

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELLE STRUTTURE VASCOLARI  
DEL PERIOSTIO

di

G. B. BENEDETTI

G. CATTANI

Il circolo vascolare del periostio non è stato oggetto di ricerche adeguate alla sua importanza nel mantenere l'equilibrio biodinamico dell'osso. Gli studi su questo problema sono piuttosto scarsi e, ci sembrano, forse a torto, abbastanza frammentari e sommari. Ancora oggi la vascolarizzazione periostale in diversi trattati viene spiegata unicamente in base a quanto si conosce dalle vecchie ricerche del CRUVEILHIER (1871) e del SAPPEY (1878).

Per il primo A. il periostio è percorso da numerose arterie le quali formano una fitta rete anastomotica; le vene sono in numero ancora maggiore quasi sempre due per ogni arteria.

Per SAPPEY la rete arteriosa periostale origina da due tronchi principali che decorrono nelle parti molli sovrastanti. Da questi si staccano numerosi rami che nello spessore del periostio si anastomizzano fra di loro, formando una rete a maglie strette; da questa nascono molte arterie che penetrano nel tessuto osseo attraverso canalicoli vascolari. Questo A. ha descritto anche la rete venosa periostale (... due piccole vene accompagnano i principali rametti arteriosi: dopo tre o quattro divisioni le arterie e le vene decorrono indipendenti ».

TESTUT (1901) non si discosta molto dalla descrizione ora accennata aggiungendo solo che le arterie penetrano nel periostio in vari punti e si ramificano di preferenza nel suo strato esterno formando « una rete a maglie molto strette e di forma poligonale ».

BERTELLI (1912) completa queste nozioni affermando che il complesso vascolare periostale è tanto più ricco quanto più è giovane l'osso.

Dalle nostre ricerche bibliografiche risulterebbe che solo quattro-AA, si sono in questi ultimi anni dedicati allo studio della vascolarizzazione periostale: (KOSTRIKOV, 1956; OTELIN, 1957; NOVAK, 1960; DORFL, 1962).

KOSTRIKOV e OTELIN cercano di dare una interpretazione più dinamica e più funzionale alle loro osservazioni morfologiche sul contingente vascolare del periostio. Essi pur suddividendo in vari strati il complesso vascolare, riconoscono che quello esterno è di gran lunga il più sviluppato e presiede al metabolismo vascolare locale condizionando la rete-vascolare dello strato interno.

NOVAK descrive tre strati vascolari: 1) lo strato avventiziale, situato fra il periostio e le strutture sovrastanti; i suoi vasi formano una rete la cui disposizione può variare in funzione alle diverse strutture che prendono rapporti con il periostio quali le inserzioni tendinee o capillari. 2) Lo strato intermedio o fibroso-elastico consiste in una diffusa rete a maglie di varia foggia. 3) Lo strato sottostante al fibro-elastico formato da una fine rete capillare orientata in genere longitudinalmente secondo l'asse diafisario dell'osso.

Questa suddivisione di NOVAK ci sembra criticabile almeno da un punto di vista strettamente topografico perché fa rientrare nel contingente vascolare periostale, lo strato avventiziale che anatomicamente è invece extra-periostale.

DORFL che per ultimo, si è interessato del problema, accetta a grandi linee la suddivisione del NOVAK.

#### *Materiale e metodo di studio*

Le nostre ricerche sono state condotte sopra le ossa lunghe di 20 arti superiori ed inferiori di individui adulti non affetti da malattie vascolari periferiche o da malattie ossee. Quattordici arti (sette superiori e sette inferiori) dopo incannulamento dell'arteria e della vena di maggiore calibro, sono stati iniettati con soluzione acquosa di inchiostro di China e con Neoprene Latex 736 A rosso per differenziare la rete vascolare venosa da quella arteriosa. Di tre arti superiori e tre inferiori venne messo a nudo il periostio ed iniettato localmente il contingente vascolare con la massa di Gerota.

Gli arti dopo fissazione in formalina al 40 %, sono stati disseccati e le lamine periostali osservate in situ oppure staccate dall'osso sottostante e diafanizzate secondo la tecnica di Spalteholz. Le osservazioni sono state effettuate con il microscopio stereoscopio Zeiss.

*Osservazioni personali*

L'albero vascolare del periostio (\*) è formato da due strati:

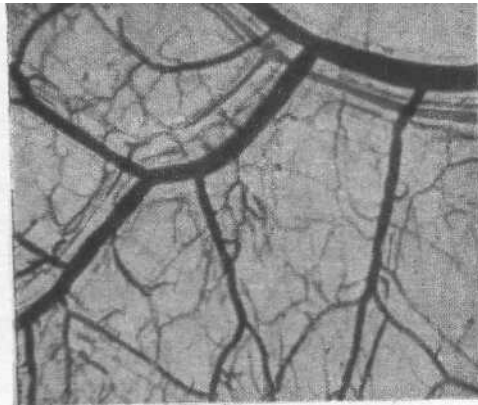
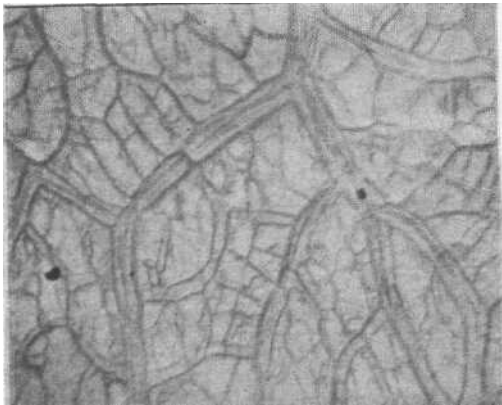
a) la rete vascolare esterna situata nello strato esterno del periostio;

b) la rete vascolare interna che decorre nello strato profondo del periostio (fig. 1).

*Rete vascolare esterna*

La superficie esterna periostale appare assai riccamente vascolarizzata. La rete esterna è formata da vasi con diametro variabile da micron 500 a micron 400, decorrenti longitudinalmente nello strato più esterno del periostio secondo l'asse diafisario; il vaso venoso ha sempre un diametro quasi doppio di quello arterioso. Questi vasi sono generalmente accoppiati e per ogni osso lungo si possono contare, a seconda del suo volume, da tre a cinque coppie. Essi sono in rapporto anastomotico con altri vasi arteriosi e venosi situati nei tessuti extra-periostali e sono discretamente irregolari per calibro, sede e decorso. Questi vasi emettono dei rami collaterali di primo ordine, perpendicolari, del diametro variabile fra micron 300 e micron 200. Essi vengono a trovarsi perciò in posizione approssimativamente trasversale rispetto alla direzione dell'osso e formano una figura che ricorda un pettine a denti molto distanziati. Tali collaterali di primo ordine a loro volta si ramificano abbondantemente ed anastomizzandosi fra di loro in ogni senso ed in ogni direzione danno origine a collaterali di secondo ordine del diametro fra micron 150 e micron 80, che si dispongono secondo una rete a maglie piuttosto larghe e di forma irregolarmente poligonale. Sia le arterie che le vene si distribuiscono sullo stesso schema, ma generalmente ogni maglia della rete vascolare è formata da una arteria e da due vene che l'accompagnano; il vaso arterioso decorre in mezzo ai due venosi (fig. 2). All'interno di ogni singola maglia esiste poi una finissima trama vascolare dovuta a numerosi ramuscoli, collaterali di terzo ordine, che si staccano dai margini mediali dei tronchini costituenti la maglia stessa. Si viene in tale modo a formare un diffusissimo sistema capillare privo di regolarità ma a direzione centripeta. Le anastomosi capillari non avvengono però solo all'interno della singola maglia, ma in ogni direzione; infatti i capillari contenuti in ogni

(\*) Le indagini anatomiche hanno ormai precisato che il periostio è formata da: a) strato esterno o superficiale (guaina tendineiforme di Renault) con abbondanti fasci collageni e scarse fibre elastiche; b) strato interno (astuccio fibro-elastico di Renault) con numerose fibre elastiche sottili e poche fibre collagene; e) strato di osteoblasti (strato osteogeno sottoperiostale di Ollier), particolarmente sviluppato nell'osso in accrescimento.



maglia si superficializzano, si approfondano, si uniscono a quelli di maglie vicine, assumono aspetti allungati, ederiformi o ad anello. A loro volta alcuni di questi capillari formano un irregolare reticolo a strettissime maglie (fig. 3). Quindi, mentre è possibile riconoscere nei singoli tratti di periostio una direzione prevalente delle maglie poligonali secondo l'asse longitudinale dell'osso, ciò non avviene per il reticolo capillare orientato in tutti i piani dello spazio. La suddivisione delle vene è ancora più marcata di quella delle arterie ed in ultima analisi, sono esse che, assieme ai capillari, danno origine alla complicata architettura vasale descritta che rappresenta la rete vascolare esterna.

#### *Rete vascolare interna.*

Dalla rete vascolare periosteale esterna (strato fibro-elastico di NOVAK ora descritta) si dipartono parecchi rami di diametro attorno ai micron 100 che penetrano in profondità distribuendosi nello strato interno del periostio; si anastomizzano scarsamente fra di loro e danno origine alla rete vascolare interna, assai meno sviluppata a disegno molto più semplice della rete vascolare esterna, e formata da vasi rossi sottili e da capillari. La sua architettura è così schematica che quasi non si può parlare neppure di rete vera e propria, salvo casi eccezionali nei quali lo strato periostale è particolarmente spesso. In tali casi il complesso di vasi può formare una sottile rete a larghe maglie poligonali (fig. 4). Dalla rete vascolare interna partono dei ramuscoli che penetrano nella corticale ossea direttamente oppure dopo un brevissimo percorso in direzione longitudinale all'osso (fig. 5). In conclusione il complesso vascolare dello strato interno consta quindi unicamente di sottili diramazioni vasali provenienti dalla rete esterna e si può dire che sia più una diffusione in profondità della rete vascolare esterna che non un complesso a sé stante, morfo-funzionalmente ben strutturato.

Fig. 1 - Stereomicrofotografia panoramica del complesso vascolare periostale (6 x): in rosso le arterie, in nero le vene ed i capillari. Dalle due arterie principali, che decorrono parallele, si staccano quasi ad angolo retto dei rami che, successivamente, si suddividono per formare delle grosse maglie. La rete venosa è di gran lunga più ricca e complessa ed il susseguirsi delle diramazioni forma una fitta intelaiatura a maglie poligonali. In profondità si intravedono le maglie della rete vascolare interna.

Fig. 2 - Stereomicrofotografia a piccolo ingrandimento (16 x). In rosso le arterie, in blu le vene ed i capillari. Entrambi i sistemi arterioso e venoso, formano con le loro diramazioni una larga maglia poligonale, ordinatamente disposta. Ogni arteria decorre in mezzo a due vene che l'accompagnano. Le successive suddivisioni formano anch'esse maglie poligonali concentriche sempre più strette.

Fig. 3 - Particolare della precedente a medio ingrandimento (25 x). Nell'interno di una maglia poligonale si evidenzia la fitta trama poligonale che deriva dal progressivo sfioccamento dei rami capillari.

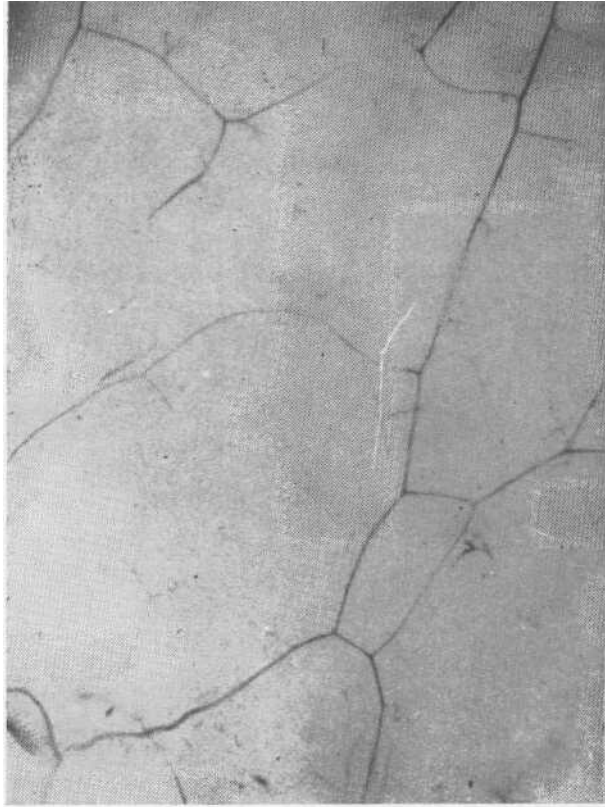


Fig. 4 - Stereomicrofotografia (25 x) della rete periostale interna eseguita dopo avere asportato lo strato periostale esterno. I sottili capillari formano una esile maglia a disegno irregolarmente poligonale.

La rete vascolare periosteale risulta quindi formata, secondo le nostre osservazioni, da queste due reti: esterna ed interna. Essa però ha strette connessioni anatomico-funzionali con un terzo piano vascolare che però per noi non fa parte del periostio ma bensì delle diverse strutture anatomiche che hanno con questo rapporti diretti (fig. 6).

Le connessioni vascolari fra rete periosteale e rete sovraperiosteale sono dovute a vasi di grosso calibro, cioè con un diametro di micron 500 circa che decorrono per tratti più o meno lunghi nel tessuto lasso che unisce il periostio ai tessuti molli vicini. Questi vasi danno origine ad una rete ampiamente anastomizzata con quella periostale o di foggia differente a seconda del tipo di tessuto in cui è immersa; potrà



Fig. 5 - Stereomicrofotografia (25 x). Disposizione longitudinale dei piccoli capillari appartenenti alla rete periostale interna che entrano nella corticale ossea.

così ricordare la rete vascolare del tessuto adiposo, fasciale o muscolare.

Nelle zone di attacco di tendini e capsule articolari, il complesso vascolare periosteale non presenta più le sue caratteristiche specifiche ed il disegno diventa quello proprio del tessuto tendineo della capsula articolare.

#### *Considerazioni e conclusioni.*

Le nostre osservazioni sulla vascolarizzazione periostale sono state condotte da un punto di vista morfo-funzionale poiché ci sembra che una moderna ricerca anatomica debba essere completata dalla inter-

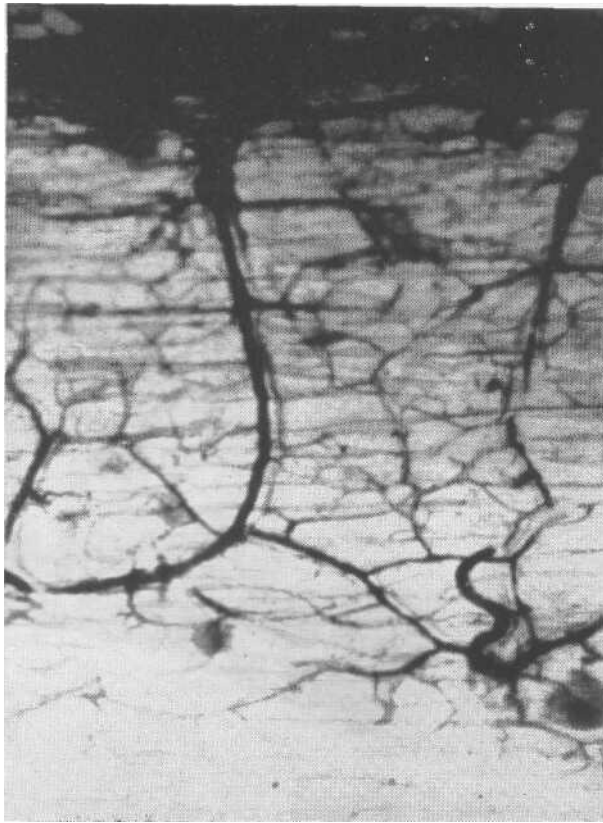


Fig. 6 - Stereomicrofotografia (10 x). Visione di assieme delle tre reti vascolari che, dall'alto al basso, sono: la sovra-periosteale, la rete periostale esterna, la rete periostale interna. Sono evidenti le differenze di diametro dei vasi costituenti le tre reti, la ricchezza di circolo e le frequenti anastomosi, per cui in definitiva si ha funzionalmente un unico armonico ed interdipendente sistema vascolare.

pretazione funzionale delle strutture esaminate. Il complesso vascolare del periostio è formato da due reti: quella esterna e quella interna. La rete superficiale è assai sviluppata e forma una rete a maglie poligonali costituita sia dal vaso arterioso che da quello venoso e dentro le maglie della rete è visibile uno sfioccamento polimorfo di numerosi vasi capillari. Essa contrae stretti rapporti con la rete vascolare sovra-periosteale. La rete periostale vascolare interna è costituita da vasi che provengono dalla periosteale esterna e che durante il loro decorso possono ramificarsi ed anastomizzarsi fra di loro, specie quando lo strato



periostale interno è abbastanza spesso, formando così dei disegni retiformi più o meno a larghe maglie. In ogni caso essi si portano, dopo un decorso generalmente breve e rettilineo, nello spessore del tessuto osseo.

Noi siamo completamente d'accordo con NOVAK nel riconoscere i tre strati vascolari periostali; anche noi abbiamo osservato una rete sovraperiostale decorrente nel tessuto lasso interposto fra periostio e strutture circostanti, ma non ci sembra giusto considerarla nelle strutture vascolari periostali, perché il tessuto in cui essa decorre non fa parte del periostio.

Certamente non si possono ignorare gli stretti rapporti esistenti fra le reti periostee e quelle sovraperiostee, rapporti altrettanto importanti di quelli esistenti fra le due reti esterna ed interna del periostio.

In ultima analisi però noi preferiamo considerare nel periostio solo due reti vascolari; l'esterna e l'interna. La prima è la rete di maggiore volume e di importanza maggiore, la seconda è una dipendenza di essa generalmente priva di spiccata individualità anatomica. A queste due è legata funzionalmente e strutturalmente la rete sovraperiosteale. Essa non appartiene topograficamente al periostio, ma funzionalmente va compresa in tutto il complesso vascolare che espleta una funzione nutritiva per l'osso e quindi è giusto definirla come « contingente vascolare sanguigno periosteale in senso lato ».

#### Riassunto

Studio dell'angioarchitettura del periostio mediante iniezione endovasale di Neoprene diluito, soluzione acquosa di inchiostro di china e bleu di Prussia.

Viene evidenziato che lo strato vascolare del periostio è composto da due reti, una interna ed una esterna, anastomizzantesi con i vasi endossei e con i vasi dei tessuti molli circostanti.

Viene anche considerato come facente parte in senso funzionale del contingente vascolare del periostio la rete di anastomosi fra la rete esterna e l'albero vascolare dei tessuti circostanti.

Delle reti descritte, la più importante, da un punto di vista morfologico è senz'altro la rete periostale esterna.

#### Résumé

Une recherche sur la angioarchitecture du perioste par injection endovasale de Neoprène en dilution, solution aqueuse d'encre de Chine et Bleu de Prusse.

On met en évidence que la couche vasculaire du perioste est composée par deux réseaux, dont un interne et l'autre externe anastomosés avec les vaisseaux endosseux et les vaisseaux des tissus voisins.

On pense que aussi le réseau d'anastomoses entre le réseau externe et l'arbre vasculaire des tissus voisins fait partie au point de vue fonctionnel des vaisseaux du perioste.

Au point de vue morphologique le plus important des réseaux qu'on a décrit est le réseau périostal externe.

### Summary

An investigation of the vascular architectonics of the periostium with the help of intravascular injection of diluted Neoprene, watery solution of China ink and Blue of Prussia.

It could be established that the vascular layer of the periostium is composed by two networks, an internal and an external one which show anastomoses with the endosteal vessels and the vessels of the surrounding soft tissues.

From a functional point of view the anastomotic network between the external network and the vascular tree of the surrounding tissue is considered to be a part of the periostium vascular System.

The most important of these networks from a morphological and functional point of view is certainly the external periosteal network.

### Zusammenfassung:

Eine Untersuchung der Gefässarchitektur des Periosts mit intravasaler Injektion von Neopren, wässriger Chinatintenlösung und preussisch-Blau.

Man stellt fest, dass das Gefässsystem des Periosts aus zwei Gefässnetzen, einem internen und einem äusseren besteht, die Anastomosen mit den intraossösen Gefässen und mit den Gefässen der umliegenden Weichteilen aufweisen.

Funktionell betrachtet man das anastomotischen Netzwerk zwischen den äusseren Gefässen und dem Gefässsystem der umliegenden Gewebe als einen Anteil des Periostalen Gefäss-systems.

Morphologisch und funktionell kann man ohne weiteres das äussere periostale Netzwerk als das wichtigste ansehen.

### Bibliografia

- BERTELLI R.: *Tratto di Anatomia Umana*. Vallardi Editore, Milano, vol. I, 1969, 1912.
- CRUVEILHIER T.: *Tratte d'Anatomie descriptive*. Asselin Ed., Paris, vol. I, 31, 1871.
- DORFL J.: *Vascularization of the periosteum of flat bones in newborn infants and adults*. *Cesk. Morf.*, 10, 282, 1962.
- KOSTRIKOV V. S.: *Eksperimental'nye dannye o vaskularisatsii i innervatsii periosta v norme i pri nekotorykh patologicheskikh sostoianiakh; predvaritel'noe soobshchenie*. *Vest. Khir.*, Feb., 77, 57, 1956.
- LARSON R. L., KELLY P. J., JAMES J. M., PETERSON L. F.: *Suppression of the periosteal and nutrient blood supply of the femora of dogs. A histologic microangiographic and roentgenologic study*. *Clin. Orthop.*, 21, 217, 1961.
- LORETI F.: *Compendio di Anatomia Sistematica dell'Uomo*. Rosenberg-Sellier Ed., Torino, 1952.
- NOVAK V.: *Uprava cev v periostu dlouhych kosti dospetelo cloveka*. *C. S. L. Morfol.*, 8, 103, 1960.
- OTELIN A. A.: *O vaskularisatsii nadkostuitsy v norme i pri nekotorykh patologicheskikh sostoianiakh*. *Vest. Khir.*, Apr., 78, 42, 1957.
- SAPPEY Ph. C.: *Trattato di anatomia descrittiva*. Detken-Rocholl Ed., Napoli, 1878.
- TESTUT I.: *Trattato di Anatomia Umana*. Ed. Utet, Torino, vol. I, 30, 1901.