

RILIEVI ALLO STEREOMICROSCOPIO SULLA  
CIRCOLAZIONE EMATICA DEI TENDINI FLESSORI DELLA MANO

di

G. B. BENEDETTI

G. CATTANI

Fino alla metà del secolo scorso, il tendine era ritenuto una formazione completamente avascolare. Tale asserzione, sostenuta soprattutto dal KÖLLIKER e da SAPPEY, è stata radicalmente modificata dai risultati di numerose ricerche che alcuni AA. hanno condotto con tecniche diverse (LUDWIG 1850, SWEIGGER-SEIDEL 1872, MAYER 1916, EDWARDS 1946, BROKIS 1953, LANG 1954, FONDA 1954, MUNARON e BAGGIO 1958-1959, DEL TORTO 1961, DEL TORTO-SPOLITI 1962).

Le conclusioni che questi AA. traggono dai loro studi, è che il tendine ha una sua rete vascolare vera e propria che prende connessioni vascolari con le strutture vicine: muscoli, periostio, osso.

Le caratteristiche della vascolarizzazione del tendine e soprattutto i rapporti anastomotici di esso con le reti vascolari vicine, variano grandemente a seconda che il tendine sia circondato dal paratenon oppure decorra in una guaina osteofibrosa. Tali differenti situazioni vascolari dipendono dal fatto che le due formazioni suddette sono le dirette mediatrici tra la circolazione ematica tendinea e quella extratendinea dei tessuti vicini.

Il nostro studio prende in esame esclusivamente i tendini flessori delle dita che sono forniti da una guaina osteofibrosa.

La guaina è costituita da due foglietti, uno viscerale che aderisce direttamente al tendine e l'altro parietale che è la continuazione diretta del viscerale (peritenon). Questi due foglietti sono collegati per mezzo di una formazione laminare continua o formata da numerose lacinie che da passaggio ai vasi ed ai nervi (mesotenon).

Dal foglietto viscerale si dipartono numerosi sepimenti (endotenon) che, dopo essersi approfondati nel tendine, separano fra di loro le varie formazioni fascicolari tendinee. I vasi provenienti dalle fonti di irrorazione peritendinea, dopo avere attraversato il foglietto parietale, attra-



Fig. 1 - Stereomicrofotografia (6 x) della rete vascolare della guaina di un tendine flessore. Notevole ricchezza della rete vascolare del foglietto parietale formata da vasi di medio calibro a decorso prevalentemente longitudinale. I vasi suddividendosi formano una fitta maglia.

Rilievi allo stereomicroscopio sulla circolazione ematica ecc.

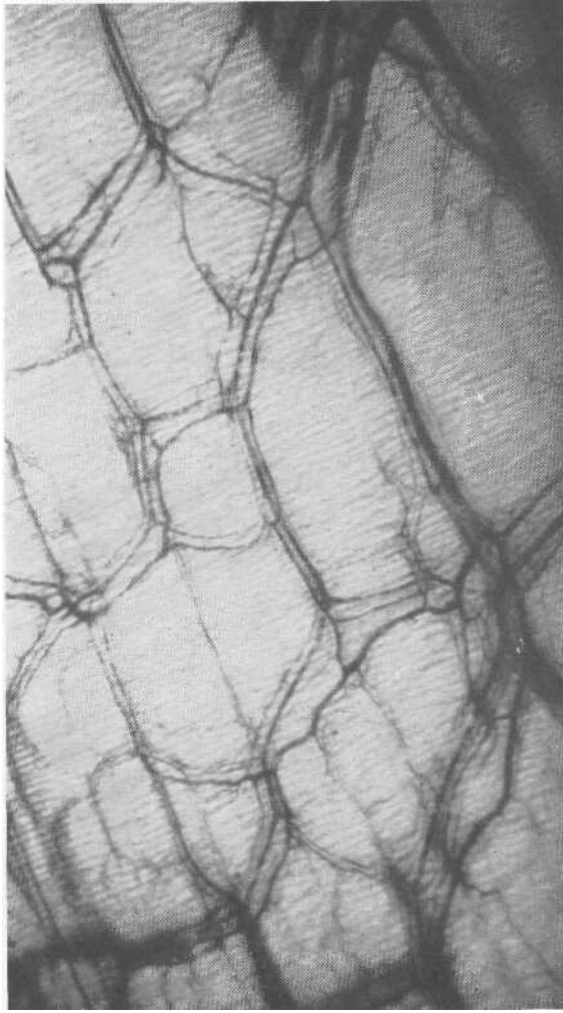


Fig. 2 - Particolare della precedente a più forte ingrandimento (25 x). In alto a destra alcuni vasi di medio calibro, provenienti dai tessuti peritendinei, penetrano nel foglietto parietale formando una rete a maglie poligonali. L'arteria decorre fra 2 vene. Attraverso le maglie, in un piano più profondo, si disegna leggermente sfocata, la rete vascolare del foglietto viscerale.

verso le connessioni mesotendinee, giungono al foglietto viscerale. Da questo si dipartono i vasi che vanno a formare la rete vascolare dello endotenon. Più dettagliatamente LANG scrive che il foglietto parietale è una membrana riccamente vascolarizzata che avvolge i tendini a manicotto, mentre il foglietto viscerale presenta una trama vascolare

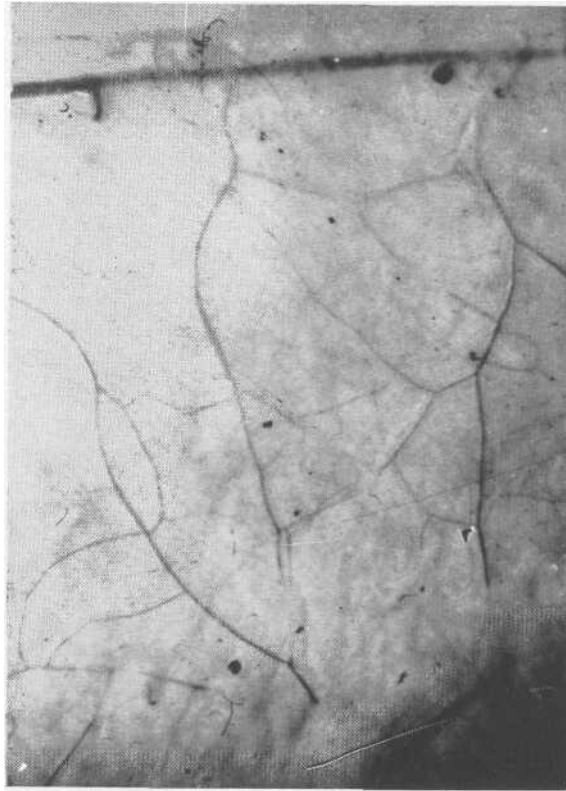


Fig. 3 - Stereomicrofotografia (40 x) della rete del foglietto viscerale. In alto il vaso a decorso trasversale appartiene ancora alla rete del foglietto parietale; da esso si stacca ad angolo retto un ramo anastomotico che, decorrendo lungo il mesotendon, andrà a formare la rete del foglietto viscerale. Questa ha un disegno a maglie più larghe e più irregolari ed i vasi sono più esili.

composta di esili e scarsi vasellini. Esso ripete cioè la disposizione della rete superficiale del tendine. Da esso si dipartono vasellini in senso perpendicolare all'asse maggiore del tendine, i quali, mediante corte anastomosi, si connettono con i vasi intratendinei interfascicolari.

L'albero vascolare del tendine vero e proprio è costituito da vasi che decorrono longitudinalmente negli spazi interfascicolari e che sono tra di loro anastomizzati da corti vasi trasversali decorrenti negli spazi interstiziali.

MUNARON e BAGGIO hanno osservato piccoli ciuffi di rami terminali dipartentisi dai rami longitudinali con decorso elegantemente tortuoso. Queste formazioni per i suddetti AA. non sarebbero da considerare come

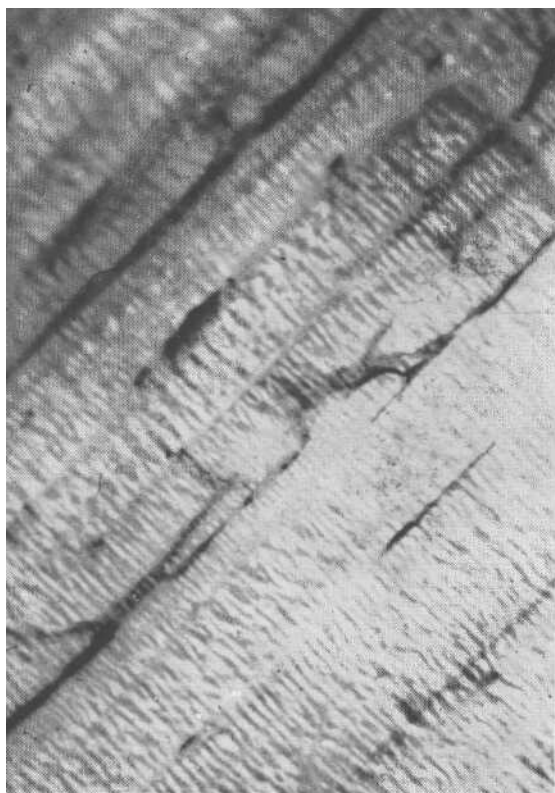


Fig. 4 - Stereomicrofotografia (25 x) di una sezione longitudinale della rete vascolare intratendinea. I vasi hanno un decorso parallelo ai fascetti delle fibre tendinee e sono tra di loro anastomizzati da corti vasi trasversali.

formazioni anastomotiche, ma piuttosto come arborizzazioni vascolari a se stanti che si espandono entro i fascetti tendinei e dentro il tessuto interfascicolare del territorio satellite.

A livello delle articolazioni interfalangee prossimali BROKIS, MUNARON e BAGGIO hanno osservato una particolare disposizione a raggerà dei vasellini a decorso centrifugo per il primo A., a decorso centripeto per gli altri due. Tale disposizione sarebbe dovuta, secondo BROKIS a particolari esigenze anatomo-funzionali, mentre per MUNARON e BAGGIO non sarebbe altro che una disposizione dovuta alla plica sierosa che unisce

- a tale livello il tendine alla parte interna della sua guaina osteo-fibrosa.
- Questi vasi mantengono una disposizione perpendicolare fino agli strati profondi del tendine, disposizione che abbandonerebbero quindi per



Fig. 5 - Stereomicrofotografia (40 x) di una sezione trasversale della rete vascolare intratendinea. I vasi che decorrono longitudinalmente tra i fascetti tendinei appaiono sezionati trasversalmente. I piccoli vasi irregolarmente disposti, sono gli sfiocamenti terminali dei primi.

continuare il loro decorso parallelamente alle fibre connettivali del tendine.

In conclusione la struttura vascolare del complesso guaina-tendine sarebbe così composto: dai tessuti peritendinei si distaccano dei vasi che, dopo avere costituito una fitta rete nel foglietto parietale, attraverso il mesotenon, passano nel foglietto viscerale. In questa sede formano una esile impalcatura vasale. Da questa si dipartono quindi perpendicolarmente alle strutture connettivali del tendine, rami corti che si anastomizzano con i vasi longitudinali interfascicolari. Questi fra di loro contraggono anastomosi in senso trasversale formando così una rete vascolare a maglie poligonali.

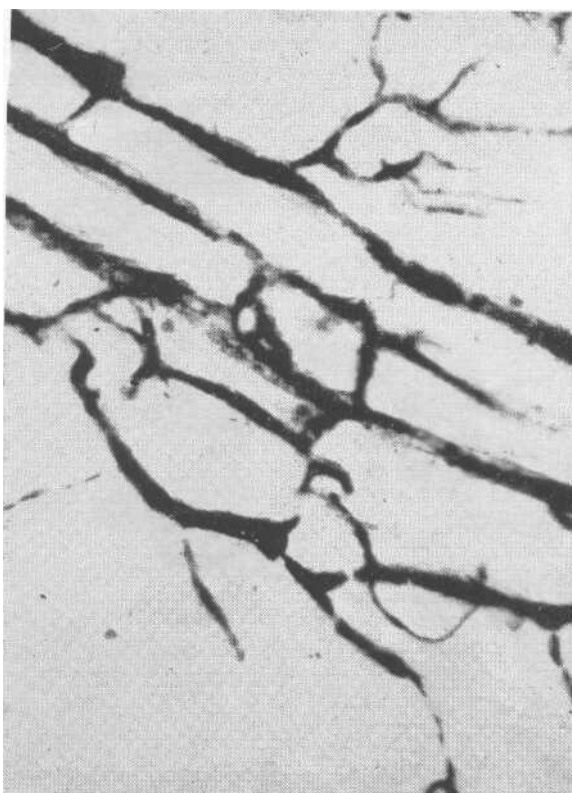


Fig. 6 - Stereomicrofotografia (40 x) di una arborizzazione terminale.

### *Esperienze personali*

Le nostre ricerche sono state condotte su mani di individui adulti, di feti a termine e di neonati. L'albero vascolare è stato iniettato dopo incannulamento dei grossi vasi del polso. Come liquido di iniezione abbiamo usato soluzioni di blu di Prussia per le arterie e di inchiostro di china per le vene. I preparati così allestiti sono stati fissati in formalina al 40 %, indi diafanizzati e successivamente studiati e fotografati allo stereomicroscopio. La nostra tecnica non diverge quindi da quelle adottate da altri AA. che ci hanno preceduto, se non per avere noi usato per lo studio dei preparati lo stereomicroscopio onde potere studiare sullo stesso preparato la distribuzione della rete vasale nei diversi piani.

Dal complesso delle nostre osservazioni, abbiamo desunto che la rete vascolare della guaina esaminata in toto, è formata da una fitta rete di rami di piccolo e medio calibro (da micron 300 a micron 200)

variamente e finemente anastomizzantesi fra di loro (fig. 1). Osservando il preparato a maggior ingrandimento, si rileva che la rete del foglietto parietale è costituita da una ricca trama a maglie poligonali, con il lato maggiore disposto in senso longitudinale. Attraverso le grosse maglie del foglietto parietale, si intravede la struttura del foglietto viscerale che ripete il disegno geometrico della rete sovrastante. Qui però i vasi sono molto più esili e le anastomosi meno frequenti (fig. 2, 3). Queste due reti hanno connessioni vascolari formate da rami perpendicolari od obliqui che attraversano il mesotendine.

Dal foglietto viscerale si dipartono rami vascolari più piccoli, attorno a micron 150, i quali penetrano nel tendine lungo i numerosi sepimenti dell'endotenon mediante altri collaterali perpendicolari di diametro minore. Giunti nello strato interno del tendine formano un sistema capillare che è fondamentale parallelo al decorso dei fascetti tendinei primari. Questi piccoli rami a loro volta costituiscono un sistema reticolare longitudinale mediante corte anastomosi che mettono in comunicazione i diversi vasi longitudinali (fig. 4,5). Anche nei nostri preparati abbiamo osservato che dai capillari longitudinali si distaccano irregolarmente dei ciuffetti terminali, a decorso sinuoso che si approfondano, per poi perdersi, nell'interno dei fascetti secondari e terziari del tendine stesso (fig. 6).

In complesso le nostre osservazioni ci hanno dimostrato la seguente disposizione angioarchittonica: due reti vascolari della guaina tendinea; una, del foglietto parietale, formata da vasi di medio e piccolo calibro fittamente disposta a maglie poligonali, assai sviluppate e ad andamento prevalentemente longitudinale; l'altra, del foglietto viscerale, meno sviluppata e ricca della precedente. Questa ha caratteristiche morfologiche che la rendono assai simile alla rete tendinea vera e propria data anche la derivazione di questo foglietto viscerale che è una vera e propria differenziazione degli strati più periferici del tendine. In corrispondenza dell'articolazione interfalangea prossimale, anche noi, come BROKIS, MUNARON e BAGGIO, abbiamo riscontrato delle formazioni vascolari disposte a pettine secondo una disposizione raggiata (fig. 7). Condividiamo l'ipotesi di MUNARON e BAGGIO che tale disposizione sia dovuta alla presenza della plica sierosa che unisce a tale livello il tendine alla parte interna della sua guaina osteofibrosa. Aggiungeremo che tali formazioni potrebbero avere il significato di ili vascolari per particolari esigenze morfofunzionali locali del tendine.

Il tendine ha una vascolarizzazione composta da vasi perpendicolari che entrano con i sepimenti dell'endotenon i quali formano un sistema vascolare a larghe ed esili maglie che decorrono prevalentemente in modo parallelo ai fascetti tendinei negli spazi interfascicolari. Da questi vasi longitudinali, alle estremità, sfioccano ciuffi vasali terminali.



Rilievi allo stereomicroscopio sulla circolazione ematica ecc.

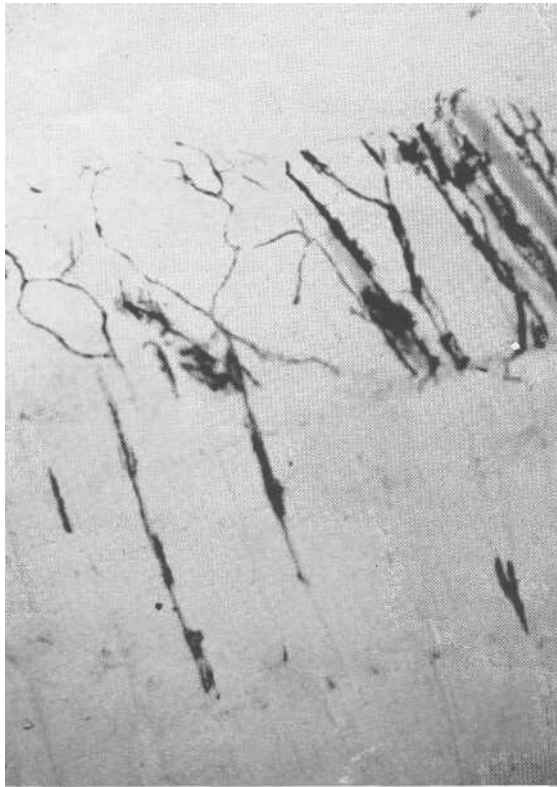


Fig. 7 - Stereomicrofotografia (25 x). Disposizione raggiata della rete vascolare in corrispondenza dell'articolazione interfalangea prossimale. Il vaso arterioso, di colore grigio, decorre in mezzo alle due vene di colore nero.

In conclusione si avrebbero quindi tre reti vascolari disposte sul piano longitudinale, unite da due sistemi di rami comunicanti perpendicolari; la terza rete presenta come sistema terminale formazioni vasali arborescenti.

#### **Riassunto**

Viene studiata la vascolarizzazione del tendine flessore delle dita e della sua guaina mediante iniezione endovasale e studio dei preparati allo stereomicroscopio. Risulta che la guaina presenta due reti vascolari, una del foglietto parietale più ricca, ed una più esile del foglietto viscerale, in comunicazione fra di loro per mezzo di una rete anastomotica che decorre attraverso il mesotendine.

Dal foglietto viscerale i vasi si approfondano nel tendine accompagnandosi con i sepimenti dell'endotenon e vanno a costituire una rete a maglie

poligonali a decorso longitudinale negli spazi interfascicolari, la quale termina con sfioccamenti arboriformi.

### Résumé

On a étudié la vascularisation du tendon fléchisseur des doigts et de sa gaine par injection endovasale et examen au stéréomicroscope. On a vu que la gaine présente deux réseaux vasculaires, l'un, plus riche, de la couche pariétale et l'autre, plus mince, de la couche viscérale; il existe des anastomoses entre les deux passant à travers le mésotendon.

A partir de la couche viscérale, les vaisseaux pénètrent dans le tendon suivant les sépiments de l'endotendon et forment un réseau longitudinal dans les espaces interfasciculaires, qui se termine par des arborisations multiples.

### Summary

An investigation on the vascularisation of the fingers flexor tendon and of its sheath by intravascular injection and investigation of the slides with the stereomicroscope. It has been found that the sheath shows two vascular networks, the first, which is richer, being located in the parietal layer and the second, which shows finer vessels in the visceral part; these networks are connected by an anastomotic System passing through the mésotendon.

From the visceral part, the vessels enter the tendon following the septa of the endotendon and constitute a network with polygonal meshes with a longitudinal course in the interfascicular spaces which ends with fine ramifications,

### Zusammenfassung

Man hat die Gefäßversorgung des Tendo flexor digitum und seiner Scheide mit endovasaler Injektion und Beobachtung am Stereomikroskop untersucht. Es geht daraus hervor, dass die Scheide zwei Gefäßnetze besitzt, eines, das reicher ist, in dem Parietalanteil und das andere, feiner, im Viszeralanteil. Die beiden werden durch ein anastomotisches Netz verbunden, das im Mesotendo verläuft.

Aus dem Viszeralanteil dringen die Gefäße in die Sehne ein und verfolgen die Septa des Endotendon; sie bilden dabei ein Netzwerk mit polygonalen Maschen mit longitudinalen Verlauf in den interfascikulären Räumen, die mit feinen Ästen enden.

### Bibliografia

- BAGGIO C., MUNARON G.: *osservazioni sulla circolazione sanguigna delle guaine digitali dei tendini flessori dell'uomo*. Atti S.E.R.T.O.T., 4, 339-344, 1959.
- BRAITHWAITE F., BROCKIS J. G.: *The vascularisation of the tendons graft*. Brit. Journ. Plast. Surg., 4, 130-137, 1951.
- BROCKERS J. G.: *The blood of the flexor and extensor tendons of the fingers in man*. Journ. Bone Joint. Surg., 35-B, 131-138, 1953.
- CHIARUGI G.: *Istituzioni di Anatomia dell'uomo*. S.E.L., Milano, 1936, Vol. I, 238
- DEL TORTO U.: *Anatomia e fisiopatologia dei tendini*. Relaz. XLVI Congr. S.I.O.T., Roma, 1961.
- DEL TORTO U., SPOLITI A.: *Contributo allo studio della vascularizzazione della giunzione condrotendinea*. Ortop. Od. Riabil., 7, 21-25, 1962.
- EDWARDS D. A. W.: *The blood supply and Lymphatic drainage of the tendons*.
- FONDA G.: *Il ripristino della circolazione sanguigna del tendine dopo la sua interruzione*. Clin. Ortop., 6, 195-208, 1954.
- KANAVAL A. B.: *Infections of the Hand*. Lea & Fabiger Co., Philadelphia, 1942.

Rilievi allo stereomicroscopio sulla circolazione ematica ecc.

- KÖLLIKER A.: *Mikroskopische Anatomie der Gewebelhre des Menschen*. Engelmann, Leipzig, 1950.
- LANG J.: *Beitrag sur Gefäßversorgung der Gelenkinnenhaut*. Zeitschrift für mikroskopisch-anatomische Forschung, 60, 503-521, 1956.
- LUDWIG C., SCHWEIGGER- SEIDEL F.: *Die Lymphgefäße der Fascien und Sehnen*. Hirbel, Lipzig, 1872.
- MAYERL.: *The Physiological Method of Tendon Transplantation*. Surg. Gynec. Obst., 22, 183-196, 1916.
- MUNARON G., BAGGIO C.: *Osservazioni sulla circolazione sanguigna dei tendini flessori delle dita nel territorio delle articolazioni interfalangee dell'uomo*. Atti S.E.R.T.O.T, 3, 1019-1024, 1958.