

ULTRASTRUTTURA DEL TESSUTO TENDINEO

L. PERUGIA, F. POSTACCHINI, E. IPPOLITO

Il Cattedra di Clinica Ortopedica dell'Università degli Studi Roma

Titolare: *Prof. L. Perugia*

La morfologia istologica ed ultrastrutturale del tessuto tendineo varia in relazione a numerosi fattori. Di questi, i più importanti sono rappresentati dalla tecnica di fissazione adottata, dal tipo di fissativo usato e, soprattutto, dall'età del tessuto. Secondo le osservazioni istologiche classiche, il tendine è costituito da cellule fusiformi e da fasci di fibre collagene provviste di una caratteristica ondulazione. In realtà, questa ondulazione rappresenta un artefatto, che si verifica quando il tendine viene prelevato dall'animale e fissato per immersione. Quando invece la fissazione viene effettuata « in vivo » con il metodo del « dripping », consistente nel far cadere il fissativo goccia a goccia sul tendine lasciato in situ, il tessuto presenta una morfologia generale nettamente diversa. I fasci collageni, infatti, appaiono perfettamente rettilinei ed i rapporti tra cellule e matrice sono meglio conservati.

Mentre per l'indagine istologica non vi sono di solito particolari problemi di fissazione all'uso di un determinato fissativo, nello studio della morfologia ultrastrutturale la qualità della fissazione, e di conseguenza il tipo di fissativo impiegato, acquistano un rilievo determinante. Per il tessuto tendineo, il maggiore fissativo è rappresentato dal PAF-OSO., che preserva perfettamente sia la componente cellulare, sia quella extracellulare. E' da sottolineare, peraltro, che la morfologia del tessuto, e in particolare quella della matrice intercellulare, è condizionata dal tipo di fissativo usato. Alcuni fissativi, come l'acido tannico, infatti, modificano la caratteristica bandatura delle fibre collagene, rendendo nel contempo la matrice interfibrillare più elettrondensa che di norma.

Le variazioni morfologiche più spiccate, tuttavia, si osservano in relazione all'età del tessuto. Nel tendine neonatale, la frequenza della popolazione cellulare è molto elevata e i setti endotenonici sono numerosi e riccamente vascolarizzati. In sezione longitudinale, le cellule presentano una forma fusata od ovalare e sono disposte in lunghe filiere a decorso parallelo. Il diametro longitudinale dei tenociti si aggira di solito intorno a 20-40 μ mentre il diametro trasversale misura approssimativamente 5-10 μ . In sezione trasversale, gli elementi cellulari hanno forma poligonale e appaiono forniti di numerosi prolungamenti citopla-

smatici, che tendono ad usufruirsi gli uni agli altri. A livello ultrastrutturale, le cellule presentano un abbondante citoplasma fornito di un ricco reticolo endoplasmico a superficie rugosa e di un ben sviluppato apparato di Golgi, a dimostrazione di una spiccata attività proteosintetica. Il nucleo possiede uno o più nucleoli e la cromatina ha una disposizione granulare. In prossimità della membrana plasmatica, si osservano frequentemente dei fasci di filamenti dello spessore di 50-70 Å, che presentano lungo il loro decorso una o più bande trasversali fortemente elettrondense. Nel contesto del citoplasma, inoltre, sono spesso presenti filamenti del diametro di 90-110 Å, disposti in fasci meno nettamente individuati. *In base alle caratteristiche morfologiche e alla intensa fluorescenza evidenziata dalle cellule tendinee quando il tessuto viene trattato con siero anti-actina e anti-miosina muscolare liscia, i filamenti più sottili appaiono costituiti da actina e quelli più spessi da miosina.* La sostanza intercellulare è formata da fibre collagene, da fibre elastiche e da una matrice amorfa interfibrillare. Le fibre collagene, che hanno un diametro variabile da 180 a 550 Å, presentano la striatura tipica del collagene, ma nell'ambito di un periodo non possiedono tutte le sottobande dello schema di Wassermann, a dimostrazione di una incompleta maturità. Le fibre elastiche sono relativamente numerose e appaiono di solito in stretto contatto con la membrana plasmatica dei tenociti. Nel tendine neonatale si distinguono due tipi di fibre elastiche: fibre immature, costituite da un aggregato di filamenti del diametro di circa 100 Å e filamenti disposti circolarmente intorno ad una porzione centrale amorfa. La matrice interfibrillare ha l'aspetto di una sostanza cementante senza particolari caratteristiche morfologiche.

Nel tendine adulto la frequenza cellulare diminuisce nettamente rispetto al neonato, per un apparente aumento di spessore dei fasci collagene che separano le filiere cellulari. I tenociti presentano generalmente una forma fusata e una lunghezza che è circa il doppio di quella delle cellule del tendine neonatale. I setti endotenonici sono meno numerosi, più sottili e meno riccamente vascolarizzati. In sezione trasversale, i tenociti presentano una caratteristica forma a ragno o a stella, per la presenza di sottili e lunghi prolungamenti citoplasmatici. Al microscopio elettronico essi appaiono forniti, rispetto al tendine neonatale, di una minore quantità di citoplasma e di un più scarso reticolo endoplasmico. Quest'ultimo, inoltre, è spesso dilatato in larghe cisterne contenenti un abbondante materiale amorfo. Nelle cellule del tendine adulto, i filamenti contrattili intracitoplasmatici non presentano significative variazioni quantitative rispetto al tendine neonatale. Nel complesso, tuttavia, il contenuto in proteine contrattili del tessuto presenta un sensibile decremento, come dimostrano le indagini di immunofluorescenza, in conseguenza della diminuzione della densità cellulare. Considerevoli modificazioni si riscontrano anche nella matrice intercellulare. Le fibre collagene presentano dimensioni variabili, da 185 a 1660 Å e le due popolazioni maggiormente rappresentate misurano 550 e 940 Å. Le fibre elastiche aumentano di diametro e presentano costantemente le caratteristiche morfologiche delle fibre mature.

Nel tendine senile la densità cellulare diminuisce ulteriormente, tanto da dare l'impressione, in alcune zone, di un tessuto quasi acellulare. Le filiere cellulari sono costituite al massimo di 3-4 elementi e i tenociti appaiono estremamente allungati. Alcuni di essi possono arrivare a misurare in lunghezza fino a 300 μ . In sezione trasversale, le cellule tendinee appaiono costituite da un piccolo corpo cellulare da cui si dipartono pochi prolungamenti citoplasmatici, estremamente sottili e lunghi. A livello ultrastrutturale, la cromatina nucleare si presenta disposta in zolle relativamente voluminose e il citoplasma appare estremamente scarso. Sia il reticolo endoplasmico a superficie rugosa che l'apparato di Golgi sono scarsamente rappresentati, mentre sono spesso evidenti aggregati di ribosomi liberi. Con maggiore frequenza rispetto ai periodi precedenti, inoltre, si osservano nel contesto del citoplasma delle formazioni simil-lisosomiali e dei depositi di glicogeno e di lipidi. I filamenti contrattili intracellulari presentano una lieve diminuzione quantitativa. Data la considerevole riduzione della densità cellulare, tuttavia, il contenuto in proteine contrattili del tessuto senile è nettamente diminuito rispetto a quello del tendine adulto. Nella matrice intercellulare, le fibre collagene presentano dimensioni estremamente variabili, che oscillano tra 185 e 2000 Å. La popolazione fibrillare maggiormente rappresentata, peraltro, misura approssimativamente 370 Å. Le fibre elastiche sono ridotte di numero, ma non presentano sensibili variazioni morfologiche. Nel contesto della matrice, infine, si possono talora osservare delle aree più o meno ampie di calcificazione.

In conclusione, con l'avanzare dell'età, il tessuto tendineo presenta delle profonde modificazioni, che riguardano sia la componente cellulare, sia quella intercellulare. I tenociti diminuiscono di numero per unità di superficie, tendono ad assumere una forma estremamente allungata e presentano una progressiva involuzione degli organuli citoplasmatici deputati alla sintesi proteica. Parallelamente, le fibre collagene vanno incontro ad un aumento di spessore, che peraltro riguarda soltanto una porzione relativamente modesta di esse. Anche nell'età senile, infatti, si possono osservare fibre collagene di dimensioni uguali a quelle delle fibre più piccole presenti nell'età neonatale. Inoltre, nel tendine del vecchio la popolazione fibrillare più largamente rappresentata ha diametri molto simili a quelli più frequentemente rilevabili in età neonatale ed adulta. Con l'avanzare dell'età le fibre elastiche vanno incontro, dapprima, ad una progressiva maturazione funzionale e, successivamente, ad una diminuzione di numero, presumibilmente correlata alla riduzione della densità cellulare. Tali modificazioni si traducono in una progressiva diminuzione di elasticità, a cui non è estranea presumibilmente la riduzione del contenuto in proteine contrattili intracitoplasmatiche del tessuto tendineo. *Gli studi da noi condotti, infatti, dimostrando la presenza di filamenti di actina e miosina nelle cellule tendinee, inducono a ritenere che i tenociti siano dotati di una attività contrattile che influenza l'elasticità e la resistenza meccanica dell'intero tessuto.*