem Fußrücken über der Mitte der Articulatio cuneonavicularis. Gut sichtbar erscheint es darum nur in der seitlichen Projektion^{1,8}.

Tsuruta et al. und Nikaido führten es in einer Schemazeichnung auf, berichten aber in keiner der Publikationen von einem Fund^{4,13,14}. Cilli et al. fanden unter den 464 Röntgenbildern von Männern zwischen 20 und 46 Jahren 3 Fälle (Fußprävalenz 0,6 %) ²⁰. Trolle erwähnte den Knochen, berichtete aber keine histoembryologischen Funde¹⁵. Capecchi et al. fanden den Knochen in 3 von 1.033 Fußröntgenbildern (Prävalenz 0,3 %) ⁸. Marti fand in einem Beobachtungszeitraum von 18 Monaten keinen einzigen Fall³⁴. Leimbach soll lt. Capecchi et al. eine Prävalenz von 1,6 % ermittelt haben, die wir in seiner Publikation allerdings für das Os supranaviculare fanden. Das Os infranaviculare wird nicht erwähnt^{8,41}. In anderen Prävalenzstudien findet das Ossikel keine Erwähnung^{2,3,11,12,23,25,26,28,30,31,37,38,39,40,42,43}.

Wir fanden unter 1.706 auswertbaren Aufnahmen 4 Fälle, die alle in der Lateral-Aufnahme relativ eindeutig zu erkennen waren (Abb. 61). In der a.p.-Aufnahme war projektionsbedingt nur ein Fall gut nachvollziehbar. Die Zahl der auswertbaren Aufnahmen reduzierte sich durch Seitenaufnahmen, die in Höhe des Os naviculare abgeschnitten waren. In einem Fall fand sich auf der Gegenseite des Befundes im Seitbild ein knöcherner Anbau an ähnlicher Stelle wie das Os infranaviculare. Die ermittelte Fußprävalenz lag bei 0,28 %.



Abb. 61: Os infranaviculare

30) Os cuboideum secundarium

Dieser Knochen wurde erstmalig von Pfitzner beschrieben. Er gab an, dass der Knochen charakteristischerweise mit den Cuboid verschmolzen sei. Er imponiere dann als deutlicher Fortsatz („Proc. posterior cuboidei“), der mit dem Caput tali artikuliere. Teilweise sei er aber auch mit dem Naviculare verschmolzen. In beiden Fällen sei eine Selbstständigkeit des Knochens jeweils

angedeutet. Daraus folgerte Pfitzner, dass es sich um einen eigenen Knochen handeln müsse. Er selbst fand 13 mit dem Cuboid verschmolzene Ossikel sowie mindestens 7 mit dem Naviculare verschmolzene. Da ihm diese Tatsache erst im Verlauf des Studiums bewusst geworden sei, fehle hier eine klare Prävalenzangabe. Ein isoliert vorliegendes Ossikel konnte er nicht finden¹². Auch wurde zwischenzeitlich diskutiert, ob dieser Knochen nicht dem Calcaneus secundarius entspricht, was Dwight für denkbar, Pfitzner für abwegig hielt^{12,99}. Radiologisch gestaltet sich die Abgrenzung relativ eindeutig. Das eher oval bis rundlich geformte Os cuboideum secundarium projiziert sich in der Schrägaufnahme auf den medialen posterioren Rand des Cuboids. Der Calcaneus secundarius stellt sich als oft dreieckige Struktur in dem Fenster zwischen Talus, Calcaneus, Os naviculare und Os cuboideum in der Schrägaufnahme dar¹.

Tsuruta et al. führten das Os cuboideum secundarium nur in einer Übersichtsgrafik ihrer zweiten Erhebung auf und Vasiljević et al. erwähnten ihn im Publikationstext, jedoch führten beide keine Prävalenzangaben zu dem Knochen an^{13,14,25}. Suzuki berichtete einen Fund unter 701 Füßen (Fußprävalenz 0,1 %), Nikaido ebenfalls einen Fund unter 1.315 Füßen (Fußprävalenz 0,1 %) und Schönekeß 3 Fälle unter 1.324 Fußaufnahmen (Fußprävalenz 0,08 %)^{4,30,42}. Bizarro fand das Os cuboideum secundarium unter 100, Leimbach unter 500 und Shands und Durham unter 1.101 Fußaufnahmen überhaupt nicht^{37,41,43}. Burman und Lapidus konnten unter 1.000 Röntgenbildern von 596 Patienten ebenfalls keinen Knochen dieser Art finden, erwähnten den Knochen aber in der Publikation kurz³. Capecchi et al. konnten ihn in 6 von 1.033 Fußröntgenbildern nachweisen (Fußprävalenz 0,58 %)⁷. Marti fand in einem Beobachtungszeitraum von 18 Monaten keinen einzigen Fall³⁴. Holle fand unter 1.000 radiologisch untersuchten Füßen keinen einzigen eigenständigen Fall, fand ihn jedoch in Verbindung mit den Os naviculare in 1,1 % und in Verbindung mit dem Cuboid in 0,9 % der Fälle¹¹. Trolle erwähnte den Knochen, berichtete aber nicht von histoembryologischen Funden¹⁵. Die anderen Autoren erwähnten den Knochen nicht in ihren Prävalenzerhebungen^{2,20,23,25,26,28,31,38,39,40}.

Bei unserer eigenen Auswertung fiel auf, dass das Os cuboideum secundarium bei Vorliegen eindeutig nachgewiesen werden konnte. Schwierigkeiten der Abgrenzung gegenüber einem Calcaneus secundarius ergaben sich keine. Der Knochen zeigt sich in Form einer ovalen Struktur von etwa 5 x 3 mm Größe. Durch die enge Beziehung zum Cuboid wurde er in der Schrägaufnahme meist von dessen medioproximalen Anteil überlagert. Auch konnten wir einen zweigeteilten Befund nachweisen (Abb. 62).



Abb. 62: Zweigeteiltes Os cuboideum secundarium

Bei einigen Füßen sahen wir nebenbefundlich einen besonders weit Richtung Os naviculare reichenden medioproximalen Cuboidrand (Abb. 63). Pfitzner beschrieb bereits eine Variante, bei der es zur Artikulation einer „Facies articularis medialis posterior“ des Os cuboideum mit dem Os naviculare kommt¹². Durch Überlagerung eines ausgeprägten medioproximalen Randes des Cuboids und des lateralen Anteils des Os naviculare kann so ein ovales Ossikel vorgetäuscht werden. Es handelt sich jedoch um ein Überlagerungsartefakt. Wir fanden insgesamt 14 Befunde unter 3.957 auswertbaren Aufnahmen (Fußprävalenz 0,35 %).

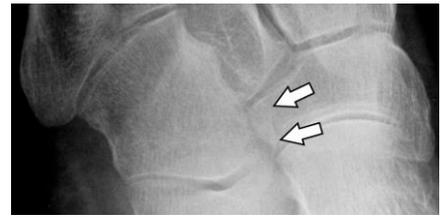


Abb. 63: Ausgeprägter medioproximales Cuboidrand

Os unci, Processus uncinatus und seltenes akzessorisches Element

31) Os unci und Processus uncinatus

Das Os unci wurde erstmals von Pfitzner 1896 beschrieben, obwohl er kein eigenständiges Os unci beim Menschen nachweisen konnte. Er fand einen Fall eines Processus uncinatus des Os cuneiforme laterale, der morphologisch dem Proc. uncinatus der Katze stark ähneln würde. Bei der Untersuchung von 106 Katzen fand er einen einzigen Fall eines verselbstständigten Processus des Os cuneiforme laterale¹².

Capecchi et al. ermittelten eine Fußprävalenz von 0,09 %. Die von ihnen gezeigte winzige Verschattung liegt im Zwischenraum zwischen Os cuneiforme laterale, Os cuboideum und den Metatarsalknochen III bis IV. Dies entspricht der Lage des von Ferguson beschriebenen „seltenen Elements“. Auf der beigefügten Schemazeichnung hingegen liegt es eher genau zwischen Metatarsale II und Cuneiforme laterale⁸. Allein ein größerer Zwischenraum könnte lt. Brossmann et al. ein Hinweis für ein beginnend ossifizierendes Os unci in diesem Zwischenraum sein. In ihrem Buch findet sich dann auch ein Bildbeispiel mit einem Ossikel in dem Zwischenraum zwischen den genannten vier Knochen¹. In der ersten Erhebung von Tsuruta et al. wird der Knochen nicht erwähnt, in der zweiten Publikation findet sich in einer Schemazeichnung der Eintrag „Os unci? Coalescing with the forth metatarsal bone?“, jedoch keine Angabe von Funden^{13,14}. Auch Trolle sowie Burman und Lapidus führten den Knochen in einer Schemazeichnung auf, ohne eine Prävalenz zu berichten^{3,15}. Leimbach fand unter 500 Röntgenbildern kein einziges Os unci, Shands und Durham fanden unter 1.054 untersuchten Patienten ebenfalls keines und Marti konnte in einem Beobachtungszeitraum von 18 Monaten auch keinen Fall nachweisen^{34,41,43}. Die anderen Autoren von Prävalenzstudien erwähnten diesen Knochen nicht^{2,4,11,20,23,25,26,28,30,31,37,38,39,42}.

Unter den 4.023 auswertbaren Röntgenbildern fanden wir auch zwei Befunde, die einen Processus uncinatus darstellen könnten. Bez. des Processus uncinatus ermittelten wir dementsprechend

eine Fußprävalenz von 0,05 % anhand von 4.023 auswertbaren Fußröntgenbildern.

32) Seltenes akzessorisches Element

Dieser Knochen, wurde erstmals 1932 von Ferguson röntgenologisch beschrieben und von ihm als „seltenes akzessorisches Element“ benannt¹⁰⁰. Brossmann et al. präsentierten 4 Fälle¹. Diese lagen, wie im von Ferguson publizierten Röntgenbild, zwischen Os cuboideum, Os cuneiforme laterale und Os metatarsale III-IV.

Capecchi et al. nannten diesen Knochen „Cuboideum accessorium“ und nahmen an, dass er einem akzessorischem Ossifikationszentrum an der medialen Seite des Cuboids entstamme. Die drei von ihnen gezeigten Befunde zeigten allerdings Skelettelemente, die eher proximal zwischen Os cuboideum und Os cuneiforme laterale und nicht in unmittelbarer Nähe zum Os metatarsale III-IV lagen⁷. Bei Tsuruta et al. findet sich in der ersten Publikation keine Erwähnung, in der zweiten Publikation eine Schemazeichnung mit dem Eintrag „accessory skeletal element distal to the cuboid“ etwas proximal des Os unci-Eintrags (s.o.)^{13,14}. Auch bei Trolle finden sich lediglich ein kurzer Textabschnitt und ein Vermerk auf einer Übersichtszeichnung¹⁵. Sonst findet sich keine Erwähnung des Knochens in der Literatur, insbesondere keine Prävalenzangaben^{2,3,4,11,12,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42,43}.

Das von Brossmann et al. beschriebene Os unci liegt an derselben Position wie das von Ferguson beschriebene seltene akzessorische Element. Das seltene akzessorische Element nennen Capecchi et al. Os cuboideum accessorium. Deren Os cuboideum accessorium liegt allerdings nicht an derselben Stelle wie das seltene Element des Erstbeschreibers, sondern weiter proximal zwischen Cuboid und Cuneiforme laterale. Gleichzeitig soll der Proc. uncinatus überhaupt nicht an der Stelle von Brossmanns Os unci liegen, sondern medial bis mittig am distalen Rand des Os cuneiforme laterale und sei zum Metatarsale III ausgerichtet.

Die Nomenklatur ist somit nicht geklärt.

Wir fanden bei unserer Auswertung Ossikel, die sich an drei verschiedenen anatomischen Positionen darstellten. Aufgrund der Unklarheit dessen, ob der Processus uncinatus überhaupt existiert und wo genau das Os unci liegen soll, schlagen wir vor, den Begriff Os unci nicht mehr zu verwenden. Wir benutzen folgende Nomenklatur gemäß der anatomischen Lage (vgl. Abb. 64):



Abb. 64: Anatomische Lage folgender akzessorischer Ossikel:

- 1) Os cuneometatarsale III**
- 2) Seltenes akzessorisches Element**
- 3) Os cuboideocuneiforme III**

1) **Os cuneometatarsale III:** für Ossikel, die zwischen Os cuneiforme laterale und Metatarsale III liegen. Dieser intuitive Begriff wird bislang in der Literatur nicht verwendet (Abb. 65).

Für das Os cuneometatarsale III ergab sich mit 8 Funden unter 4.013 auswertbaren Fußröntgenbildern eine Fußprävalenz von 0,19 %. Alle gefundenen Fälle beobachteten wir bei Frauen.



Abb. 65: Os cuneometatarsale III

2) **Seltenes akzessorisches Element:** für Ossikel, die zwischen Os cuneiforme laterale, Os cuboideum, Metatarsale III und Metatarsale IV liegen (Abb. 66)

Unserer Definition entsprechend fanden wir bei der Auswertung 9 unilaterale Funde von seltenen akzessorischen Elementen, die wir alle als solche werteten. Von diesen präsentierten sich vier sehr eindeutig, ein fünfter zeigte die relativ typische dreieckige Form, lag jedoch verhältnismäßig weit distal. Die restlichen fünf Befunde zeigten ebenfalls eine typische Lage, jedoch war die Abgrenzung von Überlagerungsartefakten schwierig. Dies war ein generelles Problem bei der Auswertung dieser Struktur. Die statistische Auswertung ergab für das seltene akzessorische Element eine Fußprävalenz von 0,22 % bei einer Gesamtzahl von 4.025 auswertbaren Fußröntgenbildern.



Abb. 66: Mögliches seltenes akzessorisches Element

3) **Os cuboideocuneiforme III:** für Ossikel, die zwischen Os cuboideum und Os cuneiforme laterale lagen (Abb. 67). Capecchis Bezeichnung „Os cuboideum accessorium“ halten wir für eher irreführend.



Abb. 67: Os cuboideocuneiforme III

Auch konnten wir im zweiten Auswertungsschritt zwei Fälle eines Os cuboideocuneiforme III (bzw. Cuboideum accessorium) nachweisen, die anhand der umliegenden Strukturen nicht wie Überlagerungsartefakte erschienen. Diesbezüglich lässt sich keine sichere Zahl von ausgewerteten Füßen festlegen, da sich diese Befundkonstellation erst im Verlauf der Auswertung herauskristallisierte und nicht eigens erfasst wurde. Geht man davon aus, dass die Zahl der auswertbaren Fälle in der Größenordnung des Os cuneometatarsale III, des Processus uncinatus und des seltenen akzessorischen Elements liegen, ergäbe sich (ohne Anwendung des Random intercept-Modells) eine Fußprävalenz von 0,05 % (sowohl unter Annahme von einer absoluten Fallzahl von 2/4.013 und 2/4.025).

33) *Os cuneometatarsale II (dorsale)*

(Synonym: *Güntz'scher Knochen*)

Dieser Knochen wurde 1935 von Güntz erstbeschrieben, darum auch Güntz'scher Knochen genannt. Güntz führte radiologische Aufnahmen und ein Schnittbild des exzidierten Knochens auf¹⁰¹. Capecchi et al. konnten einen eindeutigen radiologischen Fall nachweisen, gingen darum von einer Prävalenz von 0,09 % aus, ohne eine Gesamtzahl der untersuchten Füße zu nennen (vermutlich 1.033 Fälle). Das Ossikel liegt im Winkel zwischen dem Os cuneiforme intermedium und dem Os metatarsale II auf dem Fußrücken. Durch die Überlagerung in der a.p.-Aufnahme ist es dort schwer beurteilbar, in der lateralen Projektion gelingt der Nachweis schon eher⁸. Andere Funde wurden lt. Capecchi et al. und Trolle durch Schön und Zimmer nachgewiesen. Trolle berichtete von keinen histoembryologischen Funden¹⁵. Tsuruta et al. berichteten in ihrer ersten Erhebung von 2 Funden unter 1.449 Füßen (Fußprävalenz 0,1 %) ¹³. In der zweiten Erhebung zeigten sie die Lage des Knochens in einer Schemadarstellung, listeten ihn aber nicht unter ihren Funden auf¹⁴. Marti erwähnte den Knochen, fand selbst aber keinen einzigen Fall³⁴. Die anderen Autoren nehmen in ihren Prävalenzerhebungen keinen Bezug auf den Knochen^{2,3,4,11,12,20,23,25,26,28,30,37,39,40,41,42,43}.

Aus unseren Verdachtsfällen sortierten wir im zweiten Auswertungsschritt Projektionsartefakte aus. Es verblieben 5 Verdachtsfälle, von denen wir 3 weitere nicht werteten, da zwar in der a.p.-Projektion ein Anhalt für ein Os cuneometatarsale II bestand, in der Schrägaufnahme sich dafür allerdings keine Hinweise fanden. Unter 4.149 auswertbaren Füßen verblieben somit 2 Befunde, für die in der Schrägaufnahme ein mögliches Korrelat gefunden werden konnte (Abb. 68) (Fußprävalenz 0,05 %).



Abb. 68: Mögliches Os cuneometatarsale II (dorsale)

34) *Os intercuneiforme*

Erstbeschrieben wurde dieser Knochen von Dwight 1902. Als anatomische Lage gab er eine dorsale, proximale Lage zwischen Cuneiforme mediale und intermedium an. Er läge in einer Fossa, die fast konstant auftreten würde. Dwight selbst beschrieb zwei Fälle, die er mit Fotos anatomischer Präparate belegte⁹⁹.

Capecchi et al. betonten, dass dieses Ossikel in Standardprojektionen leicht übersehen werden könne, da es im Summationsbild von den Ossa cuneiformia überlagert werde. Sie geben Beispiele von zwei Funden, machen jedoch keine Prävalenzangabe⁸. In der ersten Erhebung von Tsuruta et al. wird der Knochen nicht erwähnt, in der zweiten Studie wurde das Os intercuneiforme einmalig unter 3.460 Füßen gefunden (Fußprävalenz 0,03 %) ^{13,14}. In einem radiologischen Atlas

von Hoerr et al. soll die Prävalenz lt. Coughlin mit 1 % beziffert sein (Evaluation von 357 Röntgenbildern von Erwachsenen)¹⁹. Geist fand unter 100 Füßen einen sicheren und einen fraglichen Fall (Fußprävalenz 1-2 %)³⁸. Shands und Durham fanden einen Fall und gaben die Prävalenz mit 0,25 % an (anhand von 404 Fällen mit a.p.-Röntgenaufnahmen), Schönekeß fand 5 Fälle unter 1.324 Fußaufnahmen (Fußprävalenz 0,38 %)^{42,43}. Bizarro konnte unter 100 Fällen und Leimbach unter 500 Röntgenbildern den Knochen nicht nachweisen (Prävalenz jeweils 0 %)^{37,41}. Kir et al. fanden ihn bei 3 von 277 Patienten, davon einmal bilateral (Fußprävalenz 0,72 %, Patientenprävalenz 1,1 %)²⁶. Burman und Lapidus berichteten, keine radiologischen Funde gemacht zu haben (Prävalenz 0 %)³. Marti erwähnte den Knochen, fand aber selbst keine Fälle³⁴. Prescher setzte sich nach einem eigenen anatomischen Fund ausführlich mit diesem Knochen auseinander. Er schätzte die Prävalenz basierend auf der Summe der Fallzahlen von Pfitzner (750, von uns nicht zu bestätigen), Gruber (n=2.584) und sich selbst (n=420) auf 0,026 %¹⁰². Vasiljević et al. erwähnten den Knochen, eine Fallzahlangabe fehlt jedoch²⁵. Auch Trolle nannte den Knochen, berichtete aber von keinen histoembryologischen Funden¹⁵. In den anderen Prävalenzstudien wird der Knochen nicht erwähnt^{2,4,11,12,20,23,28,30,39}.

Bei unserer eigenen Auswertung fiel die Abgrenzung von Projektionsartefakten nicht leicht. Wir konnten dennoch 5 Befunde nachweisen, die keine Projektionsartefakte darstellten (Abb. 69). Die von uns anhand von 4.139 auswertbaren Aufnahmen ermittelte Prävalenz lag damit bei 0,12 %.



Abb. 69: Os intercuneiforme

35) *Sesamum tibiale posterius*

Dieses Ossikel soll in der Sehne des M. tibialis posterior liegen. Die Erstbeschreibung erfolgte im Jahr 1944 durch Jones. Er gab an, dass es sich dabei um ein Sesambein in der Sehne des M. tibialis posterior handeln würde, das an der Tuberositas ossis navicularis und der plantaren Fläche des Os naviculare liegen würde. Es sei nicht identisch mit dem Os tibiale externum. Er verwies auf eine Schemazeichnung, in der sich das vermeintliche Sesamum tibiale posterius jedoch mittig auf das Os cuneiforme mediale projiziert¹⁰³.

Capecchi et al. verorteten den Knochen in den fächerförmigen Ansatz des M. tibialis posterior proximal des Os cuneiforme mediale und wiesen einen fraglichen Fall nach, ohne eine Gesamtzahl der untersuchten Füße oder eine ermittelte Prävalenz zu nennen⁸. Marti erwähnte einen Knochen, der eine Beziehung zum M. tibialis posterior habe, zwischen Cuneiforme mediale und Metatarsale I liegen soll und erwähnte im Zusammenhang damit den Begriff Prehallux³⁴. In keiner anderen Studie wird der Knochen erwähnt^{2,3,4,11,12,13,14,15,20,23,25,26,28,30,31,37,38,39,40,41,42,43}. Eine

Google Scholar-Suche (Stand: 09.06.2018) nach „Sesamum tibiale posterius“ erbrachte keine Ergebnisse. Ein Fallbericht aus dem Jahr 2009 beschreibt die Exzision eines Ossikels mit Beziehung zum M. tibialis posterior am proximoplantaren Ende des Cuneiforme mediale, ohne den Begriff des Sesamum tibiale posterius zu nennen¹⁰⁴.



Abb. 70: Möglicher Fall eines Sesamum tibiale posterius

Da wir von der Beschreibung dieses Knochens erst im Verlauf unserer Studie erfuhren, konnten wir die mögliche Prävalenz dieses Knochens auch nicht systematisch erheben. Eine Suche innerhalb unserer Kommentare und beim Prüfen der Verdachtsfälle von Os intercuneiforme und Os cuneonaviculare mediale brachte zwei einander ähnlich erscheinende Fälle zu Tage, die einem Os tibiale posterius entsprechen könnten (Abb. 70, Abb. 71). In beiden Fällen lag leider keine Lateralaufnahme dieser Fußregion vor, was eine bessere Einordnung der Befunde verhinderte.



Abb. 71: Weiterer möglicher Fall eines Sesamum tibiale posterius

Akzessorische Skelettelemente des medialen Fußwurzelrandes

36) Os trochleae

Lt. Capecchi et al. und Trolle stammt die Erstbeschreibung dieses Knochens von Gilette aus dem Jahr 1862 und wurde wohl noch 1928 in einem Buch von Poirier et al. erwähnt^{7,15}. Die von beiden Autoren in den Quellenangaben benannte Publikation in französischer Sprache von Gilette stammt von 1872. In dieser befasste sich der Autor allerdings nur mit den Sesambeinen im Bereich der Metatarsalknochen und der Phalangen¹⁰⁵.

Das Os trochleae soll sich an der lateralen Seite des Ligamentum calcaneonaviculare plantare, dem Pfannenband, befinden^{7,10,11}. Pfitzner berichtete über einen möglichen Fund, korrigierte sich später jedoch und gab an, dass es sich entsprechend der Morphologie klar um ein „abgewanderter“ Os tibiale externum handeln müsse (vgl. Wanderungstheorie S. 44). Er berichtete von Blandin und Krause, die im Pfannenband Ossikel gefunden haben sollen, Krause wohl vornehmlich in faserknorpeliger Form. In keinem von fast 1.000 Füßen, die Pfitzner selbst mit dieser Fragestellung untersucht habe, konnte er einen Knochen dieser Art finden¹². Holle fand unter 1.000 radiologisch untersuchten Füßen keinen einzigen Befund und fragte sich, ob die bisherigen Funde nicht fehlgedeutete Tibialia externa sein könnten¹¹. Capecchi et al. berichteten von 2 Funden unter 1.033 Fußaufnahmen (Fußprävalenz 0,2 %). Sie gaben an, das Ossikel befände sich im Seitbild weiter plantar als der Calcaneus secundarius⁷. Trolle erwähnte den Knochen, gab an, dass dessen Existenz unklar sei und berichtet keine Funde¹⁵. Außer bei den Genannten findet

sich in keiner anderen Publikation zur Prävalenz eine Erwähnung dieses Knochens^{2,3,4,13,14,20,23,25,26,28,30,31,37,38,39,40,41,42,43}. O’Rahilly gab an, dass der Begriff *Os trochleae* auch für das *Os supratolare* und das *Os trochleare calcanei* gebraucht worden sei¹⁰.

Aufgrund der spärlichen Erwähnung in der Literatur und der Angabe von O’Rahilly, brachten wir erst im Rahmen der Literaturrecherche mehr über den Knochen in Erfahrung und erfassten ihn bei der Röntgenbildauswertung nicht systematisch. Bei der Suche nach Vermerken innerhalb der Kommentare zu den Datensätzen fanden wir unter dem Vermerk „weit laterales Tibiale externum“ einen Befund, der hinsichtlich der Lage in a.p.-Projektion genau mit der Lage in Capecchis Schemazeichnung und der Lage des Pfannenbandes übereinstimmt (Abb. 72). Eine Seitenaufnahme zu diesem Befund liegt uns leider nicht vor.

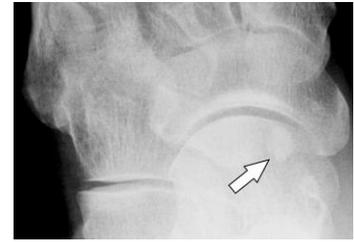


Abb. 72: Mögliches *Os trochleae*

37) *Os cuneonaviculare mediale*

(Synonym: *Os paracuneiforme*)

Im Winkel zwischen medialem *Os cuneiforme mediale* und *Os naviculare* sind ebenfalls ossäre Elemente beschrieben. Es finden sich die Namen *Os cuneonaviculare mediale* und *Os paracuneiforme* (I), ferner liegt in unmittelbarer Umgebung auch das *Os infranaviculare*. O’Rahilly führte die drei letztgenannten als Synonyme voneinander auf¹⁰. Capecchi et al. hingegen schreiben, dass das *Os cuneonaviculare mediale* und *paracuneiforme* sehr ähnlich erscheinen. Beide lägen medial des medialen Winkels zwischen *Os naviculare* und *cuneiforme mediale*, das *Os paracuneiforme* jedoch ein wenig distaler, aber auch nicht so weit distal, dass es ein *Sesamum tibiale anterius* sein könnte. Eine Prävalenzangabe wird trotz mehrerer Bildbeispiele im Text zu diesem Ossikel von ihnen nicht gegeben. Beschrieben wurde lt. Capecchi das *Os paracuneiforme* erstmalig 1889, sei jedoch erst von Zimmer als solches benannt worden. *Os infranaviculare*, *paracuneiforme* I und *cuneonaviculare* I dorsale wären Synonyme voneinander, aber von den zuvor Genannten abzugrenzen (s. *Os infranaviculare*)⁸.

In der zweiten Publikation von Tsuruta et al. und der Erhebung von Nikaido sieht man das *Os cuneonaviculare mediale* auf einer Schemazeichnung, die Autoren berichten aber nicht über eigene Funde^{4,14}. Shands und Durham fanden bei 404 a.p.-Fußaufnahmen kein einziges *Os paracuneiforme*⁴³. Burman und Lapidus fanden unter 1.000 Röntgenbildern von 596 Patienten einen Fall mit bilateral vorliegendem *Os paracuneiforme* (Fußprävalenz 0,2 %) ³. Trolle fand es im Rahmen seiner histologischen Studien bei 33 Embryonen jeweils bilateral (Fußprävalenz 13,2 %, Patientenprävalenz 13,2 %). Er stellte diesen Befund besonders heraus, da der Knochen in Untersuchungen an Erwachsenen ausgesprochen selten ist. Er ergänzte, dass er diesen Knochen zu-

sätzlich an 2 von 18 linken Füßen von Neugeborenen gefunden hätte (Prävalenz 11 % ± 7,4 %). Er führt für diesen Knochen als auch für das Os cuneo-metatarsale I tibiale das Synonym „Prehallux“ auf¹⁵. In den anderen Prävalenzstudien wird der Knochen nicht erwähnt^{2,11,12,13,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,39,40,41,42}.

Bei unserer eigenen Auswertung fiel auf, dass die Verdachtsbefunde oft erst wie rundliche Weichteilverkalkungen imponierten, jedoch genau an der typischen Stelle lagen. Sehr eindrücklich war, bei sonst eher seltenem Vorkommen, die Häufung von beidseitigen Befunden, die sich teils an exakt der gegenüberliegenden Stelle befanden (Abb. 73, Abb. 74). Es ergaben sich 29 positive Befunde unter 4.085 auswertbaren Fußröntgenbildern (Fußprävalenz 0,68 %). Die positiven Befunde stammten von 23 Patienten.



Abb. 73: Typisches Os cuneonaviculare mediale



Abb. 74: Kontralateraler Befund zum Os cuneonaviculare mediale aus Abb. 73

Ossikel zwischen dem Os cuneiforme mediale und dem Os metatarsale I

Für diese relativ kleine anatomische Region sind verschiedene Ossikel beschrieben, für die insgesamt 11 unterschiedliche Namen verwendet werden. Die Literatur hierzu ist sehr unübersichtlich, die Nomenklatur uneinheitlich und die Definitionen nicht trennscharf. Die Darstellung erfolgt in 4 Abschnitten gemäß der am häufigsten verwendeten Namen.

„Prehallux“

Gemäß Heimerzheim sei dieser Knochen von Kohlbrügge bei Menschenaffen beschrieben und dann bei kleinen Gibbons bestätigt worden. Er soll sich zwischen dem Os metatarsale I und Os cuneiforme mediale befinden. Heimerzheim selbst fand zwei Befunde eines Prehallux unter 1.800 Füßen, seine Beschreibung passt tendenziell zum Os cuneometatarsale I tibiale (s. S. 84)³⁹. Auch Marti erwähnte diesen Knochen unter Bezugnahme auf den Begriff Prehallux. Eigene Befunde fand Marti nicht³⁴. O‘Rahilly bemerkte, dass sowohl das Os tibiale externum, das Os paracuneiforme, das Os cuneometatarsale I tibiale und das Os cuneometatarsale I plantare alle als „Prehallux“ bezeichnet wurden¹⁰. V.a. Trolle nutzte diese Nomenklatur¹⁵. Vor diesem Hintergrund entschlossen wir uns, den Begriff des Prehallux in unserer Auswertung nicht zu verwenden.

38) *Sesamum tibiale anterius*

Erstmals beschrieben wurde dieser Knochen im Jahr 1950 von Zimmer. Dieser führte radiologische und anatomische Bildbeispiele an und wies nach, dass er im Muskelverlauf des M. tibialis anterior zu finden sei. In konventionellen Röntgenaufnahmen sei er schwer nachweisbar und werde oft übersehen, da es zu einer Überlagerung der Projektion des Knochens mit dem medialen Rand des Os cuneiforme mediale kommt, wo der Knochen liegen soll¹⁰⁶. Pfitzner beschrieb ein „tibial oder ausgesprochen plantarwärts“ des Os cuneiforme mediale gelegenes Prä- oder Paracuneiforme, welches beim Seehund konstant vorkomme. Er führte aber keine Prävalenzangaben an¹². Capecchi et al konnten 2 Fälle nachweisen, machten allerdings keine Prävalenzangabe⁸. In anderen Prävalenzstudien taucht dieses Ossikel nicht auf^{2,3,4,11,13,14,15,20,23,25,26,28,30,31,37,38,39,40,41,42,43}.



Abb. 75: Typischer, wenig eindeutiger Verdachtsfall eines *Sesamum tibiale anterius*

Die von uns gefundenen Fälle stellen überwiegend nur Verdachtsfälle dar. Meistens sah man in der a.p.-Projektion eine ovale Verschattung an der Innenseite des medialen Rands des Os cuneiforme mediale. Oft lag diese dann in Projektion auf einen kleinen, nach medial gerichteten Processus der medialen Facies des Cuneiforme mediale (Abb. 75). Ob diese Fälle dann auch tatsächlich ein *Sesamum tibiale anterius* darstellen, erscheint unklar. Wir fanden einen einzigen sehr eindeutigen Fall ohne Überlagerung (Abb. 76). Innerhalb der 4.111 auswertbaren Fälle fanden wir 16 dieser positiven Befunde, woraus wir eine Fußprävalenz von 0,38 % ermittelten.



Abb. 76: Einziger Fall eines *Sesamum tibiale anterius*

39) *Os cuneometatarsale I tibiale*

Dieser Knochen soll laut Capecchi et al. von Carlier 1924 erstmalig beschrieben worden sein^{8,107}. Er soll medial des Gelenks zwischen Os cuneiforme mediale und Metatarsale I liegen. Carlier beschreibt tatsächlich die Extraktion eines dort gelegenen 1 cm großen Ossikels bei einem 19-Jährigen¹⁰⁷. Capecchi et al. ermittelten eine Fußprävalenz von 0,05 % (1 von 1.772 Fußröntgenaufnahmen). Die gezeigten Befunde stehen im engen Kontakt mit dem medialen Rand der Basis des Metatarsale I und wirken wie eine selbstständige Apophyse. Sie befinden sich am Muskelansatz des M. tibialis anterior, wie auch das *Sesamum tibiale anterius*. Bez. der Ätiologie diskutierten Capecchi et al. eine Sesambeinbildung aufgrund der engen Beziehung zum Muskel und ein frühes Trauma mit Absplitterung von Apophysenanteilen, die sich dann eigenständig entwickelten⁸. Ansonsten wird der Knochen in der Literatur bei Trolle und Nikaido nur in Übersichtsskizzen aufgeführt. Trolle berichtete keine histoembryologischen Fälle, zeigte jedoch ein Röntgen-

bild eines bilateralen Befundes bei einer 67-jährigen Frau¹⁵. Nikaido berichtete keine Fälle⁴. Wahrscheinlich stellt auch Heimerzheims Prehallux einen solchen Befund dar, da er die Lage der Ossikel als „am medialen Rande des Fußes etwas näher der plantaren als der dorsalen Seite“ beschreibt (s. S. 83)³⁹. Sonst wird der Knochen in der Literatur nicht erwähnt^{2,3,11,13,14,20,23,25,26,28,30,31,34,37,38,40,41,42,43}. Die Summen-Literaturprävalenz liegt bei 0,08 % (95 % KI: 0,03 %–0,25 %).

Da wir bei Beginn unserer Auswertung nichts von dem Knochen wussten, konnten wir diesen auch nicht gezielt auswerten und auch keine Prävalenz bestimmen. Beim Prüfen der Verdachtsfälle anderer Varianten und unserer Kommentare konnten wir jedoch drei mögliche Befunde identifizieren, die Capecchis Beschreibungen allerdings nicht glichen (Abb. 77).



Abb. 77: Mögliches Os cuneometatarsale I tibiale

40) *Os cuneometatarsale I plantare*

Erstmals beschrieben wurde dieser Knochen wohl durch Morell 1757, radiologisch wohl erstmalig durch Hasselwander^{8,41}. Pfitzner sprach von der Pars peronea metatarsalis primi. Er fand diese in einem Fall komplett eigenständig vorliegen, diskutierte aber, ob es sich nicht um eine alte, nicht synostosierte Fraktur handle. Er kam zu dem Schluss, dass es sich wahrscheinlich um ein ursprünglich eigenständiges Skelettstück handeln müsse, das meist vom Os metatarsale I assimiliert wird¹². Die Arbeitsgruppe um Capecchi fand den Knochen in 2 von 1.033 Fällen, was einer Fußprävalenz von 0,19 % entspräche⁸. Tsuruta et al. zeigten den Knochen erst in einer Übersicht ihrer zweiten Publikation, berichteten aber wie schon in der ersten Publikation keinen Fall^{13,14}. Auch Trolle nannte den Knochen, berichtete aber von keinen histoembryologischen Funden¹⁵. Leimbach fand unter 500 Fällen kein „Os cuneiforme I secundarium“⁴¹. Arho erwähnte ein „Os cuneiforme I dors. et plant.“, welches er in keiner von 358 Röntgenaufnahmen finden konnte³¹. In Suzukis Erhebung ist in einer Schemazeichnung an der Position des Os cuneometatarsale I plantare ein Ossikel namens „Os parsfibularis“ zu sehen, Prävalenzangaben dazu macht Suzuki jedoch keine³⁰. Bei Nikaido ist ein „Os cuneometatarsale I dorsale“ eingezeichnet, das sich am distalen Ende des Gelenkspaltes zwischen Os cuneiforme mediale und intermedium befindet. Eine Prävalenzangabe zu diesem Ossikel macht Nikaido nicht⁴. Die anderen Prävalenzstudien erwähnten diesen Knochen nicht^{2,3,11,20,23,25,26,28,37,38,39,40,42}.

Eine ausführliche Übersichtsarbeit von Burnett aus dem Jahr 2011 befasste sich mit dem Befund eines zweigeteilten Os cuneiforme und verstand den Begriff „Os cuneometatarsale I“ als Synonym¹⁰⁸. Der von Pfitzner und von Capecchi et al. beschriebene Fall zeigte jeweils ein deutlich kleineres plantares Ossikel zwischen Os metatarsale I und Cuneiforme mediale. Burnetts anato-

mische Beispiele hingegen zeigen den Sachverhalt eines klar zweigeteilten Cuneiforme mediale. Bei unserer eigenen Auswertung konnten wir einige Verdachtsfälle identifizieren, die wir im zweiten Auswertungsschritt dann größtenteils als Überlagerungsartefakte einschätzten. Diese Annahme kann bei diesem Knochen jedoch durchaus dazu führen, ihn zu übersehen.

Es verblieb ein einziger Befund unter 4.157 Füßen, der für uns am ehesten einem Os cuneometatarsale I entspricht (Abb. 78) (Fußprävalenz 0,02 %). In einer zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführten Lateral-Aufnahme konnte der Eindruck allerdings in Anbetracht der Projektionsüberlagerung nur bedingt bestätigt werden.



Abb. 78: Einziger Verdachtsfall eines Os cuneometatarsale I

Eigens erstbeschriebene Varianten

Os cuboideometatarsale IV-V

Unter den von uns untersuchten Füßen fanden wir ferner in drei Fällen ein Ossikel, das im Bereich zwischen den Basen der Metatarsalknochen IV und V und dem Os cuboideum lag. In der bisherigen Literatur findet sich gemäß unserer Recherche keine Beschreibung solcher Ossikel.

Der erste Fall stammt von einer 51-jährigen Patientin, zu der uns an Vorinformationen nur ein V.a. Morbus Bechterew in der Vergangenheit vorliegt. Der Befund liegt in eben beschriebener Lage am rechten Fuß (Abb. 79).

Der zweite Fall stammt von einem 30-jährigen Mann mit Z.n. Trauma, bei dem eine Calcaneusfraktur diagnostiziert wurde. Das Element in beschriebener Lage besitzt eine Größe von 10 x 7 mm (Abb. 80).

Der dritte Fall stammt vom rechten Fuß eines 17-Jährigen und misst 2,5 x 5,5 mm (Abb. 81). Die Struktur verschwindet etwas in der distalen Kante des Cuboids. Die Form präsentierte sich als von der Kante unabhängig, was für uns dafür sprach, dass es sich tatsächlich um ein Ossikel und kein Artefakt handelt. Auch dieser Patient erhielt die Röntgenaufnahme aufgrund eines Fußtraumas, es zeigten sich jedoch radiologisch keine ossären Traumafolgen.



Abb. 79: 1. Fall eines Os cuboideometatarsale IV-V



Abb. 80: 2. Fall eines Os cuboideometatarsale IV-V



Abb. 81: 3. Fall eines Os cuboideometatarsale IV-V

Diskussion

Häufige akzessorische Skelettelemente

1-2) Os subtibiale, Os subfibulare

Für das Os subtibiale ermittelten wir eine Fußprävalenz von 1,92 % (95 % KI: 1,21 %–2,6 %), für das Os subfibulare von 2,15 % (95 % KI: 1,41 %–2,84 %). Dies sind jeweils etwas höhere Werte verglichen mit den Literaturangaben, deren Summenprävalenzen bei 0,7 % (Os subtibiale) und 1,1 % (Os subfibulare) liegen. Die Prävalenzangaben sind v.a. davon abhängig, ob man fraglich mit Tibia oder Fibula synostosierte Ossikel und kalkschollenartige Strukturen in die Auswertung mit einbezieht. Eine ausreichende Begründung für das Auseinanderklaffen der Prävalenzangaben von Capecchi et al. und Leimbach auf der einen und Tsuruta et al. und uns auf der anderen Seite ist dies jedoch nicht.

Eine schlüssige Erklärung für das gehäufte Auftreten bei Männern fanden wir nicht. Da das Alter keinen Einfluss hat, erscheint eine biomechanische Ursache durch geschlechtsspezifische Gewohnheiten unwahrscheinlich oder eine solche wirkt sich bereits vor dem 18. Lebensjahr aus. Os subtibiale und Os subfibulare treten signifikant häufig zusammen auf (Odds Ratio-Werte > 6). Möglicherweise gibt es somit eine Neigung für das Auftreten von Ossikeln im Bereich des OSG, denn ein vorhandenes Os subtibiale geht auch mit einer erhöhten Wahrscheinlichkeit einher, ein Os trigonum zu finden. Die Tendenz zum beidseitigen Vorkommen des Os subtibiale erhärtet diese Hypothese. Warum das Os subtibiale bei gesetzlich Versicherten seltener vorkommt als bei Privatversicherten oder Patienten mit dem Kostenträger Berufsgenossenschaft, ist ebenfalls nicht schlüssig erklärbar.

3) Os trigonum

Die Auswertung dieses häufigen und prominenten Ossikels war ohne Schwierigkeiten möglich. Eine schlüssige Erklärung für die großen Unterschiede bei den ermittelten Fußprävalenzangaben konnten wir nicht finden. Möglicherweise spielen ethnische Faktoren eine Rolle, so ist die Prävalenz in den drei türkischen Erhebungen eher gering. Zwischen den verschiedenen japanischen Studien ergeben sich allerdings auch deutliche Prävalenzunterschiede. Unsere eigens ermittelte Prävalenz von 10,1 % (95 % KI: 8,8 %–11,37 %) entspricht etwa der Literatur-Summenprävalenz von 9,97 % (95 % KI: 9,58 %–10,38 %). Eine Prävalenzzunahme im höheren Lebensalter konnten wir im Gegensatz zu Capecchi et al. nicht nachweisen, stattdessen ein signifikant häufigeres Auftreten im jüngeren Lebensalter. Möglicherweise tritt tatsächlich im Laufe des Lebens eine Synostosierung mit dem Processus posterior tali auf (Pfitzners „Verschmel-

zung“), sodass es dann nicht mehr als eigenständiges Ossikel vorliegt. Wie für das Os subtibiale zeichnet sich eine Neigung zum Auftreten von weiteren Ossikeln ab, wenn bereits ein akzessorischer Knochen vorliegt (Korrelation mit Auftreten von Os trigonum auf der Gegenseite und Os subtibiale).

4) *Os supranaviculare*

Das Os supranaviculare konnten wir mit einer Prävalenz von 2,36 % (95 % KI: 1,71 %–3,03 %) im Vergleich zu anderen Studien deutlich häufiger nachweisen (Literatur-Summenprävalenz: 0,79 % (95 % KI: 0,66 %–0,94 %)). Möglicherweise wären einige der von uns in der 1. Kategorie eingeordneten Fälle von anderen Autoren als Projektionsartefakte eingeordnet worden. Gleichzeitig ähnelten diese Fälle aber auch genau den Fällen, die Capecchi et al., Coughlin und Brossmann et al. als Ossa supranavicularia aufführten. Die den Spalt überbrückenden Fälle der Kategorie 2 könnten differenzialdiagnostisch Kapselverkalkungen darstellen. Fraglich erscheint, wie bei einer radiologischen Fußprävalenz von ca. 0,5-2 %, Pfitzner diesen Befund anatomisch nicht häufiger nachweisen konnte. Dies würde eher für zu hohe radiologische Prävalenzangaben sprechen. Das Os supranaviculare sollte weiterhin in der anatomischen Nomenklatur enthalten sein, die Abgrenzung von Projektionsartefakten, Osteophyten und Kapselverkalkungen kann jedoch Probleme bereiten.

5) *Calcaneus secundarius*

Beim Calcaneus secundarius kann es durch Überlagerungen mit den angrenzenden Knochen zu Schwierigkeiten bez. der Beurteilung kommen, ob der Knochen eigenständig vorliegt. Die von uns ermittelte Prävalenz von 2,86 % (95 % KI: 2,31 %–3,41 %) liegt etwas über den Werten aus den meisten anderen Studien von im Schnitt 0,8 % (95 % KI: 0,68 %–0,94 %). Evtl. wird er bei etwas proximalerer Lage oder leicht verdrehter Projektion durch Überlagerungen leichter übersehen. Die Existenz des Calcaneus secundarius kann als gesichert angesehen werden. Wie auch das Os subtibiale tritt auch dieses Ossikel signifikant häufiger bei Männern auf, wobei das Lebensalter keinen Einfluss auf das Auftreten hat. Eine schlüssige Erklärung durch verhaltensbedingte biomechanische Einflüsse hierfür ergibt sich uns aus dieser Konstellation nicht. Ferner besteht eine Korrelation bez. des Auftretens auf beiden Körperseiten.

6-8) *Akzessorische Skelettelemente im Bereich des lateralen Fußwurzelrandes*

Im Rahmen unserer eigenen Auswertung bestätigte sich rasch die von Shands und Durham geäußerte Beobachtung, dass eine Unterscheidung zwischen einem Os vesalianum und einem Os peroneum anhand der Kriterien Lage zum Sulcus und Artikulation mit dem Os metatarsale V sehr

schwer möglich ist. Dies lag an den unterschiedlichen Ausprägungen des Cuboidrandes und der Apophyse des Os metatarsale V sowie dem mutmaßlichen Faserverlauf des M. peroneus longus. Hinsichtlich letzterem zogen wir Wildenauer und Müllers Publikation zu Rate, die sich mit dem Faserverlauf des Musculus peroneus longus im Bereich des Os cuboideums befasste¹⁰⁹. Dort wird eine deutliche Lagevariabilität der Musculus peroneus longus-Sehne beschrieben, die teils sogar proximal der Eminentia obliqua des Cuboids lag. Auch kann sich distal der Eminentia die Gleitfläche weit nach distal erstrecken und eine breite Fläche einnehmen. Zusätzlich beschreiben Wildenauer und Müller Faserzüge des M. peroneus longus, die direkt zur Tuberositas ossis metatarsi V ziehen. Unter Beachtung dieser anatomischen Variationen erscheint es logisch, dass ein Os peroneum somit auch eine nähere Beziehung zum Os metatarsale V aufweisen kann. Eine reine Orientierung an der Eminentia obliqua zur Unterscheidung Os peroneum und Os vesalianum ist demnach als Unterscheidungsmerkmal ungeeignet.

Bei unserer Literaturrecherche ergab sich, dass Pfitzner nämlich genau dieses Unterscheidungsmerkmal zur Zuordnung dieser Ossikel heranzog. Vesal selbst grenzte diese Knochen nicht klar voneinander ab. Die Behauptung von Neiss, dass Vesalius ein nicht existentes Ossikel als Schutzmarkierung in sein Werk einbaute, halten wir für übertrieben, gerade in Anbetracht des offensichtlich hohen wissenschaftlichen Anspruchs, den Vesal an sich hatte. Möglicherweise hatte Vesal tatsächlich ein distal gelegenes Os peroneum angetroffen. In Anbetracht der ebenso vorhandenen Darstellung eines proximal gelegenen Befundes erscheint es jedoch auch denkbar, dass Vesal bewusst eine distale Lagevariante als „Schutzmarkierung“ einzeichnete. Die Studien, die ein Vesal'sches Os vesalianum suchten, fanden entweder keine oder Befunde, die ähnlich unserer Verdachtsfälle distale Ossa peronea darstellen können. Zusammenfassend ist somit davon auszugehen, dass es sich beim Os vesalianum in Wirklichkeit um ein distales Os peroneum handelt.

Unabhängig davon wird der Begriff des Os vesalianum auch für Befunde an der Spitze der Os metatarsale V-Apophyse, teils auch synonym für persistierende Apophysen verwendet. Der Ursprung liegt in Pfitzners Vermutung, „dass ein assimiliertes Skelettstück zu einer Epiphyse wird, und zwar zu einer inkonstanten Epiphyse“. Unsere Auswertung von möglichen persistierenden Apophysen zeigte Befunde aller 3 von de Cuveland beschriebenen Apophysentypen, auch wenn viele davon (v.a. Typ I und III) Sehnenansatzverkalkungen darstellen könnten. Möglicherweise handelt es sich bei den vermeintlichen Typen I und III in Wirklichkeit oft gar nicht um persistierende Apophysen. Es erscheint möglich, dass sich im höheren Alter am Ansatz des M. peroneus brevis gehäuft Sehnenansatzverkalkungen bilden bzw. im Verlauf des Lebens als Hypomochlion

entstehen (ähnlich dem Os peroneum). Morphologisch imponieren sie tatsächlich dann ähnlich den von de Cuveland beschriebenen juvenilen Apophysentypen. Vielleicht hängt ihre Entwicklung und die Frage, ob sie eher wie eine Typ I- oder Typ III-Apophyse erscheinen, von dem genauen Ort des Sehnenansatzes ab.

Die von uns ermittelte Prävalenz für persistierende Apophysen (0,71 % (95 % KI: 0,46 %–0,95 %)) entspricht genau der gewichteten Summenprävalenz für Studien, die auf der Suche nach einem Os vesalianum persistierende Apophysen als Os vesalianum einstufen.

Aus unserer ausführlichen Literatur- und Röntgenbildauswertung geht die Empfehlung hervor, den Begriff Os vesalianum nicht mehr zu verwenden. Persistierende Apophysen und distale Ossa peronea sollten als solche bezeichnet werden. Bei der Identifikation persistierender Apophysen sollte man besonders kritisch vorgehen und Sehnenansatzverkalkungen abgrenzen. In Anbetracht der bereits verworrenen Nomenklatur erscheint es nicht sinnvoll, einen weiteren Begriff für diese ossikelartigen Befunde einzuführen.

Bez. des Os peroneums lag die von uns ermittelte Prävalenz von 22,15 % (95 % KI: 20,76 %–23,46 %) deutlich über der Literatur-Summenprävalenz von 8,3 % (95 % KI: 7,93 %–8,68 %). Unser Ergebnis liegt eher in der Größenordnung der Prävalenzen aus anatomischen Studien, die nur einen kleinen Teil der Prävalenzangaben ausmachen. Am ehesten liegt dies an der Sensitivität mit der ausgewertet wurde. Zählt man ausschließlich sehr prominente Ossikel mit eindeutiger Trabekulierung, fällt die Prävalenz niedriger aus. Die Ergebnisse der anatomischen Studien sprechen jedoch dafür, bei der radiologischen Auswertung auch dezentere Befunde in typischer Lage mit einzuschließen. 15 der 19 radiologischen, in Diagramm 18 (s. S. 42) aufgeführten Fußprävalenzstudien, wurden vor dem Jahr 1970 durchgeführt. Möglicherweise konnten diese älteren Studien aufgrund der damaligen, weniger fortgeschritteneren Aufnahmetechnik röntgenschwächere Ossikel nicht diagnostizieren.

Das Os peroneum tritt mit steigendem Lebensalter häufiger auf, wie es auch Siecke und Lunghetti bereits nachwies. Gleichzeitig gibt es aber auch prominente Befunde bei jungen Erwachsenen und knorpelige Präformierungen bei Embryonen. Wahrscheinlich kann von zwei verschiedenen Entstehungsmechanismen ausgegangen werden: Zum einen kann es zur Ossifikation von embryonal angelegtem kartilaginärem Knorpel während der Kindheit und Jugend kommen. Zum anderen ist eine langsam fortschreitende Ossifikation von Faserknorpel möglich, der sich als Adaptation auf die biomechanische Beanspruchung der Sehne des M. peroneus longus gebildet hat. Dies ist auch interessant, da gleichzeitig ein gehäuftes Auftreten von Os peroneum und Os tibiale externum (Varianten A, B und D) vorliegt, wobei die Varianten A und B ebenfalls mit

höherem Lebensalter häufiger auftreten. Auch korreliert das Auftreten auf einer Körperseite mit dem Auftreten auf der Gegenseite stark. Es scheint somit Individuen zu geben, die auf biomechanische Beanspruchungen des Fußes mit der Bildung dieser akzessorischen Knochen an der medialen und lateralen Fußseite reagieren.

9) *Os tibiale externum*

Für das *Os tibiale externum* ergaben sich in der Literaturoauswertung starke Schwankungen bei den ermittelten Fußprävalenzwerten, weswegen die Literatur-Summenprävalenz von 13,13 % (95 % KI: 12,7 %–13,58 %) kaum repräsentativ ist. Dies ist zum Teil dadurch erklärbar, dass einige Studien das *Naviculare cornutum* einbezogen, andere hingegen nicht. Komplette erklärbar sind die Schwankungen damit aber tatsächlich nicht, da allein die von uns ermittelte Prävalenz der meist sehr eindeutig nachweisbaren Variante B weit über den Ergebnissen anderer Autoren lag. Wir selbst ermittelten eine verhältnismäßig hohe Fußprävalenz von 32,48 % (95 % KI: 30,78 %–34,09 %), die aber auch von einigen anderen Autoren in dieser Größenordnung ermittelt wurde.

Wie im Ergebnisteil beschrieben, ist die Einteilung der Ossikel in 12 Unterformen nicht brauchbar und die Zuordnung gemäß der älteren Klassifikationssysteme gelingt deutlich besser.

Für unsere Auswertung differenzierten wir vom *Os naviculare* unabhängige Ossikel nach der Größe. Man hätte vermuten können, dass die kleineren Ossikel evtl. im Laufe des Lebens entstehen und die größeren Ossikel angeboren sind. Tatsächlich verhalten sich beide Ausprägungen in der statistischen Auswertung aber sehr ähnlich: Sie werden mit steigendem Lebensalter häufiger, treten bevorzugt bei Frauen und gemeinsam mit dem *Os peroneum* auf. Der Anteil mehrgeteilter Befunde ist verhältnismäßig hoch. Dies alles gilt nicht für die auch morphologisch gänzlich anders erscheinenden zwei anderen Unterformen C und D. Wir gehen in Anbetracht dessen davon aus, dass es sich bei den von uns untersuchten Gruppen A und B um eine Gruppe von Ossikeln handelt. Die Größe, Form und der Abstand zum *Os naviculare* können sehr unterschiedlich ausfallen. Der entscheidende Unterschied zu unserem Fall C ist, dass bei diesem das Ossikel wie eine Fortsetzung des *Os naviculare* erscheint und die dazwischen liegende Lücke wie ein Epiphysenspalt wirkt.

Ausreichende Korrelation zwischen dem Auftreten von einer Variante und einer anderen Variante auf der anderen Körperseite zeigten sich nicht. Dies spricht damit tendenziell eher gegen die Hypothese, dass z.B. Variante D aus Variante C entsteht. Auch scheinen somit die Ossikel der Gruppen A und B bei beidseitigem Auftreten jeweils eine ähnliche Größe zu haben.

Zusammenfassend ergibt sich die Konsequenz, das *Os tibiale externum* gemäß der alten Einteilung

lung im Sinne von Abbo, Sitenko und Mygind einzuteilen. Ein grundlegender Fehler bei der Definition der Untertypen ist es, diese anhand der Form zu definieren. In der Regel ist das Os tibiale ext. Typ 2 (Fall C) zwar „herzförmig“ und „dreieckig“, doch kann auch ein Os tibiale externum Typ 1 (Fall A und Fall B) dreieckig geformt sein. Entscheidend ist die Beziehung zum Os naviculare. Es kann anhand dessen folgende Unterteilung getroffen werden:

- Os tibiale externum Typ 1: ein vom Os naviculare gänzlich losgelöstes Ossikel variabler Größe und Form
- Os tibiale externum Typ 2: ein Ossikel, das mit dem Os naviculare bindegewebig verbunden ist und im Röntgenbild dessen Kontur fortzusetzen scheint. Die Lücke zwischen beiden Knochen ähnelt bildmorphologisch einem Epiphysenspalt.
- Os tibiale externum Typ 3: ein Os naviculare cornutum

Anhand unserer statistischen Auswertung kann vermutet werden, dass sich Typ 1 im Lauf des Lebens durch mechanische Beanspruchung aus kleinen Faserknorpelinseln entwickelt. Die Korrelation mit steigendem Lebensalter und der Anteil an mehrgeteilten Befunden sprächen dafür sowie die Korrelation mit dem Os peroneum, das ebenfalls diesen Entstehungsmechanismus aufweist. Ergänzend sei zu erwähnen, dass diese morphologische Einteilung keineswegs biomechanische Zuordnungen (wie durch Sella und Lawson getroffen) ersetzen kann.

10) Os intermetatarsium

Bei den Prävalenzangaben des Os intermetatarsium fallen deutliche Schwankungen zwischen 0 % und über 10 % auf bei einer Literatur-Summenprävalenz von 1,94 % (95 % KI: 1,74 %–2,16 %). Der von uns ermittelte Wert von 5,47 % (95 % KI: 4,6 %–6,24 %) liegt in der Mitte. Erklärt werden kann dies möglicherweise dadurch, dass auch recht dezente Befunde vorliegen, die zum Teil aus Knorpel bestehen und der eher harten Röntgenstrahlung entgehen. Auch Pfitzner berichtete, dass selbst anatomisch das Ossikel beim flüchtigen Präparieren schnell übersehen wird. Differenzialdiagnostisch sind Gefäßkalzifikationen der A. plantaris profunda abzugrenzen. In Anbetracht des häufigen bilateralen Auftretens und des histoembryologischen Nachweises erscheint eine embryonale Anlage als Entstehungsmechanismus am wahrscheinlichsten.

Seltene akzessorische Skelettelemente

Akzessorische Skelettelemente im Bereich des Innenknöchels

11) Patella malleoli

Hinsichtlich der Ossikel im Bereich des Malleolus medialis und lateralis findet sich jeweils eine ähnliche Situation, was die Beschreibung von akzessorischen Ossikeln angeht. Am weitesten kranial liegen die mediale Patella malleoli und das lateral gelegene Os retinaculi. Wir konnten zeigen, dass es bei der Nomenklatur Verwirrungen gibt, welcher Begriff welches Ossikel beschreibt. Anhand unserer qualitativen und statistischen Auswertung fanden wir keine Hinweise dafür, dass eine Patella malleoli als akzessorischer Knochen existiert. Dafür spricht, dass die Befunde von Capecchi et al. als auch unsere Verdachtsfälle durchaus auch durch Traumata verursacht worden sein konnten und dass sich in der sonstigen Literatur (radiologisch und anatomisch) so gut wie keine Hinweise für ein Vorkommen finden ließen. Anhand unserer Verdachtsfälle ergab sich eine Prävalenz von 0,19 % mit einem unteren Konfidenzintervall nahe an der 0 %-Schwelle (95 % KI: 0,06 %–0,56 %). Literatur-Prävalenzen existieren bislang nicht. Wir gehen davon aus, dass es kein akzessorisches Skelettelement im Sinne einer Patella malleoli gibt, stattdessen sollten andere Differenzialdiagnosen kritisch geprüft werden. Sollten wider Erwarten in Zukunft eindeutige Fallberichte zu dieser denkbaren Variante auftauchen, schlagen wir im Sinne einer Einheitlichkeit vor, den Begriff Patella malleoli für medial liegende Befunde zu benutzen.

12) Os intercalare tibiale

Für das Os intercalare tibiale als auch das Os intercalare fibulare ist die Datenlage ähnlich: Neben einigen wenigen Fällen bei Capecchis vierstelligem Untersuchungskollektiv finden sich keine Fallbeschreibungen oder Prävalenzangaben in der Literatur. Beim Os intercalare fibulare beschrieb der mutmaßliche Erstbeschreiber dieses Ossikel nie. Bei beiden Ossikeln muss es sich entsprechend der Lage um intraartikulär liegende Knochen handeln. Unsere Bildauswertung ergab einige Verdachtsfälle (7 für das Os intercalare fibulare, 2 für das Os intercalare tibiale). Die Gesamtprävalenzen sind mit 0,13 % (95 % KI: 0,04 %–0,47 %) (Os intercalare tibiale) und 0,52 % (95 % KI: 0,14 %–0,83 %) (Os intercalare fibulare) jedoch sehr gering. Gleichzeitig präsentierten sich unsere Funde in den zur Verfügung stehenden Projektionen relativ eindeutig. Leider lag in keinem der Fälle eine Schnittbildgebung vor, sodass auch nicht klar ist, ob der Knochen tatsächlich intraartikulär lag. Denkbar wäre somit, dass die Ossikel nicht intraartikulär, sondern anterior oder posterior der Kapsel liegen und dann besser als Ossa subfibularia oder subtibialia klassifiziert werden müssten. Leider lassen sich durch die Überlagerung von Talus mit

den beiden Malleoli mittels der tibiofibuläre Seitenaufnahme kaum Zusatzinformationen gewinnen. Geht man davon aus, dass es sich um einen freien intraartikulären Gelenkkörper des OSG handelt, lässt sich folgende Hypothese formulieren: Der Raum zwischen Fibula und Talus dürfte in den meisten Fällen der tiefste Punkt im oberen Sprunggelenk sein. Ein freier Gelenkkörper würde dort wahrscheinlicher liegen als auf der medialen Seite, was unsere Prävalenzunterschiede zwischen Os intercalare fibulare und tibiale erklären könnte. Es handelt sich somit bei beiden Ossikeln wahrscheinlich um dasselbe seltene intraartikuläre Ossikel. Da sonst allerdings auch nicht für intraartikuläre Ossikel eigene Namen vergeben werden, würde im Falle eines Auftretens eine Beschreibung gemäß Morphologie und Lage genügen. Da möglicherweise auch das Os talotibiale (s. S. 99) eine weitere Erscheinungsform desselben Ossikels darstellt, könnte auch stattdessen dieser Begriff für all diese Befunde verwendet werden.

13) Talus accessorius

Die vom (medialen) Talus accessorius berichteten Fälle von Capecchi et al., Pfitzner, Reinhardt und uns sprechen differenzialdiagnostisch alle eher für eine traumatische Genese oder ein kaudales Os subtibiale. Auch beim Werten unserer beiden Verdachtsfälle ist die Prävalenz mit 0,13 % (95 % KI: 0,04 %–0,47 %) sehr gering, ebenso wie die Literatur-Summenprävalenz von 0,17 % (95 % KI: 0,08 %–0,38 %). Die wenig intuitiven Namensgebungen Talus accessorius und Talus secundarius (für das in gleicher Höhe lateral gelegene Ossikel) führen zu zusätzlicher Verwirrung mit Verwechslungen der Begriffe. Anhand all dieser Unsicherheiten bez. der Existenz dieses Ossikels und anderer plausibler Differenzialdiagnosen sollte gemäß unserer Einschätzung der Begriff Talus accessorius nicht mehr verwendet werden.

14) Os sustentaculi

Für eine Existenz des Os sustentaculi sprechen das relativ eindeutige Vorliegen in den von uns gefundenen Fällen, der Nachweis innerhalb mehrerer Studien mit hoher Fallzahl (Literatur-Summenprävalenz: 0,19 % (95 % KI: 0,11 %–0,3 %)) und zwei Funde bei Pfitzners anatomischen Untersuchungen. Die Diagnosestellung ist durch die schwierige Abgrenzbarkeit von Projektionsartefakten erschwert, wodurch vermutlich vorrangig große Befunde als solche erkannt werden. Auch erscheint es möglich, dass es sich bei einem der von uns nicht gewerteten 6 Fälle möglicherweise doch um ein Os sustentaculi handelt und die von uns ermittelte Prävalenz höher läge. Es ist trotz der geringen ermittelten Prävalenz von 0,14 % (95 % KI: 0,04 %–0,49 %) von einer Existenz des Os sustentaculi auszugehen.

Akzessorische Skelettelemente im Bereich des Außenknöchels

15) Os retinaculi

Bis auf die zwei fraglichen Funde von Capecchi et al. und den falsch benannten Ossikeln von Waschulewski finden sich keine Literaturberichte bez. des Os retinaculi. Wir konnten keinen einzigen Fund nachweisen. In Anbetracht der spärlichen Evidenz ist davon auszugehen, dass es sich beim Os retinaculi um kein akzessorisches Ossikel handelt. Bei länglichen röntgendichten Körpern in diesem Bereich (wie von Capecchi et al. nachgewiesen) ist stattdessen differenzialdiagnostisch an losgelöste Kortikalisspäne zu denken.

16) Os intercalare fibulare

s. Auswertung des Os intercalare tibiale (S. 93)

17) Talus secundarius

Unsere wenigen Verdachtsfälle ergaben eine Prävalenz von 0,39 % (95 % KI: 0,09 %–0,68 %). Die Literatur-Prävalenz von 0,09 % (95 % KI: 0,03 %–0,25 %) liegt noch niedriger. Für den lateral gelegenen Talus secundarius ist es somit, ähnlich wie beim Talus accessorius (s. S. 94), fraglich, ob dieser Knochen überhaupt existiert. Die Definition, dass beim Talus secundarius eine Nähe zum Talus vorhanden sein sollte, ist insofern nicht brauchbar, als dass größere subfibulare Ossikel durch die alleinige Größe auch eine Beziehung zum Talus aufweisen. Bei der Os subfibulare-Auswertung fanden wir Fälle dieser Art.

Auch die Literatur ist nicht eindeutig: Bei dem von Hahn beschriebenen Fall könnte es sich auch um ein Os subfibulare handeln. Die Benennung des Knochens geht auf Pfitzner zurück, der jedoch von einer traumatischen Genese ausging. Lediglich im Fallbericht von Viana ist eine eindeutige Beziehung im Sinne einer Synostose mit dem Talus beschrieben. Zusammenfassend halten wir es für sinnvoll, dass auch der Begriff Talus secundarius nicht mehr verwendet wird. Stattdessen sollten etwas weiter distal gelegene subfibulare Ossikel als Os subfibulare eingeordnet werden. Insgesamt ist die Situation allerdings weniger eindeutig als auf der medialen Gegenseite. Sollten sich in Zukunft Fälle zeigen, in denen Synostosen mit dem Talus beschrieben werden und keine Beziehung zur Fibula besteht, dann müsste diese Entscheidung hinterfragt werden.

18) Os (processus) trochleare calcanei

Für das Os processus trochleare calcanei sind in der Literatur mehrere Fälle von Kindern beschrieben, die im Bereich des Proc. trochlearis calcanei ausgeprägte, symptomatische Ossikel aufwiesen. Dazu zählt vermutlich auch der von Schlüter beschriebene Fall. Aufgrund der Lage sollten diese Befunde einheitlich benannt werden. Diese in der Literatur bislang vorkommenden

Funde erscheinen morphologisch nicht wie ein selbstständiger Proc. trochlearis calcanei. Zwei unserer Befunde hingegen erwecken genau diesen Eindruck und präsentierten sich relativ eindeutig. Wir gehen darum von der Existenz eines verselbstständigten Proc. trochlearis calcanei aus, welcher jedoch in Hinblick auf unsere Prävalenz von 0,22 % (95 % KI: 0,07 %–0,63 %) und die Literatur-Summenprävalenz von 0,23 % (95 % KI: 0,13 %–0,32 %) sehr selten zu sein scheint. Es erscheint sinnvoll, diese Befunde mit dem Begriff Os processus trochleare calcanei statt Os trochleare calcanei zu bezeichnen. Damit ist eine genauere Abgrenzung gegenüber dem Os trochleae (s. S. 102) gegeben. Fraglich erscheint, ob es sich bei den Fallberichten von sehr prominenten symptomatischen Befunden bei Kindern und Jugendlichen tatsächlich auch um ein Os processus trochleare calcanei, also einen selbstständigen Processus trochlearis calcanei handelt. Die großen Unterschiede in der Ausprägung sprechen dagegen. Unabhängig davon bietet es sich der Kontinuität wegen an, diese prominenten Varianten auch weiterhin unter dieser Kategorie zu führen.

Akzessorische Skelettelemente im Bereich des posterioren und inferioren Talus

19) Os in sinu tarsi

Die Prävalenzangaben bez. dieses Knochens in der Literatur sind spärlich (Literatur-Summenprävalenz: 0,19 % (95 % KI: 0,09 %–0,41 %)). Bis auf bei Holle existieren keine Prävalenzangaben und Capecchi et al. und wir konnten keinen eindeutigen Fall nachweisen. Zu beachten ist auch, dass ein uns sehr eindeutig erscheinender Fall nur mithilfe einer CT-Aufnahme ausgeschlossen werden konnte, die Holle nicht zur Verfügung stand. Letztlich erscheint es uns nicht sinnvoll, das Os in sinu tarsi als eigenständig benannte Struktur weiterzuführen. Denkbar ist, dass es sich bei den positiven Befunden, ähnlich wie beim Os intercalare fibulare und tibiale, um freie Gelenkkörper gehandelt haben könnte.

20) Os talocalcaneare posterius

Wir konnten einen verhältnismäßig eindeutigen Fall eines Os talocalcaneare posterius in der talofibularen Seitenaufnahme nachweisen sowie zwei weitere Fälle, die Verschattungen in Bereich der mutmaßlichen Lage dieses Ossikels aufwiesen. Das ermittelte untere 95 %-Konfidenzintervall unser Prävalenz von 0,17 % (95 % KI: 0,06 %–0,49 %) ist sehr gering. Die Beschreibungen in der Literatur sind spärlich und es finden sich dort keine Prävalenzangaben. Hinzu kommt noch, dass weiterhin unklar ist, wie es zur Erstbeschreibung dieses Knochens kam. In Anbetracht dessen erscheint es uns trotz der von uns nachgewiesenen Verdachtsfälle wenig sinnvoll, das Os talocalcaneare posterius weiterhin in der Klassifikation von akzessorischen Fußknochen zu belassen, außer mehrere zukünftige Fallberichte belegen einen eindeutigen Fall.

Ein sicherer Nachweis würde eine groß angelegte Studie mit speziellen Projektionen oder CT erfordern. Dafür ist die klinische Relevanz jedoch zu marginal.

21) Os (accessorium) supracalcaneum

In der Literatur findet dieser Knochen nur wenig Erwähnung, bis auf Capecchis Erhebung existiert bislang keine Studie, die diesen Knochen systematisch erfasste. Literaturprävalenzangaben ließen sich nicht ermitteln. In unserer Erhebung konnten wir das Vorkommen mit einer Prävalenz von 0,65 % (95 % KI: 0,28 %–1,05 %) jedoch eindeutig nachweisen. Verwechslungen mit dem weiter ventral gelegenen Os trigonum sind bei Unkenntnis um die Existenz des Os accessorium supracalcaneum in der Routinediagnostik wahrscheinlich. Deswegen wird dieser meist wenig röntgendichte Knochen vermutlich selten beschrieben und wenn, dann als Os trigonum eingeschätzt. Die vorliegenden Fälle präsentierten sich eindeutig und morphologisch ähnlich. Das Os accessorium supracalcaneum verdient zu Recht einen Platz in der Nomenklatur akzessorischer Skelettelemente.

Akzessorische Skelettelemente im Bereich des posterioren und inferioren Calcaneus

22) Os tendinis achillis

Die Nomenklatur des Os tendinis achillis scheint auf Trolle zurückzugehen. Unter dem Begriff finden sich in der Literatur (sowohl vor als auch nach Trolles Beschreibung) allerdings kaum Publikationen und keine ermittelbare Prävalenz. Dennoch werden symptomatische und asymptomatische Fälle mit Ossifikationen im Bereich der Achillessehne beschrieben. Auch wir fanden wenige, aber eindeutige Fälle von Ossikeln im Bereich der dorsalen Achillessehne (Prävalenz: 0,32 % (95 % KI: 0,15 %–0,7 %)). Diese imponierten von der Morphologie wie verselbstständigte dorsale Fersensporne. Ätiologisch erscheinen entzündliche Prozesse oder eine traumatische Ablösung denkbar. Dafür spräche, dass der Knochen histoembryologisch nicht nachgewiesen werden konnte. Zusammenfassend kann von der Existenz ossikelartiger Strukturen im Bereich der Achillessehne ausgegangen werden. Auch wenn die Ätiologie unklar ist, bietet es sich der Einheitlichkeit wegen an, den Begriff Os tendinis achillis weiter zu benutzen.

23-24) Os tuberis calcanei und Os subcalcis

Es ist zu diskutieren, ob überhaupt eine eigene Nomenklatur von Ossikeln in dieser anatomischen Region nötig ist. Die von uns ermittelte Prävalenz lag bei 0 % für das Os subcalcis und das Os tuberis calcanei. Da es sich bei den Fällen von Heimerzheim, Capecchi et al. und Milliken um unabhängige, gut definierte Knochen in einem sonst normal entwickelten Fußskelett handelt,

müssten trotz einer von uns ermittelten Prävalenz von 0 % die Begriffe *Os tuberis calcanei* und *Os subcalcis* beibehalten werden. Wir schlagen folgende in Abb. 82 veranschaulichte Nomenklatur vor:

Der Begriff *Os tuberis calcanei* sollte entsprechend den Funden von Lachapèle und Heimerzheim für weit posterior am inferioren Calcaneus gelegene Ossikel verwendet werden. Der Name *Os subcalcis* sollte für Funde benutzt werden, die denen von Milliken und Capecchi et al. ähneln und rein inferior unter dem *Tuber calcanei* zu finden sind. Bei weiter anterior gelegenen Funden, bei denen eine Beziehung zur Plantaraponeurose gesehen werden kann, sollte, wenn überhaupt, die Bezeichnung *Os aponeurosis plantaris* gewählt werden.

Entsprechend der ätiologischen Erklärung von Capecchi et al. erscheint eine Abgrenzung der Ossikel zueinander schwer, da demnach Knochenkerne und somit Ossikel im ganzen Verlauf des *Tuber calcanei* Ossikel vorkommen könnten. Die bislang vorliegenden Fallberichte lassen aber eine mehr oder minder gute Zuordnung entsprechend der eben vorgeschlagenen Kategorien zu. Aus biomechanischen Gesichtspunkten erscheint ein Knochen im Bereich der Ferse wenig sinnvoll, da er beim Abrollprozess eher hinderlich sein dürfte.

Entsprechend der ätiologischen Erklärung von Capecchi et al. erscheint eine Abgrenzung der Ossikel zueinander schwer, da demnach Knochenkerne und somit Ossikel im ganzen Verlauf des *Tuber calcanei* Ossikel vorkommen könnten. Die bislang vorliegenden Fallberichte lassen aber eine mehr oder minder gute Zuordnung entsprechend der eben vorgeschlagenen Kategorien zu. Aus biomechanischen Gesichtspunkten erscheint ein Knochen im Bereich der Ferse wenig sinnvoll, da er beim Abrollprozess eher hinderlich sein dürfte.

25) *Os aponeurosis plantaris*

Eine Literaturprävalenzangabe für dieses Ossikel ließ sich nicht ermitteln. Wir selbst konnten bez. des *Os aponeurosis plantaris* mehrere Fälle nachweisen, die uns als Ossikel mit sehr zarter Kortikalis erschienen (Prävalenz 0,27 % (95 % KI: 0,12 %–0,63 %)). Capecchi et al. berichteten hingegen, dass es sich vermutlich stets um Verkalkungen handelt. Zu beachten ist auch, dass Harris als angeblicher Erstbeschreiber gar nicht von einem akzessorischen Knochen, sondern von Kalzifikationen der Plantaraponeurose spricht. Ähnlich wie beim *Os tendinis achillis* ähneln die Fälle morphologisch eigenständigen Fersenspornen. Vermutlich handelt es sich beim *Os aponeurosis* entweder um abgelöste Fersensporne oder Verkalkungen, die sich im Verlauf des Lebens unter mechanischer Beanspruchung zu ossikelartigen Gebilden organisieren. Es empfiehlt sich, den ohnehin wenig verwendeten Begriff *Os aponeurosis plantaris* nicht zu verwenden.

26) *Os calcaneocuboideum laterale*

Hinsichtlich des möglichen Vorliegens eines *Os calcaneocuboideum laterale* lässt sich nur schwer eine Aussage treffen, da wir es nicht vollständig mit in unserer Auswertung einbezogen hatten. Sowohl unsere Prävalenz von 0,05 % (95 % KI: 0,01 %–0,31 %) als auch Capecchis Prä-



Abb. 82: Vorschlag zur Nomenklatur für Ossikel im Bereich des inferioren Calcaneus:
1) *Os tuberis calcanei*
2) *Os subcalcis*
3) *Os aponeurosis plantaris*

valenz von 0,29 % (95 % KI: 0,1 %–0,85 %) sind sehr gering.

Capecchi et al. betonten, dass keine Beziehung zum M. peroneus longus bestehe und treffen die Differenzialdiagnose letztlich mittels Funktionsaufnahmen. Bez. der genannten Unterscheidungskriterien ist die Lagevarianz der Peroneussehne zu beachten. Wildenauer beschrieb anhand gründlicher anatomischer Studien Fälle, bei denen die Peroneus longus-Sehne am proximalen Hang der Eminentia obliqua cuboidei verläuft und eine Gleitfläche auf dem Calcaneus besteht¹⁰⁹. Somit lässt sich unserer Ansicht nach anhand der reinen Lage eines Ossikels im a.p.-, Schräg- und Seit-Bild keine Aussage treffen, ob ein Ossikel in der Sehne des M. peroneus longus liegt oder nicht. Bez. der vorgeschlagenen Funktionsaufnahmen kommt die Frage auf, inwieweit sich die Lage eines Os peroneums im Gegensatz zu einem Os calcaneocuboideum laterale bei maximaler Muskelkontraktion wirklich ändern würde und ob man die Lageänderung unter den veränderten Projektionsbedingungen sicher beurteilen kann. Letztlich lässt sich gegenwärtig noch keine klare Aussage zum Umgang mit diesem vermeintlichen Ossikel formulieren. Bei einem weit proximal gelegenen Os peroneum sollte beachtet werden, dass es sich ggf. um ein Os calcaneocuboideum laterale handeln könnte.

Akzessorische Skelettelemente im kranialen Bereich des ventralen Talus

27) Os talotibiale

Im Rahmen unserer Literaturrecherche konnten wir keinen eindeutigen Erstbeschreiber des Os talotibiale ausmachen, vielmehr Verweise auf Arbeiten von Autoren, die freie Gelenkkörper beschrieben. Unsere Funde des Os intercalare tibiale projizierten sich in der Seitenaufnahme auf dieselbe Stelle wie das Os talotibiale (s. S. 58). Auch fiel uns die deutliche Nähe zu Tibia und Talus auf, weswegen, wie von Capecchi et al. vermutet, eine Beziehung zur Gelenkkapsel wahrscheinlich ist. Gemäß unserer Entstehungshypothese bez. Os intercalare tibiale und fibulare (s. S. 93) erscheint es somit auch denkbar, dass es sich beim Os talotibiale um eine weitere Erscheinungsform desselben Knochens handelt. Da sich in der Literatur mehrere Prävalenzangaben finden (Summenprävalenz: 0,42 % (95 % KI: 0,3 %–0,59 %)) und auch wir eindeutige Befunde nachweisen konnten (Prävalenz: 0,73 % (95 % KI: 0,38 %–1,17 %)), ergibt es gegenwärtig Sinn, die aktuelle Nomenklatur für das Os talotibiale beizubehalten. Zu beachten ist, dass die saubere Diagnosestellung das Vorliegen einer a.p.-Aufnahme fordert.

28) Os supratolare

Bez. des Os supratolare sprechen die Ergebnisse aus unserer Bildauswertung (Prävalenz: 0,54 % (95 % KI: 0,19 %–0,89 %)) sowie unserer Literaturanalyse (Literatur-Summenprävalenz: 0,44 % (95 % KI: 0,33 %–0,57 %)) dafür, dass in diesem Bereich in unter 1 % der Füße eigenständige

kalkhaltige Strukturen vorkommen. Anhand der Morphologie handelt es sich letztlich aber wahrscheinlich um traumatisch abgelöste Talusnasen oder Osteophyten. Für eindeutige und prominente Befunde (s. Abb. 60) sollte der Begriff des Os supratolare weiterverwendet werden. Dezentere Verkalkungen, die von Osteophyten nur schwer abgegrenzt werden können, sollten hingegen nicht als Os supratolare bezeichnet werden.

Akzessorische Skelettelemente im Bereich der zentralen Fußwurzel

29) Os infranaviculare

Das Os infranaviculare liegt, wie auch das Os tibiale externum, in der Sehne des M. tibialis posterior. Entsprechend Capecchis Schemazeichnung und O’Rahillys Beschreibung läge es aber etwas weiter lateral und wird durch das Os naviculare in der Projektion verdeckt. Anatomisch ist nur denkbar, dass sich dieser Knochen plantar im breiten Sehnenansatz des M. tibialis posterior befindet. Unsere eigene Auswertung zeigte tatsächlich Befunde, die keiner anderen anatomischen Variante entsprachen. Auch in der Literatur finden sich eine Reihe von Beschreibungen (Summenprävalenz 0,4 % (95 % KI: 0,18 %–0,87 %)). Gegen die tatsächliche Existenz als akzessorischer Fußknochen spricht jedoch die von uns bestimmte Prävalenz von 0,28 % mit einer sehr niedrigen unteren Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls (0,01 %–0,51 %) und dass die Erstbeschreibung an einem missgebildeten Fußskelett erfolgte. Insgesamt gibt es mehrere Hinweise auf das Vorliegen eines solchen Ossikels, das jedoch ausgesprochen selten ist. In Zusammenschau erscheint ein Verbleib dieses Ossikels in der anatomischen Nomenklatur gerechtfertigt. Die Verwendung des alternativen Namens Os cuneonaviculare I dorsale erscheint durchaus sinnvoll, da damit die anatomische Lage deutlicher wird und klarer ist, dass es sich dabei nicht um ein Gegenstück zum Os supranaviculare handelt.

30) Os cuboideum secundarium

Auch das Os cuboideum secundarium kann radiologisch und anatomisch eindeutig nachgewiesen werden (eigene Prävalenz: 0,35 % (95 % KI: 0,17 %–0,54 %)). Es ist bei der Auswertung auf mögliche Überlagerungsartefakte zu achten, die ein Os cuboideum secundarium vortäuschen können. Gleichzeitig projiziert es sich in der Schrägaufnahme oft auf den medialen Rand des Cuboids, sodass es auch nicht übersehen werden darf. So erklären sich möglicherweise die unterschiedlichen Prävalenzangaben je nach Studie (Literatur-Summenprävalenz: 0,16 % (95 % KI: 0,09 %–0,28 %)).

31-32) Os unci, Processus uncinatus und seltenes akzessorisches Element

Hinsichtlich der Begriffe Os unci und seltenes akzessorisches Element herrscht viel Verwirrung innerhalb der Literatur bez. der möglichen Lage. Wie wir zeigen konnten, ist allein der Processus uncinatus beim Menschen mit einer Prävalenz von 0,05 % (95 % KI: 0,01 %–0,18 %) extrem selten. Literaturprävalenzangaben existieren nicht. Das Os unci konnte letztlich bislang kein einziges Mal nachgewiesen werden, weder vom Erstbeschreiber, noch von Capecchi et al., die einen anderen Befund beschrieben. Der Begriff sollte darum aus der Literatur gestrichen werden.

Wir konnten anhand unserer eingeführten Nomenklatur eine Prävalenz des Os cuneometatarsale III von 0,19 % (95 % KI: 0,05 %–0,35 %) und des seltenen akzessorischen Elements von 0,22 % (95 % KI: 0,06 %–0,36 %) ermitteln. Für beide Ossikel existieren bislang keine Prävalenzangaben.

Die Existenz des seltenen akzessorischen Elements kann als gesichert angesehen werden. Bez. des Os cuneometatarsale III konnten wir mehrere Fälle radiologisch nachweisen, ein anatomischer Nachweis steht jedoch noch aus. Dennoch sollte dieser Begriff verwendet werden, auch um Verdachtsfälle in diesem Bereich nicht mit Os unci benennen zu müssen. Der etwas eigentümliche Name sollte der Kontinuität willen beibehalten werden.

Von dem bislang nur bei Capecchi et al. beschriebenen Os cuboideocuneiforme III bzw. Cuboideum accessorium erfuhren wir erst im Verlauf der Auswertung, sodass sich keine sichere Prävalenz ermitteln lässt. Dass es sich bei den von uns gefundenen Fällen um Überlagerungsartefakte handeln könnte, ist nicht ausgeschlossen. Wir schlagen vor, dieses Ossikel mit dem Namen Os cuboideocuneiforme III in der Nomenklatur aufzuführen, auch wenn noch keine klare Aussage bez. Existenz oder Nicht-Existenz eines anatomischen Korrelats zu dieser Struktur gemacht werden kann.

33) Os cuneometatarsale II (dorsale)

Bez. des Os cuneometatarsale II (dorsale) finden sich nur wenige Daten in der Literatur (Literatur-Summenprävalenz: 0,12 % (95 % KI: 0,04 %–0,35 %)). Die von uns ermittelte Prävalenz ist mit 0,05 % ebenfalls sehr gering (95 % KI: 0,01 %–0,18 %). Unsere radiologischen Befunde waren jedoch etwas eindeutiger als beim Os cuneometatarsale I plantare. Für die Existenz spricht v.a. der relativ eindeutige, auch histologisch gut untersuchte Befund des Erstbeschreibers, sodass wir aus diesem Grunde die Existenz des Os cuneometatarsale II dorsale für wahrscheinlich halten. Der radiologische Nachweis ist durch Projektionsartefakte sehr erschwert.

34) Os intercuneiforme

Das Os intercuneiforme findet sich mit niedrigen Prävalenzangaben mehrfach in der Literatur

(Literatur-Summenprävalenz: 0,15 % (95 % KI: 0,08 %–0,27 %)). Die von uns ermittelte Prävalenz von 0,12 % (95 % KI: 0,01 %–0,23 %) ist relativ klein, jedoch sind die wenigen von uns gefundenen Fälle eindeutig und der Knochen wurde anatomisch nachgewiesen. In Zusammenschau handelt es sich beim Os intercuneiforme somit wahrscheinlich um einen sehr sporadisch vorkommenden akzessorischen Fußknochen. Die Ätiologie ist unklar.

35) Sesamum tibiale posterius

Zu diesem Knochen existieren keine Prävalenzangaben, aufgrund der seltenen Nennung in der Literatur erfassten wir den Knochen auch in unserer Erhebung nicht systematisch. In den wenigen Quellen, die den Knochen nennen, unterscheidet sich die vermutete Lokalisation deutlich. Selbst in der Publikation des Erstbeschreibers weichen Schemazeichnung und Lagebeschreibung stark voneinander ab. Gemäß der Schemazeichnung und der anderen Quellen ist von einer Lage im Bereich des plantaren Os cuneiforme mediale auszugehen. Dort befindet sich auch der Ansatz des M. tibialis posterior und entspricht der Lage unserer prominenten Verdachtsfälle sowie dem genannten Fallbericht. Wertet man diesen als möglichen anatomischen Nachweis, muss davon ausgegangen werden, dass es sich beim Sesamum tibiale posterius tatsächlich um ein sehr seltenes akzessorisches Ossikel handelt. Um diese Annahme abzusichern, sind Nachweise in zwei Projektionsebenen oder mittels Schnittbildgebung erforderlich.

Akzessorische Skelettelemente des medialen Fußwurzelrandes

36) Os trochleae

Wann das Os trochleae anatomisch beschrieben wurde, bleibt letztlich unklar. Die Publikation von Gillette beschreibt dieses Ossikel nicht. Pfitzner hatte Zweifel an der Existenz dieses Knochens. Selbst wenn man von einem anatomischen Nachweis ausgeht, gestaltet sich die radiologische Diagnosestellung dieses Knochens schwierig. In der lateralen Projektion ist die Unterscheidung von den auf nahegelegene Stellen projizierenden Strukturen wie dem Os tibiale externum, aber auch dem Calcaneus secundarius und Os calcaneocuboideum laterale, nahezu unmöglich. Auch die Befunde von Capecchi et al. im Seitbild könnten ohne weiteres als Calcaneus secundarius eingeschätzt werden. In der a.p.-Projektion projiziert sich das Ossikel gemäß einer Schemazeichnung von Capecchi et al. auf den Talus und kann somit rasch übersehen werden. Zusätzlich sorgt die Nomenklatur und spärliche Erwähnung in der Literatur dafür, dass Verwechslungen mit dem Os proc. trochleare calcanei wahrscheinlich sind. In unserer Studie erfassten wir den Knochen nicht systematisch, gemäß den Ergebnissen der Literaturrecherche erscheint die Existenz dieses Knochens sehr fraglich.

37) Os cuneonaviculare mediale

Das Os cuneonaviculare mediale wird nur in wenigen Prävalenzstudien erwähnt (Literatur-Summenprävalenz: 0,14 % (95 % KI: 0,04 %–0,52 %)). Unsere Erhebung ergab eine Prävalenz von 0,68 % (95 % KI: 0,42 %–1,02 %). Die von uns gefundenen Exemplare waren nur schwach röntgendicht. Umso interessanter ist der Befund des gehäuften bilateralen Auftretens in unserer Studie und die Tatsache, dass Trolle es bei Embryonen und Neugeborenen in über 10 % der Fälle nachweisen konnte. Es bleibt unklar, warum es bei Embryonen und Neugeborenen so häufig und beim Erwachsenen so selten vorkommt: Möglicherweise werden einige Befunde als Weichteilverkalkungen eingeschätzt. In Zusammenschau kann das Os cuneonaviculare mediale eindeutig als akzessorischer Fußknochen eingeordnet werden.

Ossikel zwischen dem Os cuneiforme mediale und dem Os metatarsale I

Für die in der Literatur beschriebenen Ossikel Os cuneometatarsale I tibiale, Prehallux, Os cuneometatarsale I plantare und Sesamum tibiale anterius waren unsere eigenen Funde spärlich, die Verwendung der Begriffe in der Literatur verworren. Nichtsdestoweniger gibt es immer wieder Beschreibungen von Ossikeln im Bereich zwischen Os metatarsale I und Os cuneiforme mediale mit Beziehung zum M. tibialis anterius:

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Sporadisch scheint in der beschriebenen anatomischen Region ein Ossikel im Bereich des M. tibialis anterior aufzutreten, das jedoch eine hohe Lagevarianz aufweist. Die schwammige Definition des Prehallux könnte als Ausdruck dessen verstanden werden. Nimmt man die Existenz eines solchen Ossikels an, wären die Bezeichnungen Sesamum tibiale anterius (aufgrund der Beziehung zum Muskel) oder Cuneometatarsale I (ohne nähere Beschreibung) sinnvoll.

„Prehallux“

Es ist unklar, welche genaue anatomische Lage dieser Knochen besitzen soll. Der Begriff wird in der Literatur selten und uneinheitlich benutzt. Deswegen sollte er nicht mehr verwendet werden.

38) Sesamum tibiale anterius

Bez. des Sesamum tibiale anterius konnten wir 16 Verdachtsfälle identifizieren, die jedoch bis auf einen einzigen eindeutigen Fall auch als kleiner Processus des Os cuneiforme mediale interpretiert werden könnten (Prävalenz der Verdachtsfälle: 0,38 % (95 % KI: 0,19 %–0,58 %)). Bislang gab es keine Prävalenzangaben, entweder aufgrund der Seltenheit bzw. Nicht-Existenz oder eben gerade, weil die Überlagerung mit dem Rand des Cuneiforme mediale die Diagnostik erschwert.

39) Os cuneometatarsale I tibiale

Für die Existenz eines Os cuneometatarsale I tibiale finden sich am ehesten noch Hinweise (Trolles und Heimerzheims Prehallux-Funde, der Fall von Capecchi et al.) (Literatur-Summenprävalenz: 0,08 % (95 % KI: 0,03 %–0,25 %)). Eine Prävalenz wurde von uns nicht systematisch erhoben, die von uns gefundenen relativ eindeutigen Befunde könnten auch Fälle von einem distalen Sesamum tibiale anterius darstellen.

40) Os cuneometatarsale I plantare

Bez. des Os cuneometatarsale I plantare finden sich bis auf die fragliche Beschreibung Pfitzners und die zwei von Capecchi et al. genannten Funde keine Nachweise (Literatur-Summenprävalenz: 0,11 % (95 % KI: 0,03 %–0,38 %)). Überlagerungsartefakte können ein Ossikel in dem Bereich vortäuschen oder mögliche Befunde als solche fehlgedeutet werden. Unserer einziger Verdachtsfall erbrachte eine Prävalenz von 0,02 % (95 % KI: 0 %–0,14 %).

Eigens erstbeschriebene Varianten

Os cuboideometatarsale IV-V

Die drei in unserer Auswertung gefundenen Ossikel zwischen Metatarsale IV, Metatarsale V und Os cuboideum könnten ein bislang unbeschriebenes Ossikel darstellen. Als Nomenklatur bietet sich der Begriff Os cuboideometatarsale IV-V an. Gleichzeitig ist ein wichtiges Fazit dieser Arbeit, dass eine vorschnelle Beschreibung und Benennung einer Struktur zur Anhäufung von immer weiteren akzessorischen Skelettelementen führt, die letztlich dann von anderen Arbeitsgruppen nicht bestätigt werden können. Es empfiehlt sich, auf Ossikel in dieser anatomischen Region zu achten, gleichzeitig den Begriff Os cuboideometatarsale IV-V vorerst nur sehr zurückhaltend zu verwenden.

Generelle Bewertung und Schlussfolgerung

Hinsichtlich der bislang existierenden Studien sind eine Reihe von Qualitätsmerkmalen zu bemängeln: In vielen Studien wird keine gute Unterscheidung zwischen Patientenprävalenz und Fußprävalenz vorgenommen. Wie wir zeigen konnten, schwanken dementsprechend die Prävalenzangaben theoretisch bis um den Faktor 2. Die Berechnung einer korrigierten Fußprävalenz mittels Mehrebenenanalyse, wie wir sie durchführten, findet sich in keiner Studie.

Am günstigsten wäre eine prospektive Erhebung von beiden Füßen der Studienteilnehmer mit einer Angabe, wie viele Fälle auf jeder Körperseite bzw. beidseits gefunden wurden. In unserer eigenen Studie entschieden wir uns bewusst dagegen, retrospektiv nur Untersuchungen von beiden Füßen auszuwerten. Diese stammten nämlich hauptsächlich von Rheumapatienten, was die Gefahr einer möglichen weiteren Verzerrung der Prävalenzerhebung mit sich brächte. Durch den Anteil an Röntgenbildern von Patienten aus der Rheumatologie von etwa 40 % in unserer Studie besteht natürlich die Möglichkeit, dass sich ein Einfluss von Rheumaerkrankungen auf akzessorische Elemente in der Prävalenz niederschlägt. In der statistischen Auswertung ergab sich jedoch keine auch nur annähernde Korrelation zwischen einem häufigen Ossikel und dem ärztlichen oder pflegerischen Überweiser Rheumatologie. Dies macht einen Einfluss dieser Erkrankung unwahrscheinlicher.

Ausschließlich Untersuchungen aus (zumeist unfallchirurgischen) Rettungsstellenkontakten für die Auswertung heranzuziehen, wäre eine Möglichkeit, dieses Problem zu umgehen. Die Zahl der beidseitig durchgeführten Fußröntgenbilder ist hier allerdings sehr gering und die Gefahr, eine Struktur aufgrund einer Fraktur nicht beurteilen zu können, höher. Ferner ergab sich durch die Mischung aus Patienten aus der Rheumatologie und der „Ersten Hilfe“ eine Altersverteilung, die dem normalen Altersdurchschnitt der Bevölkerung näher kommt als bei isolierter Betrachtung der beiden Gruppen.

In mehreren Studien wurden akzessorische Elemente in Schemazeichnungen oder im Publikationstext als dem Autor bekannt erwähnt, tauchten dann jedoch bei der Nennung der gefundenen Fälle nicht auf. In diesen Fällen blieb unklar, ob die Prävalenz somit bei 0 % lag oder ob nicht nach dem akzessorischen Element gesucht wurde. Andere Studien (Arho, Kruse et al. Marti, Holle) führten keine verwertbaren Patientenzahl- oder Prävalenzangaben auf.

Ferner fiel uns im Rahmen der Literaturrecherche auf, dass in manchen Publikationen (Marti, Capecchi et al.) Prävalenzangaben von anderen Autoren zitiert werden, die sich als falsch herausstellen. Dies fiel uns bei der Prüfung der Originalpublikationen auf.

Ein grundsätzliches Problem besteht darin, dass einige Elemente (z.B. Os cuneometatarsale I und

II, Os talocalcaneare posterius, Os calcaneo cuboideum laterale) nur in bestimmten, teils unüblichen Projektionen sichtbar werden. Wenn ein akzessorisches Skelettelement sowieso eine sehr niedrige Prävalenz hat, ist die Wahrscheinlichkeit, es in den klinisch gängigen Projektionen erfassen zu können, verschwindend gering.

Eine andere Schwierigkeit ging davon aus, dass die anatomischen Definitionen bez. der einzelnen akzessorischen Elemente teils unklar oder unbekannt sind. Besonders im Falle des Os vesalianum, aber auch bezüglich des Os tibiale externum und dessen Unterformen, gingen die Untersucher in den Prävalenzerhebungen von unterschiedlichen Definitionen aus. Dass unter diesen Umständen Prävalenzschwankungen im zweistelligen Prozentbereich auftreten können, ist leicht vorstellbar. Auch werden wahrscheinlich einige Varianten fälschlicherweise anderen, häufigeren Varianten zugerechnet (z. B. das Os accessorium supracalcaneum).

Goldstandard für die Beschreibung eines Ossikels mit eigener Nomenklatur sollte ein sicherer anatomischer Nachweis sein, was nicht für alle beschriebenen Varianten der Fall ist. Wie Lunghetti beschrieb, birgt jedoch auch die übliche und auch von Pfitzner verwendete Methode der Mazeration das Risiko, knorpelige Vorstufen und kleine Ossikel zu zerstören.

Analog dazu äußerte Trolle seine Bedenken, was die Härte von verwendeten Röntgenstrahlen betrifft. Diese seien oft von zu großer Härte, sodass die oft zarten akzessorischen Knochen nicht oder nur gerade so sichtbar werden. Tatsächlich sahen wir beim Os peroneum und beim Os cuneonaviculare mediale häufig eine leichte Verschattung an der Position, wo der Knochen vermutet werden kann. Die Entscheidung, in solch einem Fall die Diagnose dieses Knochens zu stellen, ist dann Abwägungssache und stark untersucherabhängig. Sowohl bezüglich des anatomischen Nachweises (vgl. Pfitzners Angaben) als bez. des radiologischen Nachweises besitzt die Untersuchungssorgfalt einen großen Einfluss auf die ermittelte Prävalenz. Zu beachten ist auch, dass sich mit der Digitalisierung der Aufnahmetechnik die Sensitivität der Röntgenaufnahmen zu diesem Zweck stark verbessert hat. So erfassten die Studien von Anfang und Mitte des 20. Jahrhunderts weniger röntgendichte Ossikel unzuverlässiger, was zu niedrigeren Prävalenzen führt. Diese Studien stellten den größten Teil der verfügbaren Prävalenzstudien dar.

Speziell für das Thema akzessorische Fußknochen zeigt sich, wie lange sich wissenschaftliche Behauptungen in der Literatur halten können. Ende des 19. Jahrhunderts gab es die Vorstellung, dass bei Säugetieren regulär vorkommende Knochen sich beim Menschen als akzessorische Skelettelemente zeigen oder mit dem regulären Skelett verschmelzen („Wanderungstheorie“). Liest man die Publikationen der damaligen Zeit, entsteht der Eindruck, dass ein regelrechter Pioniergeist ausgebrochen war und dass gezielt nach Skelettdeformitäten gesucht wurde, um die eben

genannte Theorie zu bestätigen. Dies gipfelte darin, dass (wie beim Os vesalianum und dem Os unci) vorsorglich Knochen benannt wurden, die noch nie oder nur bei Tieren gesehen wurden und der Knochen dann bei fehlgebildeten Skeletten „entdeckt“ wurde. Im Fall des Os vesalianum wurde der erste Fund von Spronck bei einem neugeborenen Mädchen mit multiplen Missbildungen und Polydaktylien berichtet⁵⁴.

Bei anderen akzessorischen Elementen ist sogar unklar, wie es diese als eigenständige Ossikel in die Literatur geschafft haben. Beim Os aponeurosis plantaris wird beispielsweise auf einen Erstbeschreiber verwiesen, der nie von einem akzessorischen Element sprach.

Diese Irrtümer aufzudecken gestaltet sich aufgrund der geringen Prävalenz der Ossikel, deren Beschreibung über vermutende Einzelfallberichte nicht hinausgeht, schwierig. Gemäß unserer eigenen Literatur- und radiologischen Auswertung konnten wir jedoch zeigen, dass mindestens 12 Varianten nicht den Status eines eindeutigen akzessorischen Skelettelements mit eigener Nomenklatur verdienen.

Nun kann in der Wissenschaft die Behauptung, es gäbe ein bestimmtes Ossikel, sehr einfach ausgesprochen werden. Der Wunsch des Forschers, eine Erstbeschreibung zu tätigen, verleitet möglicherweise dazu. Der Versuch einer Widerlegung dieser Behauptung erfordert, wie diese Arbeit zeigt, dann ein aufwendiges Literaturstudium und eine Auswertung von tausenden von Röntgenbildern. Und auch dann kann der Beweis einer Nicht-Existenz nur annäherungsweise hergestellt werden mittels einer Überprüfung, wie sich die Hypothese („Ossikel existiert nicht“) in der Praxis bewährt (vgl. Karl Poppers Wissenschaftstheorie zum Falsifikationismus). Es ergibt sich die Konsequenz, bei der Beschreibung und Etablierung neuer Varianten zurückhaltend zu sein, bis sich in der Praxis die Beschreibung als nützlich erweist. Dies gilt somit auch für das von uns erstbeschriebene Os cuboideometatarsale IV-V.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es für mindestens ein Viertel der in der Literatur erwähnten akzessorischen Fußknochen keinen Nachweis einer tatsächlichen Existenz gibt. Die Beschreibungen entstanden Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts zum Teil auf dem Boden veralteter wissenschaftlicher Theorien, der Fehldeutung von Befunden der damals neuen Röntgendiagnostik oder im Rahmen von falschen Interpretationen anderer Publikationen. Für andere, seltene Ossikel hingegen konnten wir die Existenz anhand unserer Auswertung bestätigen und erstmalig verlässliche Prävalenzangaben ermitteln.

Mit unserer eigenen Arbeit schaffen wir eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für die zukünftige Zuordnung akzessorischer Knochen des Fußes mit eindeutiger Nomenklatur und Definition eines jeden Ossikels.

Schriftenverzeichnis

- ¹Brossmann J, Czerny C, Freyschmidt J. Freyschmidt's „Köhler/Zimmer“: Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen in der Radiologie des kindlichen und erwachsenen Skeletts. 14th ed. Stuttgart: Thieme, 2000:937-1069.
- ²Coskun NK, Yuksel M, Cevener M, Arican RY, Ozdemir H, Bircan O, Sindel T, Ilgi S, Muzaffer S. Incidence of accessory ossicles and sesamoid bones in the feet: a radiographic study of the Turkish subjects. *Surg Radiol Anat* 2009;31:19-24.
- ³Burman MS, Lapidus PW. The functional disturbances caused by the inconstant bones and sesamoids of the foot. *Arch Surg* 1931;22:936-75.
- ⁴Nikaido K. 足過剰一骨に関する研究 (Studie zu akzessorischen Ossikeln des Fußes). *Hokkaidō seikei saigai geka zasshi* (The Hokkaidō journal of orthopedic & traumatic surgery) 1959;5:19-32.
- ⁵Parsons FG, Keith A. Seventh report of the Committee of collective investigation of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland for the year 1896-97. *J Anat Physiol* 1897;32:182-6.
- ⁶Kerner D. Andreas Vesalius und das Os Vesalianum. *Zentralbl Chir* 1957;82:217-21.
- ⁷Capecchi V, Cicala G, Crisafulli A. Le ossa soprannumerarie del piede (Parte I). *Acta orthopaedica Italica* 1964;10.
- ⁸Capecchi V, Cicala G, Crisafulli A. Le ossa soprannumerarie del piede (Parte II). *Acta orthopaedica Italica* 1965;11.
- ⁹Neiss A. Das Os vesalianum ist eine Konstruktion. *Verh Anat Ges* 1964;59:226-34.
- ¹⁰O'Rahilly R. A survey of carpal and tarsal anomalies. *J Bone Joint Surg Am* 1953;35:626-42.
- ¹¹Holle F. Ueber die inkonstanten Elemente am menschlichen Fusskett. München, 1938:4-17,22-48.
- ¹²Pfützner W. Beiträge zur Kenntniss des menschlichen Extremitätenskelets: VII. Die Variationen im Aufbau des Fusskett. In: Schwalbe G, ed. *Morphologische Arbeiten, Sechster Band*. Jena: Fischer; 1896:245-527.
- ¹³Tsuruta T, Nishida M, Sano M, Ogihara Y, Mukai S. Über die inkonstanten Skelettelemente am Fuss. *Mie Med J* 1968;18:73-87.
- ¹⁴Tsuruta T, Shiokawa Y, Kato A, Matsimoto T, Yamazoe Y, Oike T, Tsutomu S, Saito M. Radiological study of the accessory skeletal elements in the foot and ankle. *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi* 1981;55:357-70.
- ¹⁵Trolle D. Accessory bones of the human foot. Copenhagen, Dänemark: Einar Munksgaard; 1948:1-115,230-8,250-72.

- ¹⁶Moore KL, Vidhya TNV, Viebahn C. Embryologie: Entwicklungsstadien - Frühentwicklung - Organogenese - Klinik. 5th ed. München: Elsevier, Urban & Fischer, 2007:91-107, 421-54.
- ¹⁷Benjamin M, Qin S, Ralphs JR. Fibrocartilage associated with human tendons and their pulleys. *J Anat* 1995;187:625-33.
- ¹⁸Zadek I, Gold AM. The accessory tarsal scaphoid. *J Bone Joint Surg Am* 1948;30-A:957-68.
- ¹⁹Coughlin MJ. Sesamoids and accessory bones of the foot. In: Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL, eds. *Surgery of the foot and ankle*. 8th ed. Amsterdam, Niederlande: Elsevier 2006:531-610.
- ²⁰Cilli F, Akçaoğlu M. The incidence of accessory bones of the foot and their clinical significance. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2005;39:243-6.
- ²¹Huang J, Zhang Y, Ma X, Wang X, Zhang C, Chen L. Accessory navicular bone incidence in Chinese patients: a retrospective analysis of X-rays following trauma or progressive pain onset. *Surg Radiol Anat* 2014;36:167-72.
- ²²Kruse RW, Chen J. Accessory bones of the foot: clinical significance. *Mil Med* 1995;160:464-7.
- ²³Longo UG, Marinozzi A, Petrillo S, Spiezia F, Maffulli N, Denaro V. Prevalence of accessory ossicles and sesamoid bones in hallux valgus. *J Am Podiatr Med Assoc* 2013;103:208-12.
- ²⁴Mann RW. Calcaneus secundarius: description and frequency in six skeletal samples. *Am J Phys Anthropol* 1990;81:17-25.
- ²⁵Vasiljević V, Marković L, Vasić-Vilić J, Mihajlović D, Nikolić B, Milosević S. Accessory bones of the feet – radiological analysis of frequency. *Vojnosanit Pregl* 2010;67:469-72.
- ²⁶Kır H, Kandemir S, Olgaç M, Yıldırım O, Şen G. The incidence and distribution of accessory ossicles of the foot. *Ş.E.E.A.H. Tıp Bülteni (The Medical Bulletin of Şişli Etfal Hospital)* 2011;45:44-7.
- ²⁷Hachiya H. Os subtibiale, Os subfibulare, Os styloides. *Orthop Surg* 1961;7:411-6.
- ²⁸Matsui E. On the sesamoid bones around the ankle joint of the patients at our hospital. *Chūbu Nippon Seikeigeka Saigaikeka Gakkai (The Central Japan journal of orthopaedic & traumatic surgery)* 1964;7:539-41.
- ²⁹Sugano T. L'os tibiale externum (L'os t.e.) et les douleurs du pied. *Arch jap Chir* 1955;24:410-4.
- ³⁰Suzuki K. 三角骨について (Über das Os trigonum). *Orthop Surg* 1957;8:84-9.
- ³¹Arho AO. Raajojen ylilukuiset luut röntgenkuvissa. *Duodecim* 1940;56:399-410.
- ³²Lunghetti B. Contributo alla studio della morfologia e dello sviluppo dei sesamoidi intratendinei. *Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie* 1909;26:47-83.
- ³³Vesalius A. *De Humani corporis fabrica libri septem*. Basel, Schweiz: 1543:142-9,163-8. (Abgerufen am 29.09.2015 unter <http://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-20094>.)

- ³⁴Marti T. Die Skelettvarietäten des Fusses. In: Debrunner H, Francillion MR, eds. *Praktische Beiträge zur Orthopädie, Heft II*. Bern, Schweiz: Hans Huber; 1947.
- ³⁵Lacouboulos JH, Burrows AM. (2000). Frequencies of accessory bones in the human foot. *Am J Phys Anthropol* 111 Suppl 30,203-4.
- ³⁶Brown LD, Cai TC, DasGupta A. Interval Estimation for a Binomial Proportion. *Statistical Science* 2001;16.2:101-17.
- ³⁷Bizarro AH. On sesamoid and supernumerary bones of the limbs. *J Anat* 1921;55:256-68.
- ³⁸Geist ES. Supernumerary bones of the foot-A röntgen study of the feet of one hundred normal individuals. *Am J Orthop Surg* 1906:403-14.
- ³⁹Heimerzheim A. Über einige akzessorische Fußwurzelknochen nebst ihrer chirurgischen Bedeutung. *Langenbecks Arch Surg* 1925;190:96-112.
- ⁴⁰Kleinberg S. Supernumerary bones of the foot. *Ann Surg* 1917;65:499-509.
- ⁴¹Leimbach G. Beiträge zur Kenntnis der inkonstanten Skeletelemente des Tarsus. (Akzessorische Fußwurzelknochen.). *Arch Orthop Trauma Surg* 1937;38:431-48.
- ⁴²Schönekeß P. Anomalien der Fusswurzelknochen. Münster, 1935:1-20
- ⁴³Shands AR, Durham NC. The accessory bones of the foot - An X-Ray study of the feet of 1054 patients. *South Med Surg* 1931;93:326-34.
- ⁴⁴Bircher E. Neue Fälle von Varietäten der Handwurzel und des Fußgelenkes. a) Os Trigonum traumaticum? b) Os subtibiale. *Fortschr Geb Rontgenstr* 1918;26:85-8.
- ⁴⁵Coral A. The radiology of skeletal elements in the subtibial region: incidence and significance. *Skeletal Radiol* 1987;16:298-303.
- ⁴⁶Takemitsu Y, Arisawa O, Inoue T, Matsuzaki A, Yamaguchi A. Statistical Study of Os Subtibiale and Os Subfibulare. *整形外科と災害外科 (Orthopaedics and Traumatology)* 1961;11:7-10.
- ⁴⁷Gruber W. Ueber eine im sinus tarsi hängende bewegliche Ossification. *Virchow Arch Path Anat* 1888;113:533-4.
- ⁴⁸Waschulewski H. Akzessoria im Fußgelenksbereich. *Beitr Orthop Traumatol* 1972;19:176-80.
- ⁴⁹Capecchi V. Studi sulle variazioni di frequenza di alcune ossa accessorie del piede in rapporto all'età – II. L'“Os trigonum”. *Acta orthopaedica Italica* 1962;8.
- ⁵⁰Thomson A. Report of the Committee of Collective Investigation of the Anatomical Society of Great Britain and Ireland for the Year 1889-90. *J Anat Physiol* 1890;25:98.
- ⁵¹Moullin CM. The os trigonum (Bardleben) of the tarsus as a source of error in the interpretation of skiagraphs. *Br Med J* 1901;1:16.
- ⁵²Pirie AH. A normal ossicle in the foot frequently diagnosed as a fracture. *Archives of radiology*

and electrotherapy 1919;24:93-5.

⁵³Siecke H. Beitrag zur Genese des Os peroneum (Beobachtung an 250 röntgenologisch festgestellten Ossa peronea). *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1964;98:358-70.

⁵⁴Baastrop CI. Os vesalianum tarsi and fracture of tuberositas ossis metatarsi V. *Acta radiol* 1922;1:334-48.

⁵⁵Pfizzner W. Die Sesambeine des Menschen. In: Schwalbe G, ed. *Morphologische Arbeiten, Erster Band*. Jena: Fischer; 1892:517-762.

⁵⁶Benjamin M, Ralphs JR. Fibrocartilage in tendons and ligaments-an adaptation to compressive load. *J Anat* 1998;193:481-94.

⁵⁷Gruber W. Auftreten der Tuberositas des Os Metatarsale V sowohl als persistierende Epiphyse, als auch mit einer an ihrem äusseren Umfange aufsitzenden persistierenden Epiphyse. *Virchows Arch Pathol Anat Physiol Klin Med* 1885;99:460-71.

⁵⁸Schinz HR. Das Os vesalianum ist das Tarsale 5. *Fortschr Geb Rontgenstr Nuklearmed* 1957;87:126-7.

⁵⁹de Cuveland E. Die Apophyse des Metatarsale V und Os vesalianum. *Fortschr Geb Rontgenstr* 1955;82:251-7.

⁶⁰Schouwey J. Die Entwicklung der Tuberositas metatarsi V. *Deutsche Zeitschr f Chir* 1912;118:531-48.

⁶¹Iselin H. Wachstumsbeschwerden zur Zeit der knöchernen Entwicklung der Tuberositas metatarsi quinti. *Deutsche Zeitschr f Chir* 1912;117:529-35.

⁶²Canale ST, Williams KD. Iselin's disease. *J Pediatr Orthop* 1992;12:90-3.

⁶³Offenbecker AM, Case DT. Accessory navicular: a heritable accessory bone of the human foot. *Int J Osteoarchaeol* 2012;22:158-67.

⁶⁴Mygind HB. The accessory tarsal scaphoid; clinical features and treatment. *Acta Orthop Scand* 1953;23:142-51.

⁶⁵Sella EJ, Lawson JP. Biomechanics of the accessory navicular synchondrosis. *Foot Ankle* 1987;8:156-63.

⁶⁶Coskun NK, Arican RY, Utuk A, Ozcanli H, Sindel T. The incidence of accessory navicular bone types in Turkish subjects. *Surg Radiol Anat* 2009;31:675-9.

⁶⁷Capecchi V. Studi sulle variazioni di frequenza di alcune ossa accessorie del piede in rapporto all'età. III. L'os tibiale externum. *Acta orthopaedica Italica* 1962;8.

⁶⁸Tokmakoff AS. Zur Anatomie des „Os intermetarseum Gruberi“. *Anat Anz* 1928;66:334-41.

⁶⁹Faber A. Über das Os intermetarseum. *Zeitschrift für orthopädische Chirurgie, einschliesslich der Heilgymnastik und Massage* 1934;61:186-96.

- ⁷⁰ Henderson RS. Os intermetatarsium and a possible relationship to hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br.* 1963;45-B:117-21.
- ⁷¹ Reinhardt K. Der Talus accessorius. *Rofo* 1966;104:121-3.
- ⁷² Hasselwander A. Untersuchungen über die Ossification des menschlichen Fuss skelets. *Z Morphol Anthropol* 1903;5:438-508.
- ⁷³ Güntz E. Die Entstehung der inkonstanten Skeletelemente und ihre Beziehung zur Pathologie des Fußes. *Arch Orthop Unfallchir* 1941;41:87-108.
- ⁷⁴ Schlüter A. Zwei Fälle von Talus secundarius im jugendlichen Alter. *Arch Orthop Unfallchir* 1953;45:624-8.
- ⁷⁵ Viana SL, Fernandes JL, Mendonca JLF, Freitas FMO. Painful os talus secundarius: a case report and imaging findings. *Foot Ankle Int* 2007;28:624-5.
- ⁷⁶ Oliveira F, Serrano P, Faísca J, Mariano J. Symptomatic os talus secundarius: a case report. *Eur Orthop Traumatol* 2012;3:261-2.
- ⁷⁷ Hahn JE. Surgical excision of an os talus secundarius: a case report. *J Foot Surg* 1978;17:129-31.
- ⁷⁸ Callanan I, Williams L, Stephens M. „Os post peronei” and the posterolateral nutcracker impingement syndrome. *Foot Ankle Int* 1998;19:475-8.
- ⁷⁹ Bierman MI. The supernumerary pedal bones. *AJR* 1922;9:404-11.
- ⁸⁰ Hirschtick AB. An anomalous tarsal bone. *J Bone Joint Surg Am* 1951;33-A:907-10.
- ⁸¹ Uhrbrand B, Jensen TT. A case of accessory calcaneus. *Acta Orthop Scand* 1986;57:455.
- ⁸² Krause JO, Rouse AM. Accessory calcaneus: a case report and literature review. *Foot Ankle Int* 1995;16:646-50.
- ⁸³ Wünschel M, Wülker N, Kluba T. Progressive pes adductus caused by an accessory calcaneus: a case report. *Foot Ankle Int* 2007;28:838-40.
- ⁸⁴ Baghla DPS, Shariff S, Bashir WA. Acquired cavo-varus deformity caused by an accessory calcaneus: a case report and literature review. *Skeletal Radiol* 2010;39:193-7.
- ⁸⁵ Warren R. Ganglion of the sinus tarsi - A case report. *American Journal of Sports Medicine* 1980;8:133-4.
- ⁸⁶ Schnaberth K. Osteochondritis dissecans im unteren Sprunggelenk. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1939;69:186-91.
- ⁸⁷ Schmitt H. Ein akzessorischer Knochen oberhalb des Kalkaneus (Os accessorium supracalcaneum bilaterale aut unilaterale). *Rontgenprax Diagn Rontgen Radium Lichtther* 1938;10:137-8.
- ⁸⁸ Haglund P. Case of achillotendinitis ossificans. *Acta chir Scand* 1928;63:293.
- ⁸⁹ Mády F, Vajda A. Bilateral ossification in the achilles tendon: a case report. *Foot Ankle Int*

2000;21:1015-8.

⁹⁰Hatori M, Matsuda M, Kokubun S. Ossification of Achilles tendon - report of three cases. Arch Orthop Trauma Surg 2002;122:414-7.

⁹¹Milliken RA. Os subcalcis. Am J Surg 1937;37:116-7.

⁹²Harris HA. Bone growth in health and disease: the biological principles underlying the clinical, radiological, and histological diagnosis of perversions of growth and disease in the skeleton. London, England: Oxford University Press, 1933:196-8.

⁹³de Cuveland E. Über bisher nicht beschriebene inkonstante Skelettelemente des Fußes. Rofo 1955;83:55-61.

⁹⁴Teichert G. Os calcaneocuboideum laterale. Rofo 1956;84:647-8.

⁹⁵Schösserer W. Freier Gelenkkörper im oberen Sprunggelenk. Zentralbl Chir 1928;55:2256-7.

⁹⁶Puhl H, Lindemann K. Über die Entstehung freier Körper im Talocruralgelenk. Arch Orthop Unfallchir 1938;38:726-39.

⁹⁷Elsner W. Über einen seltenen akzessorischen Knochen am Fußskelet: das os supratalare. Arch Orthop Unfallchir 1952;45:53-8.

⁹⁸Tol JL, van Dijk CN. Anterior ankle impingement. Foot Ankle Clin N Am 2006;11:297-310.

⁹⁹Dwight T. Os intercuneiforme tarsi, os paracuneiforme tarsi, Calcaneus secundarius. Anat Anz 1902;20:465-72.

¹⁰⁰Ferguson AB. A rare accessory bone of the foot. J Bone Joint Surg 1932;14:382-3.

¹⁰¹Güntz E. Traumatische Veränderungen oder akzessorischer Knochen am Fußrücken zwischen Kuneiforme II und Metatarsale II? Röntgenprax Diagn Röntgen Radium Lichtther 1935;7:463-6.

¹⁰²Prescher A. Some remarks on, and a new case of the rare os intercuneiforme (Dwight). Ann Anat 1997;179:317-20.

¹⁰³Jones FW. Structure and function as seen in the foot. London, England: Baillière, Tindall and Cox, 1944:97-8.

¹⁰⁴Saxena A. Removal of an unusual pedal ossicle in an elite distance runner: a case report. J Foot Ankle Surg 2009;48:191-5.

¹⁰⁵Gillette EP. Des os sésamoïdes chez l'homme. J Anat Physiol 1872;8:506-38.

¹⁰⁶Zimmer EA. Skelettelemente medial des Cuneiforme I. Acta radiol 1950;34:102-14.

¹⁰⁷Carlier P. Os surnuméraire rare du tarse. Bulletins et mémoires de la Société Anatomique de Paris 1924;93:272-3.

¹⁰⁸Burnett SE, Case DT. Bipartite medial cuneiform: new frequencies from skeletal collections and a meta-analysis of previous cases. Homo 2011;62:109-25.

¹⁰⁹Wildenauer E, Müller W. Die Sehne des Musculus fibularis longus im Bereiche des Os cuboides und ihre Beziehungen zu den kurzen Fußmuskeln. Z Anat Entwicklungsgesch 1951;115:443-51.

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Benjamin Martin Ochs, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema „Prävalenzbestimmung von akzessorischen Skelettelementen im Bereich der Fußwurzel und des oberen Sprunggelenks beim Erwachsenen“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Meine Anteile an etwaigen Publikationen zu dieser Dissertation entsprechen denen, die in der untenstehenden gemeinsamen Erklärung mit dem Betreuer angegeben sind. Sämtliche Publikationen, die aus dieser Dissertation hervorgegangen sind und bei denen ich Autor bin, entsprechen den URM (s.o) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156,161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Komplette Publikationsliste

Buchkapitel

Ochs B, Bschor T. Lithiumaugmentation. In: Konrad C, ed. Therapie der Depression: Praxisbuch der Behandlungsmethoden. 1. Auflage. Heidelberg: Springer, 2016.

Wissenschaftliche Artikel

Ochs B, Bschor T. Ist eine medikamentöse Therapie bei leichten depressiven Episoden sinnvoll? (CME-Fortbildungsartikel), 2017. (Aufgerufen am 10.12.2017 auf https://www.my-cme.de/wp-content/uploads/arztcme_leichte_depressionen_2017.pdf).

Ochs B, Bschor T. SOP Lithiumaugmentation. PSYCH up2date 2017; 11(04): 293-297.

Danksagung

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. med. Marc Dewey für die außerordentlich kompetente und verlässliche Begleitung der wissenschaftlichen Arbeit.

Herrn Prof. Dr. med. Andreas Winkelmann danke ich für die initiale Überlassung des Themas und Alejandra Rodríguez Sánchez für die tolle Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Ein besonderer Dank gilt meiner Frau, meiner Tochter und meinem Sohn für die große moralische Unterstützung.

Danken möchte ich außerdem meinen Eltern für die vielen motivierenden Worte und den Beistand in allen Phasen dieser Arbeit.