

AUS DEM ANATOMISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT BASEL.

---

DIE  
**BLUTGEFÄSSE DER SEHNEN.**

VON  
**HARUJIRO ARAI,**  
TOKYO, JAPAN.

---

*Mit 23 Abbildungen auf den Tafeln 26/41.*

---



Die anatomischen Untersuchungen über die Blutgefäße der Sehnen sind nicht sehr zahlreich, obgleich manche Angaben darüber in der Literatur vorhanden sind. Ich will keine erschöpfende Aufzählung derselben versuchen, doch trägt für die richtige Auffassung der vorliegenden Beobachtungen die folgende kurze Umschau einiges bei.

In dem *Traité d'Anatomie descriptive* von Sappey, 3. Aufl., finde ich im 2. Band unter *Myologie* S. 32 eine Schilderung der Sehnengefäße, die auf speziellen Studien hierüber beruht, welche der nämliche Autor in den *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* 1866 tom. 62 S. 1116 veröffentlicht hat. Dabei wurde gezeigt, dass die Sehnen, welche man bisher als wenig gefäßreich angesehen hatte, in Wirklichkeit eine grosse Menge Gefäße enthalten.

Die Gefäße entspringen aus den grösseren Stämmen in der nächsten Umgebung. Einige feinere senken sich in die umgebende Sehnenscheide und in die oberflächlichen Sehnenbündel; andere, stärkere und mit einer *Tunica mucosa* versehene, gelangen eben dorthin und alle anastomosieren in der Umhüllungsschichte der Sehne. Durch diese Anastomosen bilden sie ein sehr schönes Netz mit unregelmässigen Maschen. Siehe meine Fig. 1.

Von der Umhüllungsschichte der Sehne dringen Arterien und Venen zwischen die Sehnenbündel in die Tiefe, teilen sich und anastomosieren miteinander auf der ganzen Länge ihres Verlaufes. Sie geben auf diese Weise langen Arkadenreihen den Ursprung, die oft dreifach übereinander liegen, die eleganteste Anordnung aufweisen und einen nahezu unendlichen

Wechsel darbieten. Gerade zwischen den Sehnenbündeln entfalten sie einen wahren Luxus von Varianten (Fig. 2).

An den sekundären Sehnenbündeln finden sich z. B. Verzweigungen der zartesten Form; jedes Bündel wird von einem Kapillarnetz umgeben, ähnlich wie dies bei den Muskelfasern der Fall ist (Fig. 5). Abbildungen hat Sappey nicht gegeben, aber seine Angaben sind gleichwohl von anderen französischen Autoren berücksichtigt worden. So hat z. B. Testut die von Sappey gegebene Schilderung in Kürze angeführt, besonders die Arkaden hervorgehoben und auf Pouchet hingewiesen, der ebenfalls die Kapillaren an der Oberfläche der sekundären Sehnenbündel beobachtet hat. Die Arbeit von Pouchet konnte ich leider nicht erhalten. Von diesen Angaben französischer Autoren ist in die Lehrbücher der Anatomie deutscher Zunge nichts aufgenommen worden. Selbst ein Werk, das eben in 7. Auflage, erscheint und sonst den heutigen Standpunkt unserer Kenntnisse nach sehr vielen Richtungen ins Auge fasst, bemerkt: »so reich das Muskelfleisch mit Gefässen versorgt erscheint, so spärlich ist dies bei den Sehnen der Fall, insbesondere in deren Innerem, welches bei kleinen Sehnen ganz gefässlos sein könne. In dem umscheidenden Bindegewebe fehlte es dagegen nicht an Gefässen, welche weitmaschige Kapillarnetze bilden«.

Diese unzureichenden Angaben sind wohl teilweise auf Kölliker zurückzuführen. Er rechnet in seiner mikroskopischen Anatomie, Leipzig 1850, II. Bd. S. 235, die Sehnen zu den an Blutgefässen ärmsten Teilen des Körpers. Die kleineren Sehnen seien im Inneren ohne alle Spur von Blutgefässen, doch fügt er hinzu, besäßen sie äusserlich in dem mehr lockeren Bindegewebe, das sie umhüllt, reichliche weitmaschige Kapillarnetze, aus denen hie und da einzelne Kapillaren auch in die oberflächliche Sehnenlagen eindringen. Bei stärkeren Sehnen werden dieselben schon deutlicher, und bei denjenigen des Triceps surae, des Quadriceps u. s. w. erkennt das unbewaffnete Auge

kleine eindringende Arterien und Venen und lassen sich durch Mikroskop und Injektion spärliche Gefässnetze auch in tiefen Schichten nachweisen, doch sind auch hier die innersten Sehnen-  
teile vollkommen gefässlos. Kölliker hat immerhin das Eindringen von Gefässnetzen auch in tiefere Schichten hervor-  
gehoben. Die nämlichen Angaben kehren in der 6. Auflage seines Handbuches wieder.

Diese fragmentarischen Kenntnisse über die Blutgefäße der Sehnen sind jüngst durch eine Arbeit von Wollenweber bedeutend erweitert worden, die in der Zeitschrift für orthopädische Chirurgie 1905, Band XIV, Heft 2, S. 312, reich illustriert, veröffentlicht wurde.

Schon vor der Bekanntschaft mit dieser Arbeit hatte ich auf Anregung des Herrn Professor Corning Injektionen an menschlichen Feten und Neugeborenen und an den Füßen Erwachsener mit japanischer Tusche vorgenommen, um die Gefäße der Sehnenscheiden und der Sehnen genauer kennen zu lernen.

Die Vergleichung meiner Präparate mit den Abbildungen Wollenwebers zeigte, dass ich in mancher Hinsicht deutlichere Bilder erhalten und durch die von mir angewandte Methode in einzelnen Fällen mehr Einsicht gewonnen hatte.

So entschloss ich mich denn auch, meine Abbildungen zu veröffentlichen. Denn es handelt sich, wie Wollenwebers richtig ausgeführt hat, bei den Gefässen der Sehnen gerade jetzt auch um praktische Fragen. Die Sehnen bilden in der Chirurgie ein ausgedehntes Operationsgebiet. Sie werden sowohl der Länge als der Quere nach getrennt, transplantiert und dabei versucht man, neue Verbindungen herzustellen.

Bei all diesen Operationen spielt das Verhalten der Gefäße bekanntlich eine wichtige Rolle.

Ich möchte nun den Angaben über meine Figuren einige Worte über die Methoden vorausschicken, die Wollenwebers

und ich angewendet haben, weil dadurch die Verschiedenheit mancher Ergebnisse verständlich wird.

Nach Ausspülung des arteriellen Systems der Arteria iliaca und femoralis wurde von Wollenweber eine 50 % Quecksilber-Terpentin-Emulsion unter starkem Drucke injiziert, dann die Muskeln einzeln präpariert und herausgelöst. Bei einer grossen Anzahl von Muskeln wurde das feine Peritonium abpräpariert, um zu sehen, ob vielleicht in der Sehne selbst längs verlaufende arterielle Gefässe vorhanden wären, die von den Muskelarterien oder von den Knochen aus in den Ansatz der Sehne hineinzögen; bei anderen Muskeln wurde dieses Peritonium an der Sehne belassen, um die Art der arteriellen Verzweigungen in demselben zu studieren.

Die Abbildungen sind dann mit Hilfe von Röntgenbildern hergestellt worden, die bekanntlich an Treue in der Wiedergabe der Details der direkten Photographie nicht nachstehen, aber doch in mancher Hinsicht verschieden sind, wie dies bei Gelegenheit der Darstellung anderer anatomischer Verhältnisse ja ausgiebig erörtert wurde.

Meine Objekte dagegen wurden mit japanischer Tusche injiziert, dann fixierte ich sie in 10 % Formol und fertigte mikroskopische Schnittpräparate von 15—20  $\mu$ . Dicke sowie auch Totalpräparate an.

Die Abbildungen sind Autotypien nach photographischen Aufnahmen mit Ausnahme von drei Figuren, Nr. 21, 22 und 24, die nach getreuen Zeichnungen angefertigt werden mussten, um die Schlagschatten zu vermeiden, welche bei Photographien so oft störend wirken. Die Originale für diese Autotypien wurden von dem Institut für wissenschaftliche Photographie des Herrn Georg Hausmann, früher Cassel jetzt Göttingen, hergestellt, dem ich die Präparate zugeschickt habe und der recht scharfe Bilder geliefert hat. Schwarze Tusche ist für die Mikrophotographie von Gefässen günstig; sie wurde ohne jede weitere Zutat

verwendet; das Anreiben der festen Tusche besorgte ich selbst, weil das im Handel vorkommende flüssige Präparat mir wegen der unkontrollierbaren Zusätze nicht vorteilhaft erschien. Die festen Tuschstücke liess ich mir direkt aus Japan kommen. Die Abbildungen sind ohne jede Retouche wiedergegeben; sie entsprechen also vollkommen den Originalpräparaten.

Ich habe den einzelnen Figuren eine ausführliche Erklärung beigelegt und in die Figuren selbst noch Hinweise mit Linien aufgenommen, so dass es möglich wurde, den Text kurz zu fassen. Es sind die Figuren, welche selbst als Text wirken sollen und den Hauptteil der Abhandlung ausmachen.

Um Missverständnisse zu vermeiden seien mir einige Bemerkungen über die von mir gebrauchten Termini technici gestattet: Ich richtete mich nach der Baseler anatomischen Nomenclatur, die im Lehrbuch der Anatomie des Menschen von W. Krause eine sichere Interpretation gefunden hat.

Vaginae fibrosae tendinum oder fibröse Sehnenscheiden heissen jene länglichen, ziemlich engen Halbkanäle, welche bei manchen Sehnen, jedoch nicht bei allen, vorhanden sind. Diese Vaginae fibrosae tendinum sind mit benachbarten Knochen verbunden und werden oft durch Ligamenta vaginalia (Sehnenscheidenbänder) verstärkt. Innen sind sie von den Vaginae mucosae tendinum, den Schleimscheiden der Sehnen ausgekleidet, in welchen die Sehnen gleiten und mitunter sind sie durch Befestigungsbänder (Vincula tendinum) an die fibrösen Sehnenscheiden angeheftet.

Von der Vagina mucosa tendinum ist ferner zu sagen, dass sie ein parietales und ein viscerales Blatt besitzt; denn sie überzieht die Vagina fibrosa tendinum innen und auf die Sehne übergehend auch diese letztere. Diese beiden Mucosflächen werden am besten mit den auch bei anderen Organen verwendeten, oben erwähnten Ausdrücken als parietales und viscerales Blatt der Vagina mucosa bezeichnet.

Nun muss noch beachtet werden, dass die *Vagina mucosa tendinum* aus lockerem Bindegewebe besteht, das zwischen die Bindegewebsbündel der Sehnen in die Tiefe dringt und die einzelnen Bündel umgibt. Man kann diese Züge lockeren Bindegewebes auf Querschnitten bekanntlich ohne Schwierigkeit nachweisen. Es wird sich nun zeigen, dass demselben kapillare Gefässschlingen in grosser Zahl und in besonders charakteristischer Anordnung folgen. Da scheint es mir am besten, diesem im Sehneninnern liegenden lockeren Bindegewebe eine Bezeichnung zu geben und ich möchte vorschlagen, von einer *Vagina mucosa endotendinea* zu sprechen. Hat doch jedes sekundäre und primäre Sehnenbündel eine solche Scheide, welche von der *Vagina tendinis (externa)* abstammt.

Bei der Beschreibung der Befunde hat Wollenweber wiederholt den Ausdruck »Peritenonium« gebraucht und damit dasjenige umhüllende Bindegewebe der Sehne bezeichnet, das sich von dem Muskel her auf die Sehne fortsetzt. Dieses »Peritenonium« bildet keine solchen Sehnenscheiden, wie sie oben als *Vagina fibrosa tendinea* und als *Vagina mucosa tendinea* bezeichnet wurden, vielmehr ist sie von einfacherer Anordnung, lediglich eine Fortsetzung des *Perimysium externum* und verdient von dem Überzuge derjenigen Sehnen wohl unterschieden zu werden, welche in den *Vaginae tendinum* verlaufen, wie z. B. an den Fingern. Dieses Peritenonium ist in seinem Verhalten verschieden von jenen *Vaginae tendinum*, welche von den neueren Autoren Bardeleben-Haeckel, Spalteholz, Toldt, Sobotta, Rauber und Kopsch als *Vaginae tendinum musculorum flexorum communium* bezeichnet wird. Das Wort Peritenonium ist offenbar dem Worte Perimysium nachgebildet und als solches recht bezeichnend für das oben angegebene Verhalten der Sehnenhülle, welche eine Fortsetzung des Perimysium darstellt, sich aber nicht zu einer »Vagina« verdichtet. Dieses Peritenonium kommt an sehr vielen Sehnen der Extremi-



tätenmuskeln vor, deren Aufzählung wohl unterbleiben kann. Allein folgende Tatsache ist dabei der Beachtung wert: Die mit einem Peritenonium versehenen Sehnen zeigen ebenfalls lockeres Bindegewebe in ihrem Innern, das die primären, sekundären und tertiären Sehnenbündel umgibt. Der Deutlichkeit halber muss man dieses lockere, vom Peritenonium abstammende oder wenigstens mit ihm zusammenhängende innere Bindegewebe mit einem Namen bezeichnen, weil bestimmte Arten des Gefäßverlaufes ihm ausschliesslich angehören.

Es scheint mir am einfachsten, in Übereinstimmung mit den Ausdrücken von *Perimysium externum* und *Perimysium internum* auch ein *Peritenonium externum* und ein *Peritenonium internum* zu unterscheiden.

Wir hätten also an den Sehnen folgende Arten von Umhüllungen zu berücksichtigen:

1. Sehnen mit *Vaginae fibrosae tendinum* verstärkt durch *Ligamenta vaginalia*. Die *Vaginae fibrosae* sind innen ausgekleidet
  - a) mit einer *Vagina mucosa* und
  - b) mit *Vincula tendinum* versehen.
  - c) Die *Vagina mucosa* besteht aus einem parietalen Blatt, *Lamina parietalis*, und einem visceralen Blatt, *Lamina visceralis*.
  - d) Das viscerele Blatt liegt ferner oberflächlich — als *Lamina visceralis externa* — und dringt auch
  - e) in die Tiefe als *Lamina visceralis interna*.
2. Sehnen mit einer *Vagina tendinum*, jedoch ohne *Vagina mucosa*, ohne *Ligamenta vaginalia* und ohne *Vincula tendinum*.
3. Sehnen mit einem *Peritenonium*, das als *Peritenonium externum* und *internum* auftritt.

Von den Angaben Wollenwebers setze ich die wichtigsten wörtlich hierher, um dann meine eigenen Beobachtungen folgen zu lassen.

»Weder beim Neugeborenen noch beim Erwachsenen sind Arterien zu finden, die von dem Muskelfleisch oder dem Ansatzpunkte an den Knochen oder Bändern direkt in das Innere der Sehne ziehend, in der Längsrichtung derselben verlaufen. So oft man das Peritenonium exakt abpräpariert, bleibt fast kein injiziertes Gefäß sichtbar«.

Wie meine photographischen Aufnahmen der Schnittbilder zeigen, dringen allerdings Arterien vom Muskel und von Insertionspunkten aus in das Innere der Sehne und verlaufen in der Längsrichtung derselben.

»Die Hauptgefäße, welche sich in das Peritenonium hineinziehen, kommen aus dem die Sehne umgebenden Binde- und Fettgewebe und zwar treten bei der Achillessehne die Hauptgefäße auf der ventralen Seite heran, während auf der dorsalen Seite viel schwächere Gefäße liegen«. Diese Angabe ist, wie schon die Fig. 3 lehrt, nicht in allen Fällen zutreffend, weil eben auch aus dem Muskel und den Insertionsstellen Gefäße in die Sehne übergehen.

Die obersten Gefäße besitzen Anastomosen mit den Muskelarterien. Im weitem Verlaufe der Sehne treten dann noch mehr Arterien an sie heran, besonders starke am Ansätze. Die Hauptgefäße nehmen bald einen mit der Längsrichtung der Sehne ziemlich übereinstimmenden Verlauf, bilden ein reiches Anastomosennetz und entsenden eine Menge von die Sehne umgreifenden Ästen.

Bei langen platten Sehnen, z. B. wie bei den *Mm. peronaei*, findet sich häufig ein der Kante entlang laufendes Gefäß, welches dann die Sehne nach beiden Seiten umgreifende Ästchen absendet. Überall da, wo die Sehnen mit Schleimscheiden ausgestattet sind, ferner da, wo die Sehne mit dem ligamentösen

Apparat in Beziehungen tritt, wo sie über Vorsprünge des Knochens hinüberzieht und daselbst fixiert wird, findet man kleine Ästchen an dieselbe herantreten.

Was die ferneren Beziehungen der im Peritenonium externum gelegenen Arterien zur Sehne betrifft, so ist zu beobachten, wie von der ventralen Seite Arterienstämme zu dem die Achillessehne umscheidenden Bindegewebe (Peritenonium externum) herantreten und in letzterem liegend zirkulär die Sehne umspinnen. Von diesen in der Peripherie der Sehne liegenden Gefässen dringen feine Ästchen in das Peritenonium internum, das die einzelnen Sehnenfaserbündel trennt, hinein, im wesentlichen in radiärer Richtung. Im ventralen Teil der Achillessehne sind die radiären Ästchen stärker und länger als in der dorsalen. In dem zwischen Fersenbein und Achillessehne gelegenen Fett- und Bindegewebe treten besonders starke Äste an die Sehne heran.

»Ferner sehen wir von den Muskelarterien feine Ausläufer in die Sehne hereinziehen, dieselbe vorwiegend quer durchbrechen und auf der Peripherie der Sehne feine Oberflächenäste bilden.

Die Gefässversorgung der übrigen Sehnen ist viel geringer, als die der Achillessehne, aber das zu ernährende Objekt ist ja auch viel geringer; die Art der Versorgung ist im wesentlichen dieselbe«. (Wollenweber).

Nach meinen Präparaten (siehe die vorliegenden Abbildungen) ist die Gefässversorgung aller Sehnen eine sehr ansehnliche, gleichviel, ob das Objekt dicker oder dünner ist.

Im folgenden teile ich nun die Beobachtungen mit, welche ich über das Verhalten der Blutgefäße der langen Sehnen an den Extremitäten des neugeborenen Kindes, sowie am Fusse des Erwachsenen gemacht habe.

### Die Blutgefäße der Sehnen.

Die Blutgefäße der Sehnen finden sich an der Oberfläche und im Innern, also fast in allen Teilen der Sehne verbreitet; einige Ausnahmen sollen später hervorgehoben werden.

Die Arterien der Sehnen kommen

1. aus Zweigen von Muskelarterien und aus den die Sehnen umgebenden Binde- und Fettgewebsarterien;
2. aus den durch die Vincula tendinea gehenden Arterien (Fig. 1, 2 und 3\*);
3. aus den Arterien des Gelenkes (z. B. Kniegelenke) (Fig. 6\*);
4. von den im Muskelfleisch liegenden Arterien (Fig. 7 u. 8\*);
5. vom Ansatzpunkte der Sehne her.

Diese letzteren Arterien stammen aus den Arterien der Knochenhaut und der Bänder, besonders an der Stelle, wo die Verbindung der Sehne mit den Knochen durch die Knochenhaut vermittelt wird (Fig. 24\*).

Die Verästelung der grösseren Arterien hat wenig Eigentümliches. Die Stämme treten schief oder quer an die Sehnen heran und teilen sich, im Peritenonium verlaufend, dichotomisch oder monopodisch unter spitzen oder stumpfen Winkeln, oder

förmig, so dass alle Teile der Sehne von den Gefässen versorgt werden (Fig. 10). Eine Ausnahme bilden die Stellen, wo die Sehne mit den Knochen ohne Vermittlung (Knochenhaut) verbunden ist, ebenso auch jene Stellen, wo die Sehnen die Schleimscheiden durchziehen.

Die Hauptzweige der Sehnenarterien verlaufen in proximaler und distaler Richtung an der Oberfläche und im Innern der Sehnen, indem sie dendritisch dünne Zweige abgeben (Fig. 10).

Die Sehnengefäße stehen an der Oberfläche und im Innern der Sehnen mit einander und mit den Muskelarterien durch Anastomosen in Verbindung.

Die Form der Anastomosen und der Kapillarnetze hat verschiedenen Charakter. Ich werde im folgenden die Anastomosen und Kapillarnetze der Sehnengefäße besonders behandeln, je nachdem sie an Sehnenabschnitte gehen, welche 1. der Schleimscheide entbehren, 2. mit Schleimscheiden versehen sind, 3. oder an Ansatzstellen der Sehnen liegen.

### **1. Die Blutgefäße der Sehnen ohne Vaginae fibrosae, (ohne Sehnenscheiden).**

Das die Sehne umhüllende Bindegewebe, das Peritenonium externum, ist gefässreich. Die Verzweigungen der Arterien lösen sich an der Oberfläche der Sehne in weitmaschige Kapillarnetze auf (Fig. 9).

Der Verlauf der Venen entspricht demjenigen der Arterien.

Von diesem Peritenonium externum dringen mit dem Peritenonium internum Gefäße in das Innere der Sehnen und die grösseren arteriellen Stämme teilen sich im Peritenonium internum in Äste, welche in proximaler und distaler Richtung verlaufen. Die Längsäste verlaufen zwischen den Sehnenbündeln (sog. sekundäre und tertiäre Sehnenbündel) und werden in längeren Abständen durch kurze Querzweige verbunden. Aus diesen längsverlaufenden Arterien, sowie aus den Verbindungsästen entspringen weiter sich teilende Äste, welche Kapillarnetze mit langgestreckten Arkaden bilden und jedes Sehnenbündel korbartig umfassen (Fig. 10).

Die in proximaler und distaler Richtung verlaufenden Äste lösen sich am Ende teils in Kapillaren auf, teils verbindet sich der proximale Teil eines Systems mit dem distalen Teile des nächsten. Die am oberen Ende der Sehne gelegenen Äste dringen zum Teil ins Muskelfleisch ein und gehen in die Kapillaren des Muskelfleisches über, zum Teil vereinigen sie sich mit den aus dem Muskelfleisch stammenden Sehnenarterien (Fig. 8).

Die am untern Ende der Sehne gelegenen Äste dringen bis zu den Ansatzstellen der Sehne vor, bilden hier Schlingen und gehen endlich in die Anfänge der Venen über (Fig. 11 u. 23, Schlingen).

Fig. 12 stellt den Querschnitt durch die Achillessehne eines neugeborenen Kindes dar, zur Vergleichung der Blutgefäße der Sehne, welche in Fig. 3 dargestellt sind.

Die Venen entstehen aus den Kapillarnetzen, welche jedes Sehnenbündel umfassen, und aus den Schlingen an den Ansatzstellen der Sehnen. Sie zeigen dabei einen Verlauf, welcher demjenigen der Arterien entspricht.

## **2. Die Blutgefäße der Sehne mit Schleimscheiden, Vaginae tendinum.**

a) Die Arterien der Synovialhaut der Sehnen zerfallen durch fortgesetzte Teilung in feine, gestreckt verlaufende Zweigchen, welche durch zahlreiche Anastomosen, Arkaden, zu mehreren nebeneinander liegenden Netzen vereinigt werden. Die letzten Ausläufer derselben, zum Teil aber auch Zweige der weiter entfernt liegenden Gefässbogen, biegen schlingenförmig um und gehen, sich allmählich erweiternd, in die Anfänge der Venen über.

Ich werde im Folgenden die Schlingenformen der Kapillarnetze der Synovialhaut beschreiben. Nach ihrem Verhalten an den verschiedenen Stellen der Sehnen können sie eingeteilt werden in

1. Maschenförmige Schlingen,
2. Zottenförmige Schlingen.

1. Maschenförmige Schlingen finden sich am Rande derjenigen Fläche der Sehne, welche dem Ansätze des Vincula tendinum gegenüber liegt und an den Rändern der Beugeseite der Sehne der Finger- und Zehenbeuger (Fig. 13).

2. Zottenförmige Schlingen finden sich an den Rändern derjenigen Sehnenflächen, welche die Knochenrinnen berühren, und in der Gegend der Ränder der *Trochleae musculares* (Fig. 14).

Ähnliche Schlingen fand ich in der Synovialhaut des Kniegelenkes (Fig. 15), sowie in der Gelenkpfanne der Plantarseite des zweiten Metatarsophalangealgelenks; doch sind sie hier weniger dicht (Fig. 16).

b) Die arteriellen Blutgefäße im Innern der Sehnen verzweigen sich, bald dichotomisch, bald monopodisch und lösen sich plötzlich in eine grössere Anzahl von Zweigen auf, die eine fächerförmige Anordnung zeigen und in der Längsrichtung der Sehnen sich verbreiten (Arkaden). Dabei bilden diese Zweige zahlreiche Anastomosen untereinander und lösen sich endlich in Schlingennetze von Kapillaren auf (Fig. 17, 4 u. 5). Diese Schlingennetze der Kapillargefäße anastomosieren theils untereinander, theils bilden sie in der Längsrichtung der Sehnen gestreckte Maschen, die keine Anastomosen aufweisen (Fig. 18 und 19). Ihrer Lage nach sind die Schlingennetze im Sehneninnern in ihrer Gesamtheit auf mehrere Ebenen verteilt, und zwar sowohl in horizontaler, als auch in vertikaler Richtung (Fig. 20).

Die *Trochlea muscularis* ist fast ganz gefässlos und nur in einer schmalen oberflächlichen Lage mit Gefässen versehen, welche mit kapillaren Schlingennetzen enden. In den beiden Enden im Innern der *Trochlea muscularis* enden die von der Proximalseite und der Distalseite der Sehne kommenden Arterien meistens mit einfachen Schlingen, weniger mit zusammengesetzten kapillaren Schlingen (Fig. 21 Schlingen).

Nach meinen Untersuchungen sind die Gefässschlingen des proximalen Endes der *Trochlea muscularis* für die Sehne des *M. peroneus longus* und die Gefässschlingen der Ansatzstelle der Sehne des *M. quadriceps femoris* ähnlich (Fig. 21, 22 und 23 Schlingen); auch sind die Gefässschlingen des distalen Endes

der Trochlea muscularis und die Gefässschlingen der Verbindungsstelle des Lig. patellae mit der Patella ähnlich (Fig. 21, 22 und 6 Schlingen'); ausserdem stimmen die kapillaren Schlingennetze in der oberflächlichen Lage der Trochlea muscularis mit den kapillaren Schlingennetzen in der Sehne, welche die Patella bedeckt, (Fortsetzung der Sehne des M. quadriceps femoris). überein (Fig. 21 und 22 Schlingennetze).

Die Venen gehen aus den Schlingen hervor und zeigen denselben Verlauf wie die Arterien.

### **Die Blutgefässe der Sehne in der Gegend der Ansatzstelle.**

Die Arterien in der Gegend, wo die Sehnen mit dem Knochen direkt verbunden sind (z. B. Ansatz des M. quadriceps femoris und der Achillessehne), enden oberflächlich in Schlingennetzen; die tiefe Schicht gewöhnlich in einfachen Schlingen, selten in zusammengesetzten kapillaren Schlingen (Fig. 23 und 11).

Dort wo Sehnen mit dem Knochen verbunden sind, kommen Arterien aus der Knochenhaut, den Bändern und dem umgebenden Binde- und Fettgewebe und lösen sich teils in langgestreckte Kapillarmaschen, teils in Schlingen der Kapillaren auf (Fig. 24).

Die Oberfläche des Ansatzpunktes der Sehne ist besonders reichlich vaskularisiert (Fig. 1).

An einzelnen kleinen Stellen fehlen Blutgefässe bei den von mir untersuchten Objekten, und zwar: 1. in einem Teil der Beugeseite der Sehnen der Mm. flexores digitorum sublimis und profundus, welcher die Ligg. vaginalia an der Volarseite der Fingerphalangen durchzieht und in der Sehne des M. flexor digitorum pedis longus (Fig. 3 und 17\*); 2. an der Stelle, welche dem Ansatz der Vincula tendinum gegenüber liegt, wo die Sehnen des M. extensor digitorum longus und des M.



peronaeus tertius u. s. w. die Schleimscheiden (Synovialscheiden) unter dem Lig. cruciatum hindurchziehen (Fig. 4\*); dort haben die Vincula tendinum sehr grosse Ausdehnung; sie sind oft 1—2 cm lang und ebenso breit; 3. an den die Rinnen des Knochens (Sehnenfurchen des Knochens) berührenden Flächen, nämlich in den Sehnen der beiden Mm. peronaei, des M. tibialis posticus, des M. flexor digitorum pedis longus, des M. hallucis longus u. s. w., wo sie die Schleimscheiden durchziehen (unter den Retinacula m. peronaeorum, dem Lig. laciniatum, dem Lig. plantare longum etc. Fig. 18\*), ebenso fehlen sie in der Gegend der Trochlea muscularis (Fig. 21\*). In den oben beschriebenen gefässlosen Stellen der Sehnen sind Knorpelzellen nachzuweisen.

### Die Venen der Sehnen.

Die Venae comitantes der Sehnen finden sich vorwiegend einfach, zum kleineren Teil doppelt.

### Zusammenfassung.

Die Ergebnisse meiner Erfahrungen über den Verlauf der Blutgefässe der Sehnen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

I. Herkunft. Die Arterien der Sehnen kommen: 1. aus Zweigen von Muskelarterien und aus den die Sehnen umgebenden Binde- und Fettgewebsarterien; 2. aus den durch die Vincula tendinea gehenden Arterien; 3. aus den Arterien des Gelenkes; 4. aus den im Muskelfleisch liegenden Arterien und 5. aus den Arterien der Knochenhaut und der Bänder.

II. Die Verästelungsverhältnisse der Arterien der Sehnen variieren; ebenso hat die Form der Anastomosen der Zweige und der Kapillarnetze der Sehnenarterien verschiedenen Charakter, je nachdem dieselben an Sehnenabschnitte gehen, welche: 1. der Schleimscheiden entbehren, 2. mit Schleimscheiden versehen sind oder 3. an Ansatzstellen der Sehnen liegen.

III. Die Schlingen der Kapillarnetze der Synovialhaut sind je nach ihrer Form an den verschiedenen Stellen zu unterscheiden in a) maschenförmige Schlingen, b) zottenförmige Schlingen.

IV. Die zottenförmigen Schlingen der Synovialhaut der Sehnen sind den kapillaren Schlingen der Synovialhaut des Kniegelenks, sowie den kapillaren Schlingen der Synovialhaut in der Gelenkpfanne der Plantarseite des zweiten Metatarsophalangealgelenks gleich.

V. Die kapillaren Schlingen der Trochlea muscularis der Sehne des *M. peroneus longus* sind ähnlich den kapillaren Schlingen der Ansatzstelle der Sehne des *M. quadriceps femoris* und der Verbindungsstelle der *Lig. patellae* mit der Patella.

VI. An einzelnen kleinen Stellen fehlen Blutgefässe bei den von mir untersuchten Objekten. In die blutgefässlosen Stellen sind Knorpelzellen eingelagert.

VII. Die *Venae comitantes* der Sehnen finden sich vorwiegend einfach, zum kleineren Teil doppelt.

Zum Schlusse will ich es nicht unterlassen Herrn Professor Dr. Jul. Kollmann für die Freundlichkeit und Geduld, mit der er mich den sprachungewohnten Fremdling bei meinen Beobachtungen unterstützt hat, sowie für die Liberalität, mit der er mir Arbeitsraum, Werkzeug und Material zur unbehinderten Verfügung gestellt hat, meinen wärmsten Dank auszusprechen. Auch Herr Prof. Dr. H. K. Corning hat auf beide Arbeiten stetsfort ein wachsames Auge gehabt und mich mit Material versehen, wofür ich ihm zu grossem Danke verpflichtet bin.

---

Von Herrn Geheimrat Professor Merkel wurde ich freundlichst nach Einsendung des Manuskriptes auf eine Abhandlung aufmerksam gemacht, die mir entgangen war.

Über die Blutversorgung der Beugesehnen der Finger hat Berkenbusch in den Nachrichten der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 1887, Nr. 14, S. 403 u. ff. berichtet nach Untersuchungen, die in dem anatomischen Institut in Göttingen (Prof. Merkel) angestellt worden sind. Er erwähnt ebenfalls Stellen von etwa 1 cm Länge ohne Blutgefäße. In der Sehne des Flexor sublimis antibrachii lag eine solche Stelle proximal von dem Punkt, an welchen die Sehne in ihre beiden Zipfel zerfällt; im Flexor profundus etwas weiter nach der Fingerspitze zu, also etwa ebensoweit von der Insertion an die Phalange entfernt, wie beim Flexor sublimis. Die übrigen Teile der Sehnen waren mit Gefäßen versehen, welche von der Insertionsstelle am Knochen, von der Palma her und durch die Vincula tendinum herantraten. Die meisten Gefäße endigten auf der Oberfläche der Sehnen in Schlingen, ohne ein kapillares Netz zu bilden. Die feinsten Arterien zeigten dabei die schon von mehreren Seiten (Ranvier, Peremeschko u. a.) beschriebenen spindelförmigen Erweiterungen, wie sie in den Muskeln und dem Nackenbände beobachtet worden sind, »die Vincula tendinum führen also wohl, wie es die Autoren angeben, Gefäße zur Sehne hin, dieselben sind aber Mangels der Kapillaren, kaum geeignet, als eigentliche Ernährungsgefäße angesehen zu werden«.

Die gefäßlosen Stellen, welche Berkenbusch erwähnt, sind in der Fig. 17 meiner Abbildungen zu sehen und also auch mir zu Gesicht gekommen. Sie stellen eine seltsame Erscheinung dar, und ich glaube nach meinen Erfahrungen annehmen zu dürfen, dass sie nicht auf mangelhafter Injektion beruhen, sondern Sehnenpartien darstellen, die nur durch den Säftestrom

von der Umgebung aus ernährt werden, denn rings umher sind Gefäße, die mit Schlingen endigen. Man sieht keine abrupt aufhörenden Kapillaren, sondern hat den Eindruck, dass sie dieses Gebiet niemals durchziehen. Die Versorgung der Sehnen mit Gefäßen von Insertionsstellen am Knochen aus, von der Palma her und durch die *Vincula tendinum* habe ich ebenfalls gesehen und insofern dargestellt, als die Fig. 23 den Zusammenhang der Insertions-Sehne mit dem Knochen durch Blutgefäße deutlich erkennen lässt. Nur bezüglich des Verhaltens der Blutgefäße aus den *Vincula tendinum* besteht eine Differenz in den Erfahrungen. An meinen Präparaten sehe ich, dass die kleinen Arterien, auf den Sehnen angelangt, ein kapillares Netz bilden, welches sich mit den Kapillaren in und um die Sehnen verbindet. Hier mögen Altersverschiedenheiten in Betracht kommen, da meine Präparate von dem Fusse eines etwa 20 jährigen Mannes, ferner von Feten und Neugeborenen stammten; diese Vermutung spricht auch Berkenbusch für manche Vorkommnisse aus, wie z. B. in Bezug auf die schon erwähnten spindelförmigen Erweiterungen, die ich an meinen Präparaten nie, auch nicht in der Nähe der gefässlosen Stellen gesehen habe. Ich nehme also auf Grund meiner Befunde an, dass die *Vincula tendinum* Bahnen darstellen, auf denen Blutgefäße zu den Sehnen hin und zurückführen, wobei die hinzutretenden Arterien auf der Sehne in Kapillaren zerfallen und aus diesen rückführende Venen hervorgehen.

Allein dabei ist bemerkenswert, dass zwischen den Arterien und Venen ein vollkommenes Kapillarnetz existiert, nicht blos an der Oberfläche der Sehne, sondern auch in der Tiefe.

Ich verweise in dieser Hinsicht auf die Figur 18, welche das Eindringen der Kapillaren in die Tiefe zwischen die Sehnenbündel deutlich erkennen lässt.

---