



SUI

# NERVI DEI TENDINI

DELL' UOMO E DI ALTRI VERTEBRATI

E DI

Un nuovo Organo Nervoso terminale Muscolo-tendineo

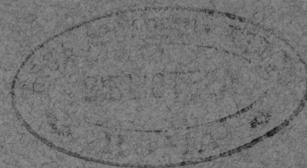
RICERCHE

DI

CAMILLO GOLGI

Professore in Pavia

*Misc. B. 50.9*



TORINO

STAMPERIA REALE DELLA DITTA G. B. PARAVIA E COMP.

DI I. VIGLIARDI

1880



SUI

# NERVI DEI TENDINI

DELL' UOMO E DI ALTRI VERTEBRATI

E DI

Un nuovo Organo Nervoso terminale Muscolo-tendineo

---

RICERCHE

DI

CAMILLO GOLGI

Professore in Pavia



TORINO

STAMPERIA REALE DELLA DITTA G. B. PARAVIA E COMP.

DI L. VIGLIARDI

1880

*Albo*

---

Estr. dalle Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino  
SERIE II, TOM. XXXII.

---

SUI

# NERVI DEI TENDINI

DELL'UOMO E DI ALTRI VERTEBRATI

E DI

Un nuovo Organo Nervoso terminale Muscolo-tendineo

---

## I.

Di fronte alla diligenza con cui nell'epoca moderna vennero condotte le ricerche anatomiche, alla pertinacia con cui ogni più piccola parte dell'organismo nostro, con ogni mezzo d'osservazione, venne scrutata, è di sorpresa, che particolarità di organizzazione così spiccate, così facili a dimostrarsi, e per avventura di così rilevante significazione fisiologica come quelle ch'io mi propongo di descrivere, siano finora rimaste dagli anatomici inosservate.

Nè potrebbe dirsi che l'argomento della distribuzione e terminazione dei nervi nei tendini non abbia finora a sè richiamata l'attenzione degli osservatori, chè anzi, fra le recenti pubblicazioni, due ne troviamo, l'una di ROLLET (1), l'altra di SACHS (2), esclusivamente dirette allo studio

---

(1) A. ROLLET, *Ueber einen Nervenplexus und Nervenendigungen in einer Sehne.* — Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissenschaften. Mai, 1876.

(2) C. SACHS, *Die Nerven der Sehnen.* — Arch. f. Anatomie Physiologie und Wissensch. Med. 1875 (pubblicato nel 1876).

dell'argomento medesimo; ma per vero non potrebbesi asserire che o per l'una o per l'altra di queste due pubblicazioni, e massime per quella del primo, le conoscenze nostre sui nervi dei tendini abbiano notevolmente avvantaggiato.

Infatti ROLLET, oltre che limitava lo studio ad un solo tendine della rana, il tendine del muscolo sterno-radiale, nemmeno per quest'unico ricercato tendine, per l'inadatto metodo d'indagine adoperato (1) riesciva a determinare il vero modo di terminazione delle singole fibre nervose. Secondo la descrizione da lui data, il nervo al tendine destinato dà origine, complicatamente suddividendosi, ad un considerevole plesso di fibre midollate situato entro la sostanza propria del tendine. Le singole fibre che formano il plesso, dopo alquante suddivisioni, vanno in fine a metter capo ad altrettanti apparati terminali, a cui ROLLET dà il nome di *zolle nervose* (Nerven-scollen), entro i quali suddividonsi, mantenendosi sempre midollate, per 2, 3 e talora anche 4 volte, terminando finalmente od assottigliate a punta o con un'espansione a limiti indeterminati.

Nella descrizione delle zolle, poi, ROLLET fa in esse distinguere le ramificazioni delle fibre nervose ed una sostanza interposta. Relativamente alle prime è solo da aggiungere che esse non rimangono circoscritte alle zolle, ma ne oltrepassano i confini, dal che risulta che la sostanza di queste non è ben delimitata, ma passa gradatamente nel tessuto circostante. La sostanza interposta consta di nuclei, d'aspetto eguale a quello delle cellule nervose, e di una sostanza costituita da granuli disposti in linee ondulate ed intrecciate, tra cui esistono degli spazii chiari del pari decorrenti in linee ondulate ed intrecciate, sicchè ne risulta un insieme difficilissimo a descriversi. Queste così dette zolle avrebbero, secondo ROLLET, molta somiglianza colle piastre nervose terminali dei muscoli striati, però non si può comprendere, se si tiene conto della sua descrizione e della figura che ne dà, in che siffatta somiglianza consista (2).

(1) Per mettere in evidenza i nervi tendinei che descrive, ROLLET adoperò una attenuata soluzione (1 gr. su 1000 cc.) di acido cloridrico o nitrico, entro la quale immergeva il tendine lasciandovelo fino a che si fosse trasformato in una massa vitrea. - Dall'acido osmico e dal cloruro d'oro nessun maggiore dettaglio gli venne fatto rilevare oltre quanto ottenne col solo acido nitrico; il cloruro d'oro è anzi da lui dichiarato non raccomandabile per lo studio delle zolle, perchè ne altera i fini dettagli di struttura, nello stesso modo che esso altera, dice, le piastre terminali dei muscoli.

(2) Per apprezzare questo confronto di ROLLET, è d'uopo ricordare che per le fibre nervose motrici egli non ammette la terminazione nelle placche circoscritte quali sono generalmente descritte nelle fibre muscolari, ma in proposito s'associa alle opinioni di GERLACH ed ARNDT, opinioni che da nessun altro istologo poterono finora essere confermate.

Di maggior interesse, comechè fatte su più larga scala e con miglior metodo, sono le ricerche di SACHS. Però, nel mentre è molto vicina al vero la descrizione che egli dà delle terminazioni nervose nei tendini della rana e della lucertola, nulla affatto di nuovo essa aggiunge per ciò che riguarda i tendini degli uccelli e dei mammiferi. È anzi sorprendente come, pur avendo fatto argomento di speciali ricerche anche i tendini di queste altre classi di animali, egli non abbia punto rilevate le modalità affatto speciali e caratteristiche di terminazione che in essi hanno luogo. Per ciò che riguarda lo studio della distribuzione dei nervi tendinei, devo notare di più che i suoi risultati non potrebbero essere più manchevoli; p. es. relativamente agli uccelli, egli dice di non aver trovato traccia di nervi nei tendini delle gambe e solo d'averli trovati così scarsi in quelli delle ali, da doversi loro attribuire pochissima importanza, mentre tanto nelle gambe quanto nelle ali, nei muscoli pettorali ecc., assai numerosi sono i tendini provveduti di nervi e delle corrispondenti caratteristiche terminazioni.

Tre sono i modi di terminazione da SACHS verificati. Il più frequente avverrebbe mediante decomposizione delle fibre midollari in un *intricato cespuglio* (*wirres Gestrüpp*) di fibrille pallide, le quali s'intrecciano in ogni direzione a guisa di un micelio. Non potè verificare se vi fosse o no una rete; gli ultimi prolungamenti del *cespuglio* sembra che terminino semplicemente a punta.

Il secondo modo (rane), molto meno frequente, lo descrive come segue: « alcune fibre s'irradiano a pennello in una serie di fibrille pallide che decorrono per lunghi tratti senza ramificarsi, terminando verosimilmente a punta ».

Il terzo avverrebbe (nel solo tendine dello sterno-radiale) mediante formazione di una specie di clava entro la quale la fibra terminerebbe con un rigonfiamento vescicolare (1).

Tutti questi diversi modi di terminazione si riferiscono ai tendini della rana e della lucertola; quanto ai mammiferi, dei quali egli fece oggetto di ricerca i tendini caudali ed il centro tendineo del ratto e del gatto, dopo aver detto che in essi le terminazioni in certo modo tengono

---

(1) Le figure di questa clava terminale date da SACHS e la circostanza che, ad onta delle innumerevoli preparazioni, solo 1 o 2 volte riesci ad ottenere forme siffatte con qualche evidenza, e il fatto che nessun altro fra gli osservatori che di questo argomento si sono occupati potè ottenere egual reperto, fa supporre che qualche accidentalità di preparazione lo abbia tratto in errore.

il mezzo tra i primi due tipi, di più dettagliato egli soltanto nota, che avvenuto il passaggio delle fibre midollate nelle pallide, il dominio di ramificazione delle ultime s'estende considerevolmente nella direzione longitudinale del tendine, senza derivarne forme *simili a cespuglio* come negli anfibî e negli uccelli; che la terminazione accade nell'interno della specifica sostanza tendinea non interstizialmente, e che le ramificazioni di ciascuna fibra sono rigorosamente limitate al dominio di un unico tendine elementare (1).

Lo stato della questione, quale venne qui esposto, non può certo dirsi cambiato, massime per ciò che riguarda i mammiferi in generale, da un più recente lavoro su questo medesimo argomento pubblicato da GEMT (2), basti il dire come in esso si trovi che « le ricerche dei tendini dei mammiferi diedero risultati negativi ». Quanto alle terminazioni nervose nei tendini della rana e della lucertola, egli dice che dai singoli rami delle fibre midollate emanano delle fibre varicose di diversa finezza le quali frequentemente si ramificano, e qua e là s'anastomizzano, terminando libere e senza rigonfiamenti terminali entro il tessuto, così derivando dei pennelli terminali di forma ovale visibili, quali piccole macchie di color violetto, parte ad occhio nudo, parte col semplice aiuto d'una lente.

Pertanto, ad onta delle qui accennate ricerche, noi possiamo asserire che, mentre si hanno conoscenze abbastanza dettagliate sulle terminazioni nervose nei tendini de' vertebrati inferiori (rane, lucertole), riguardo ai mammiferi in genere e l'uomo in ispecie, il problema del rapporto dei nervi coi tendini, trovasi ancora al punto medesimo che venne segnato da KÖLLIKER (3) colle parole seguenti, le uniche che all'argomento egli abbia dedicate:

« Riguardo ai tendini, recentemente nel pipistrello, anche ne' più piccoli, ho veduto, almeno superficialmente, abbastanza numerose diramazioni nervose. Nei più grandi, come nel tendine d'Achille, nel tendine del quadricipite, nel centro tendineo, nell'uomo i nervi insieme ai vasi penetrano anche nell'interno. Nelle fascie e guaine tendinee e capsule sinoviali del sistema muscolare fino ad ora non vennero dimostrati nervi ».

(1) Ho creduto di dover riferire con qualche dettaglio i risultati delle ricerche di BOLLET e SACHS per ciò che in un'autorevole rivista tedesca (*Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der gesammten Medicin*. Berlin, 1879) WALDEYER, facendo il sunto della mia comunicazione preventiva, evidentemente senza averne compreso il senso, vorrebbe far credere che il tipo di terminazione che io ho descritto come nuovo e caratteristico, corrisponde a quello descritto già da quei due osservatori.

(2) T. GEMT, *Ein Beitrag zu der Lehre von den Nervenendigungen in Bindegewebe*. Dissert. Kiel, 1877.

(3) KÖLLIKER, *Handbuch d. Gewebelehre*. 5ª edizione. Leipzig, 1867, p. 169.

Qual considerevole lacuna sia codesta nel dominio della fine anatomia può esser dimostrato semplicemente col ricordare gli studi, che intorno a taluni particolari fenomeni di sensibilità dei tendini dell'uomo vennero recentemente istituiti da clinici e da fisiologi, e le interpretazioni diverse che dagli stessi fenomeni, per difetto di base anatomica, vennero date (1).

Obbietto principale delle mie ricerche furono i tendini dell'uomo, però estesi le osservazioni anche a diversi altri mammiferi (coniglio, cane, gatto, topo), ad alcuni uccelli (passero, fringuello, rondine) ed anche a qualche anfibio (rana) e rettile (lucertola).

Noterò anzi come ai risultati ottenuti nell'uomo io sia stato guidato da quelli ottenuti da prima nella lucertola, di poi negli uccelli, quindi nel coniglio; e voglio altresì fin d'ora far rimarcare come le terminazioni nervose che io ho trovato nei tendini della lucertola abbiano per me un doppio valore, in quanto che, oltre al presentarmi uno dei modi più chiari e più caratteristici di terminazione dei nervi, m'offersero un evidente riscontro del modo con cui le fibre nervose si comportano entro gli organi terminali da me trovati nei mammiferi e negli uccelli.

Seguendo l'ordine delle ricerche, credo utile incominciare la mia esposizione da quelle eseguite sui tendini delle lucertole e delle rane.

## II.

*Ricerche sulla Lucertola.* — I tendini delle lucertole rappresentano il terreno più opportuno e più facile per la ricerca delle terminazioni nervose in tali organi, e in ciò essi presentano corrispondenza coi muscoli volontari dello stesso animale, i quali, come si sa, del pari offrono il materiale più facile per la chiara dimostrazione degli apparati terminali dei nervi di moto.

I tendini che io trovai provveduti di nervi sono: 1° due o tre piccoli tendinetti appartenenti ai muscoli della doccia vertebrale; 2° uno che per situazione corrisponde allo sterno-radiale della rana; 3° due tendinetti caudali; 4° altro appartenente ai flessori delle estremità anteriori;

---

(1) Veggasi cap. V di questo lavoro.

5° uno appartenente agli estensori; 6° tendine del semitendinoso; 7° tendine d'Achille.

Il tendine d'Achille, e specialmente la sua superficie inferiore (superficie palmare della zampa posteriore), sia per la quantità delle fibre nervose di cui è fornito, sia per la facilità con cui può essere tolto dall'animale, è quello che meglio si presta per siffatto studio.

Sul modo con cui le fibre nervose arrivano al tendine, non esiste legge determinata: il caso più frequente è quello che esse escono dal mezzo dei fasci muscolari; alcune volte invece hanno opposta provenienza, portansi cioè alla zona della terminale loro espansione, derivando dal punto dell'inserzione ossea del tendine. Sapendo che negli arti tanto i nervi di senso, quanto quelli di moto, derivano da tronchi comuni di natura mista, parvemi superfluo il dilungarmi in ricerche per voler precisare da qual parte ne' singoli casi derivino i tronchi nervosi terminali. Qualunque sia la derivazione di questi ultimi, è regola quasi assoluta che le terminazioni si verificano in prossimità della zona di passaggio delle fibre muscolari nel tessuto tendineo; anzi frequentemente accade che gli apparati terminali trovansi negli interstizii esistenti tra i punti d'inserzione delle fibre nei tendini, venendo così nascoste dalle fibre muscolari in guisa che si riesce a renderle palesi solo allorchè s'allontanano artificialmente queste ultime.

Sia che derivino dall'interno delle masse muscolari, sia che provengano dall'opposta direzione, le fibre nervose destinate ai tendini, abbastanza facilmente distinguonsi da quelle destinate ai muscoli pel modo alquanto diverso di decorrere e di ramificarsi. Sono per verità differenze che meglio si possono comprendere colla pratica, che descrivere; tuttavia si può dire che, per es., le prime di solito veggonsi decorrere per lunghi tratti in linea retta, che le ramificazioni si succedono a notevoli intervalli, distaccandosi prevalentemente ad angolo retto, e che le diramazioni secondarie e terziarie decorrono e si ramificano conservando identico tipo, in guisa che giammai ne risultano quelle spiccate branche arboriformi che, e pel più frequente succedersi delle suddivisioni, che hanno luogo piuttosto ad angolo acuto, e pel più rapido arrivo ai corrispondenti organi terminali (piastre), quasi sono caratteristiche dei nervi muscolari.

Arrivate le fibre nervose tendinee o all'estremo limite della zona muscolare, o nella zona di confine tra il tendine ed il muscolo, inviano

lateralmente, con una certa regolarità di distanza, dei rami i quali talora senza ulteriori suddivisioni, dopo breve decorso, perduta la genuina midollare si decompongono rapidamente in tenuissime fibrille pallide, le quali intrecciandosi od anastomizzandosi danno origine alle circoscritte reticelle terminali, che descriverò con qualche maggior dettaglio più sotto; altre volte invece quelle branche nervose secondarie di nuovo si suddividono, dando luogo a fibre di terzo ed anche di quarto ordine, ciascuna delle quali mette poi capo ad un corrispondente apparato terminale, e, come accade per le fibre nervose motorie rispetto alle placche, è soltanto in prossimità degli stessi apparati terminali che esse perdono la guaina midollare (ved. Fig. 1<sup>a</sup>).

La fisionomia degli apparati terminali nominati (Fig. 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup>), a cui, come ho detto, mettono capo le singole fibre midollari di 2°, 3° e 4° ordine, benchè tipica, difficilmente può essere con esattezza descritta; basterà tuttavia a farne comprendere le particolarità essenziali il dire che, appena perduta la guaina midollare, i nudi *cylinder axis* si dividono da prima in due, tre o quattro fibrille che tosto danno origine, in direzioni svariate, a numerose altre fibrille, le quali, alla lor volta, nuovamente decompongonsi in fili di estrema finezza, che, anastomizzandosi ed intrecciandosi coi vicini, riescono a formare una reticella a maglie irregolari, a confini ben delimitati, presentante qua e là degli ingrossamenti o punti nodali, ed avente non soltanto un'estensione in superficie, ma anche in profondità, entro la sostanza tendinea, comprendendo nelle sue maglie alcuni fascetti della stessa sostanza.

L'estensione in profondità non può essere con precisione determinata, ma certamente non è considerevole; l'estensione nel senso della superficie è all'incirca dai 60 ai 100  $\mu$  in lunghezza e dai 40 ai 50  $\mu$  in larghezza. Qua e là accollati alle fibrille, e specialmente a quelle risultanti dalle prime suddivisioni del *cylinder axis*, veggonsi dei nuclei tondeggianti od ovali a contorni spiccati, granulosi, di fisionomia un po' diversa da quella dei nuclei disseminati tra i fasci del circostante tessuto tendineo.

Ognuno degli apparati terminali essendo il risultato della suddivisione delle singole fibre nervose di 2°, 3° e 4° ordine sopradescritte, ne risulta che essi sogliono essere disposti in gruppi distribuiti ad intervalli ungo l'andamento dei fasci di fibre o delle fibre isolate, non di rado, anzi, le espansioni reticolari di un gruppo sono tanto vicine da confondersi le une colle altre; questo però è fatto raro.

Nel ripetere le preparazioni dei nervi tendinei delle lucertole mi è invece, con una certa frequenza, avvenuto di mettere in evidenza, insieme alle tipiche terminazioni qui descritte, un altro sistema di fibre nervose sprovvedute di mielina (fibre nervose pallide), le quali, e per la presenza di rigonfiamenti nucleati e pel modo di decorrere e di ramificarsi, presentano i caratteri dei nervi che col metodo del cloruro d'oro tanto facilmente si ponno dimostrare nelle sierose in genere, specialmente peritoneo, lungo l'andamento dei vasi. — Questo secondo sistema di fibre nervose nell'insieme dà luogo ad una rete a grandi maglie, estesa a considerevoli tratti del tendine ed avente limiti indeterminati; sembra anzi non sia che una continuazione di quella che, con caratteri identici, esiste anche tra i fasci muscolari: infine, essa verosimilmente appartiene alla categoria dei nervi vasali, sebbene non sempre si possa dimostrare la loro relazione coi vasi.

Sul conto di queste fibrille metto in nota un altro solo dettaglio, ed è che, siccome la rete da esse formata, giusta quanto ho detto, s'estende a grandi tratti della superficie dei tendini, così, talora accade, che alcuni dei relativi filamenti veggonsi passare dall'uno all'altro apparato terminale delle fibre prima descritte, dando luogo ad una connessione che però sembra sia solo apparente (ved. Fig. 2<sup>a</sup>).

Volendo ora fare un confronto tra il tipo di terminazione dei nervi tendinei delle lucertole e quello dei mammiferi ed uccelli, risulta che, mentre da una parte, se si considera la terminazione delle singole fibre, havvi una corrispondenza quasi perfetta, giacchè tanto in quelle che in queste vi ha una reticella di eguale aspetto, d'altra parte vi ha una notevole differenza, consistente in ciò che nelle lucertole i gruppi di reticelle terminali sono liberi alla superficie dei tendini, mentre nei mammiferi ed uccelli, per effetto di ispessimento del connettivo tendineo e della probabile aggiunta di un rivestimento endoteliale, si ha la formazione di individuali e tipici corpi, con ben delimitate pareti, entro i quali sono disposte più o meno numerose reticelle terminali.

*Ricerche sulle rane.* — Non entro nei dettagli delle mie ricerche fatte anche su questo animale, perchè quanto ai caratteri essenziali, le terminazioni nervose dei loro tendini corrispondono a quelle delle lucertole, e se esistono delle differenze, queste si riferiscono a modalità secondarie. La corrispondenza consiste in ciò che anche nei tendini della rana gli

apparati terminali sono rappresentati da reticelle, e dall'essere tali reticelle distribuite entro la sostanza del tendine, massime negli strati superficiali, *libere da involucro*; le differenze, non tenendo conto della maggiore estensione delle reticelle, consistono semplicemente in ciò, che nei tendini della rana, le stesse reticelle sono molto più fine e delicate, per cui riesce estremamente difficile il vederle nella loro integrità. Questa difficoltà dipende soprattutto dal fatto che, sia che s'adopri il metodo del cloruro d'oro, sia che si impieghino altri più semplici metodi, per rendere spiccati i nervi, è sempre necessario far uso di reattivi, i quali, mentre valgono a rischiarare il tessuto tendineo, agiscono rigonfiandolo; è appunto per effetto del rigonfiamento che le tenuissime fibrille formanti la rete, sogliono disorganizzarsi, spesso anzi in tal grado da non rimanere dell'intero apparato terminale che un cumulo di sostanza granulo-fibrillare.

I tendini, che nella rana io trovai provveduti di nervi, sono quelli del muscolo sterno-radiale e quello del semitendinoso. Il primo, che, seguendo le indicazioni date da ROLLET, può essere colla massima facilità levato dall'animale vivente, è senza contestazione il più opportuno per questo studio.

### III.

*Ricerche sull'uomo e su altri mammiferi.* — Come ciò che v'ha di più interessante riguardo alla distribuzione dei nervi, già in parte risulta da quanto dovrò esporre intorno alle terminazioni, così parmi conveniente far precedere la descrizione di queste.

Due affatto diversi modi di terminazione delle fibre nervose vennero da me trovati nei tendini:

a) L'uno è rappresentato da particolari corpi assolutamente caratteristici per aspetto, forma, struttura e modo di connessione colle fibre nervose; corpi che trovano un riscontro in nessuno dei conosciuti apparati nervosi terminali dell'organismo nostro; la cui significazione pertanto molto probabilmente trovasi in armonia colla funzione che tendini e muscoli insieme devono compiere. A questi, a motivo dei rapporti che essi hanno coi muscoli, da una parte, e coi tendini dall'altra, io credo debbasi applicare il nome di *Organi nervosi terminali muscolo-tendinei*.

b) L'altro tipo è rappresentato da corpi che parimente hanno una propria spiccata fisionomia, ma che, insieme, almeno sotto alcuni rapporti,

trovano un riscontro in altri conosciuti apparati nervosi terminali dell'organismo nostro, coi quali, in relazione coll'anatomica corrispondenza, probabilmente hanno anche analogia di funzione. Noto fin d'ora che alludo alle così dette clave terminali della congiuntiva, del glande, ecc.

Di quanto questi due tipi di apparati terminali sono fra loro diversi per forma, struttura e rapporti colle fibre nervose, di altrettanto essi l'uno dall'altro diversificano per la sede; i primi sempre si trovano negli strati profondi delle origini dei tendini, nel punto di passaggio del muscolo nel tendine, quindi sempre in relazione coi fasci muscolari; i secondi, invece, di regola si trovano negli strati superficiali dei tendini o delle espansioni tendinee.

*Organi muscolo-tendinei* (veggansi Figure 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> con relativa spiegazione). — I principali loro caratteri anatomici si possono come segue brevemente riassumere.

Hanno generalmente forma fusata, e delle loro estremità l'una è sempre in rapporto coi fasci di fibre muscolari, del cui sarcolemma il loro stroma fibrillare appare in diretta continuazione; l'altra estremità, talora semplice, più frequentemente divisa in due, segue l'andamento dei fasci tendinei, andando a notevole distanza, gradatamente, a confondersi con essi.

Il loro diametro oscilla entro limiti piuttosto larghi, da 70-80  $\mu$  in larghezza e 300-400 in lunghezza, a 100-120  $\mu$  in larghezza e oltre 800 in lunghezza; questi ultimi, massime se colorati coll'oro, ponno con tutta facilità essere distinti ed isolati coll'aiuto di una semplice lente.

Il loro contorno suol essere abbastanza spiccato, anzi talora si presenta sotto forma di un sottile orlo splendente, lungo il quale si scorgono dei nuclei; però io non credo che tale orlo splendente indichi l'esistenza di una membrana involgente, piuttosto ritengo esso sia effetto d'ispessimento dei superficialissimi strati connettivi. Alcune ricerche istituite col metodo del nitrato d'argento mi fanno inclinare ad ammettere che sulla loro superficie esista un rivestimento endoteliale, siccome però i risultati della reazione non ebbero tutta la desiderabile chiarezza, non credo di poter dare questo fatto come assolutamente certo.

Quanto alla struttura, se si fa astrazione delle fibre nervose midollate, che in diverso numero dall'esterno vi penetrano, direbbesi che essi semplicemente constano di tessuto connettivo fibrillare con nuclei in esso disseminati; però esaminati dopo leggiero rischiaramento con qualche

acido, negli strati più prossimi alla periferia, ed anche immediatamente al di sotto dello splendente orlo, qua e là scorgonsi numerosi, piccoli, allungati accumuli di sostanza apparentemente granulosa. Dirò poi come la granulosità non sia che un'erronea apparenza.

Caratteristico è il modo con cui i corpi che sto descrivendo si trovano in rapporto colle fibre nervose.

Il caso più frequente è che una sola sia la fibra destinata a ciascuno di essi, però accade abbastanza di frequente che diano accesso a 2, a 3 e ben anco a 4 fibre midollate. L'entrata può verificarsi tanto da una delle estremità, costantemente quella che va a confondersi coi fasci tendinei, quanto da lato e precisamente da un punto della porzione più grossa della forma fusata.

Qualunque sia il numero delle fibre entranti, nel portarsi verso la parte centrale del corpo, esse continuano a suddividersi dicotomicamente, e ciascuna fibra di secondo o terzo ordine, ancora conservando i caratteri della fibra midollata, si dirige, divergendo l'una dall'altra, alla periferia, nella direzione degli accennati piccoli accumuli di sostanza granulosa. Tutto ciò può essere rilevato coi più semplici mezzi d'osservazione, per esempio, col rischiaramento ottenuto mediante attenuate soluzioni di acido cloridrico od acetico od arsenico. L'ulteriore o finale modo di comportarsi delle singole fibre può solo essere scoperto colla reazione del cloruro d'oro.

Ecco quanto coll'aiuto di quest'altro metodo ci è dato di rilevare.

Trasformatesi le fibre midollate in fibre pallide, queste, dando luogo ad alcune fra loro divergenti suddivisioni dicotomiche, continuano il loro tragitto verso la periferia dei corpi, dove giunte, mediante più fine e frequenti suddivisioni a brevissimi intervalli, riescono a costituire numerosi, circoscritti ed allungati intrecci reticolari, disposti parallelamente alla superficie, e situati al posto dei suaccennati periferici accumuli di sostanza apparentemente granulosa. Siffatti circoscritti intrecci reticolari a piccolo ingrandimento, hanno apparenza di altrettanti fiocchetti.

A questo punto, nel mentre nuovamente richiamo l'attenzione sul fatto, già notato, che le terminazioni ora studiate offrono la più grande analogia con quelle che, secondo la descrizione da me data, sono distribuite a gruppi e libere da involucro lungo i tronchi nervosi dei tendini della lucertola, voglio in pari tempo far rilevare ancora, come, tanto le una quanto le altre, però in modo più evidente nei tendini delle lucertole,

perchè ivi le circoscritte espansioni reticolari si possono meglio studiare di superficie, per l'aspetto delle ultime fibrille, e pel particolare modo di ramificarsi, e pei nuclei che alle fibrille stanno accollati, offrono una fisonomia d'assieme che richiama quella delle terminazioni nervose nei muscoli (placche). Dissi fisonomia d'assieme, giacchè ad un minuto esame quali caratteri differenziali per le terminazioni nei tendini troviamo: più complicate e più fine suddivisioni delle fibrille, la forma veramente reticolata, l'internarsi dell'intreccio reticolare nello spessore dei fascetti tendinei, e finalmente, almeno in generale, la maggior estensione che presentano gli apparenti fiocchetti terminali dei tendini in confronto delle placche terminali dei muscoli.

Riguardo alla genesi di questa categoria di corpi terminali, tenuto conto del trovarsi essi in diretta continuazione, da una parte col sarcolemma delle fibre muscolari, dall'altra coi fasci tendinei, coi quali il loro stroma va a confondersi, ed altresì tenuto conto della loro struttura fibrillare, si è portati ad ammettere che essi semplicemente risultino da un circoscritto ispessimento del connettivo tendineo attorno ed in corrispondenza di un gruppo di terminazioni nervose.

Quanto alla distribuzione degli apparati terminali ora descritti, le mie osservazioni dimostrano che essi esistono, se non in tutti, nella grande maggioranza dei muscoli del nostro organismo. I muscoli, nei quali la presenza degli apparati muscolo-tendinei è più facilmente dimostrabile, sono: grande e piccolo palmare, omero-radiale, cubitale, pronatore rotondo, flessore profondo e superficiale, per le estremità superiori; quadricipite, semitendinoso, gastronemi, soleo, plantare gracile, tibiale posteriore, flessore comune delle dita, lungo peroneo laterale, per le estremità inferiori. — Fra i muscoli, nei quali le mie ricerche intorno alla distribuzione degli organi muscolo-tendinei ebbero invece risultato negativo, menzionerò i motori dell'occhio, nessuno eccettuato.

Il fatto, che, relativamente alla topografica distribuzione di questi corpi, parmi meriti d'essere in modo più speciale rimarcato, è la loro esistenza tanto nei tendini superficiali, quanto nei profondi, e riguardo ai singoli muscoli, non meno nelle radici o lamine tendinee superficiali, che nelle interne.

Nel *coniglio*, che è l'animale nel quale queste ricerche riescono più facili, trovo sempre i corpi in numero più considerevole nei tendini delle estremità posteriori, e più specialmente nella parte alta della lamina

tendinea profonda de' gastroneimi, e nella estesa espansione tendinea appartenente ai muscoli della doccia vertebrale (ved. Fig. 4<sup>a</sup>).

Nel *topo*, nel *cane* e nel *gatto*, fatta eccezione di una maggiore difficoltà a trovare i corpi, ho fatto identiche osservazioni.

Negli *uccelli*, invece, gli organi nervosi terminali muscolo-tendinei, vennero da me trovati in maggior numero nelle ali ed in una lamina tendinea profonda del grande muscolo pettorale.

*Secondo tipo di organi nervosi terminali - (Gomitoli - clave - diverse forme di corpi Paciniani)* (ved. Fig. 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup>, 13<sup>a</sup>, 14<sup>a</sup>, 15<sup>a</sup> e 16<sup>a</sup>).

— Noto innanzi tutto che i fatti che passo ad esporre in questo paragrafo si riferiscono ai soli tendini dell'uomo. — Come già ho notato, le forme dei corpi, che ascrivo a questo secondo tipo, di regola si trovano alla superficie dei tendini e delle lamine tendinee e preferibilmente verso le loro radici in prossimità delle inserzioni od anche in mezzo ai fasci di fibre muscolari; abbastanza frequentemente però se ne riscontrano anche proprio nello spessore del tessuto tendineo e, secondo le più recenti mie osservazioni, alcuni altresì eccezionalmente esistono nell'interna superficie del tendine, superficie completamente occupata dalle inserzioni delle fibre muscolari, e quindi in mezzo a queste ultime.

I tendini, nei quali la ricerca m'è riuscita più facile, sono i seguenti: grande e piccolo palmare, flessore comune superficiale e profondo delle dita della mano, cubitale anteriore, adduttore del pollice, plantare gracile, gemelli, tibiale posteriore.

Hanno tali corpi generalmente forma globosa od ovale; qualche volta ho riscontrato anche forme semilunari. Il loro volume oscilla entro confini piuttosto larghi; parecchi dei più piccoli vennero da me trovati del diametro di 40-50  $\mu$  in larghezza e 70-80 di lunghezza, alcuni fra i più grandi misurarono 100-130  $\mu$  in larghezza e 300-350 in lunghezza; prevalgono le forme minori od intermedie.

In essi devonsi considerare tre parti, cioè: l'involucro, il contenuto e la fibra o le fibre nervose entranti.

L'involucro non è punto semplice, come, secondo la descrizione di KRAUSE e di AXEL-KEY, si riscontra nelle clave terminali della congiuntiva; ma di un notevole spessore e composto di una serie di finissimi strati concentricamente disposti, con nuclei ovali interposti.

Il contenuto, nei miei preparati ottenuti coll'acido osmico, appare

sotto forma di una massa gialliccia costituita da una sostanza fondamentale omogenea e da disseminati granuli di diversa grandezza, molto rifrangenti. Se questo contenuto sia soltanto in apparenza uniformemente granuloso e abbia invece, come riguardo agli *Endkolben* della congiuntiva è detto da AXEL KEY, è argomento intorno al quale non posso pronunciarmi con precisione; in proposito noterò soltanto che entro la massa d'apparenza granulosa soglionsi riscontrare alcuni nuclei, tondeggianti od ovali, generalmente provveduti di spiccato nucleolo.

Nella gran maggioranza dei casi una sola è la fibra che, attraversando il rivestimento, va a mettersi in rapporto col contenuto granuloso, ma non si ponno dire eccezionali i corpi che danno accesso a due, ed anche a tre fibre; riguardo a questi ultimi devesi però notare, che molte volte le due o tre fibre entranti risultano da biforcazione a qualche distanza del corpo a cui sono destinate.

Nel modo di comportarsi delle fibre nervose rispetto ai corpi, e, corrispondentemente, nell'aspetto dei corpi medesimi, notansi numerose differenze, delle quali sarebbe troppo lungo il dare una descrizione dettagliata, epperò io mi limiterò a menzionarne qualcuna.

Il caso più semplice ed anche più frequente, che specialmente si verifica riguardo ai più piccoli corpi, è che la fibra entrante, perduta la guaina midollare, termina all'estremità opposta dei corpi formando un piccolo rigonfiamento quale suol essere descritto per le fibre dei corpi di PACINI; in altri casi, appena attraversato l'involucro, la fibra termina in modo indistinto entro la sostanza granulosa. Qualche altra volta ho potuto con chiarezza verificare la formazione di un'ansa; la fibra seguendo gli strati periferici della sostanza granulosa, compie entro questa un completo giro, ed esce dal corpo accollandosi alla fibra afferente per prendere poi altra via, lungo la quale a me fu dato seguirla solo per breve tratto.

Caso più frequente del precedente è quello di vedere la fibra nervosa dare luogo entro la sostanza granulosa ad una serie, talora assai complicata, di anse in direzione diversa, e di diversa forma, in guisa di risultarne un vero gomitollo (ved. Figure 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup>) che molto da vicino ricorda quelli della congiuntiva, quali sono disegnati da KRAUSE e da AXEL KEY e da CIACCIO.

Finalmente menzionerò anche un raro reperto, riguardo al quale non saprei dire se una fibra nervosa soltanto attraversasse i corpi globosi, per portarsi poi ad altra destinazione, oppure se si trattasse di due fibre

entranti in opposta direzione; nei rari casi a cui ora accenno ambidue i poli di un corpo di forma ovale davano passaggio ad una fibra, senza che però vi fosse continuità fra esse.

Circa la disposizione di questi corpi, mi limiterò a notare, come di frequente parecchi di essi veggansi situati a breve distanza l'uno dall'altro, od in gruppi. Un vicino fascetto nervoso, suddividendosi, provvede ciascun corpo di una fibrilla.

Dopo quanto venne finora da me esposto intorno alla distribuzione delle due forme di apparati terminali, ben poco di interessante resta da aggiungere intorno alla distribuzione dei tronchi nervosi nei tendini. Il già detto, basta a dimostrare, come contrariamente a quanto farebbero supporre le da prima accennate osservazioni di SACHS, di ROLLET, ed anche di KÖLLIKER, la presenza di fibre nervose nei tendini, sia, almeno nei vertebrati superiori, piuttosto legge che eccezione. La mancata conoscenza di questo fatto soprattutto dipende dal non essere state rilevate le località in cui i nervi prevalentemente si distribuiscono. Nel decorso di lunghi tendini, riesce difatti piuttosto difficilmente di riscontrare dei rami nervosi, sebbene tal reperto, nell'uomo ed altri mammiferi, ad ogni modo non si possa dire eccezionale; facendo invece le ricerche verso la radice di tendini, nelle espansioni tendinee ivi esistenti, negli strati superficiali o nei profondi, massime lungo i margini verso l'inserzione delle fibre muscolari, assai facilmente riesce di trovare dei fasci di fibre nervose o delle isolate fibre, seguendo le quali si è poi guidati alla scoperta degli organi terminali.

Relativamente alla fisionomia dei plessi nervosi dei tendini, noterò come sia di carattere speciale delle singole fibre il decorrere per lunghi tratti in linea retta, il ramificarsi a piuttosto lunghi intervalli e prevalentemente ad angolo retto, il frequente passaggio da uno ad altro fascetto, dando così origine ad una irregolare rete a grandi maglie.

Da ultimo, presenterebbesi anche il problema, se, massime lungo l'andamento dei tendini, esistano altri modi di terminazione oltre quelli da me descritti. A tale problema, per ciò che riguarda i mammiferi e gli uccelli, io inclino a dare risposta negativa, però avuto riguardo alle caratteristiche terminazioni libere da involucro, esistenti lungo i sottili tendini di parecchi muscoli della lucertola e della rana, non credo di poter escludere in modo assoluto che analoghe terminazioni esistano anche ai tendini dell'uomo e di altri mammiferi.

Per conclusione, volendo dire una parola anche intorno alla probabile significazione dei due diversi tipi di organi nervosi terminali di cui ho fatta la descrizione, riguardo al primo, quello affatto caratteristico pei tendini, se prendo in considerazione e la distribuzione dei corpi, che indifferentemente ha luogo tanto nelle radici tendinee superficiali, quanto nelle profonde, e la speciale loro situazione nella zona di passaggio del muscolo nel tendine, anzi la loro diretta continuazione col sarcolemma delle fibre muscolari primitive, se finalmente anche prendo in considerazione la forma speciale, tipica, di terminazione delle singole fibrille, a me sembra di potere, con sufficiente fondamento, ammettere che i medesimi organi abbiano una funzione armonizzante con quella dei muscoli, e precisamente che essi possono essere organi di una speciale sensibilità muscolare, od i misuratori della tensione dei muscoli (organi del senso muscolare).

Quanto al secondo tipo di apparati nervosi terminali, la loro situazione più superficiale e la stessa loro analogia con altri organi terminali di nota funzione, mi sembrano abbastanza valevoli argomenti per far ammettere che essi sieno corpi tattili.

#### IV.

Voglio infine richiamare l'attenzione sopra un'altra particolarità singolare riguardante gli involucri delle fibre nervose dei tendini dell'uomo e che di regola appare più spiccata negli adulti (Fig. 17<sup>a</sup>).

Seguendo l'andamento delle fibre nervose che decorrono od immediatamente sulla superficie dei tendini o nello spessore delle lamelle connettive da cui i tendini sogliono essere rivestiti, facilissimamente accade di poter osservare, che, ogni qual volta esse devono passare sopra o rasente ad un vaso arterioso, con regola costante l'esterna guaina, da cui sono circondate (guaina di HENLE), presenta un considerevole circoscritto ispessimento avente il massimo spessore in corrispondenza del punto dell'incrociamiento, e che va rapidamente decrescendo nelle due opposte direzioni, per ritornare a breve distanza entro i limiti ordinari. Siffatta disposizione fa sì che, considerati isolatamente, tali ispessimenti hanno l'aspetto di corpi fusati, risultanti da lamelle connettive regolarmente sovrapposte a strati disseminati di nuclei regolarmente disposti, il tutto

con una certa analogia di quanto s'osserva nei corpi di PACINI. La figura 17<sup>a</sup> offre un'esatta idea di tale particolarità.

Gli ingrossamenti sogliono essere più pronunciati allorchè le fibre nervose s'incontrano colle più grosse arterie decorrenti sulla superficie dei tendini, ma esistono in forma di piccole varicosità anche in corrispondenza agli incrociamenti colle arterie più fine.

Parmi evidente, che a questi rigonfiamenti degli involucri delle fibre nervose in corrispondenza dei punti in cui esse passano rasente alle arterie, non si possa attribuire altra significazione che quella di mezzi di difesa o di riparo dei fili conduttori delle eccitazioni di senso, contro l'urto arterioso a cui costantemente devono sottostare. Però, nel mentre hanno significato di mezzi di riparo, alla loro volta verosimilmente si ponno considerare quali conseguenze dell'urto; sarebbero delle circoscritte iperplasie della guaina di HENLE prodotte dall'irritazione costante a cui essa guaina è sottoposta per effetto dell'urto arterioso.

## V.

Nell'accennare, al principio di questo lavoro, come il difetto di esatte conoscenze anatomiche sull'innervazione dei tendini costituisca una notevole lacuna, non meno per la fisiologia, che per la patologia, io mi riferiva ad alcune note manifestazioni nervose riguardanti i tendini, le quali dopo che da ERB e WESTPHAL vennero fatte argomento di speciale considerazione, successivamente da altri patologi, e da alcuni fisiologi furono più da vicino studiate, ed in varia guisa interpretate e spiegate.

I fenomeni nervosi, a cui alludo, sono semplicemente quelle rapide contrazioni o tremiti, che si verificano nei muscoli, allorchè si eserciti un'azione meccanica istantanea (p. es. leggera percussione) sui tendini che ai muscoli corrispondono. È questo un fenomeno che può essere con facilità verificato in condizioni fisiologiche, ma che, come appunto ERB e WESTPHAL fecero rilevare, in modo più vivo e più squisito si manifesta negli individui in causa di talune malattie spinali e cerebrali (degenerazione grigia della parte alta dei cordoni posteriori e laterali, compressione del midollo spinale, tumori, emorragie cerebrali), sono affetti di paraplegia o paraparesi. È noto poi come il fenomeno in questione possa essere nel modo più facile rilevato nel muscolo quadricipite, allorchè si

percuota la sua espansione tendinea formante il così detto legamento patellare, e nei muscoli gastronemi per irritazione esercitata sul tendine d'Achille.

Qual è la spiegazione che di tal fenomeno può esser data?

Esclusa l'azione riflessa per irritazione dei nervi cutanei, giacchè il fenomeno non si verifica se si pizzica istantaneamente la cute che copre il legamento patellare od il tendine d'Achille, come pure se si percuote la medesima quando sia sollevata ai due lati, mentre invece la irritazione del tendine è seguita dalla contrazione del muscolo, allorchè la cute è anestetizzata coll'apparecchio di RICHARDSON;

Esclusa l'azione riflessa per intromissione dei nervi articolari, perchè la contrazione non si verifica se la percussione viene eseguita verso l'articolazione del piede o del ginocchio; parrebbe che il fenomeno non possa essere altrimenti spiegato, che ammettendo un'azione riflessa derivante dagli stessi tendini irritati.

Tale è difatti la spiegazione adottata da ERB (1), il quale esplicitamente dichiara che, non potendosi ammettere l'azione riflessa per via della cute, la pronta contrazione dei muscoli quadricipite della gamba, tricipite brachiale e gastronemi, per effetto di una lieve percussione fatta sui rispettivi tendini, può soltanto derivare dai tendini stessi o dalle immediate loro continuazioni.

Siffatta spiegazione non è accettata da WESTPHAL (2), il quale, in un lavoro pubblicato contemporaneamente a quello di ERB, dopo aver esclusa l'azione riflessa per la via dei nervi cutanei ed articolari, ed aver ricordato, che « *la fisiologia non parla di azioni riflesse direttamente derivanti dai tendini* », osserva essere difficilmente ammissibile l'azione riflessa per intromissione dei centri, anche per la ragione che non s'osservano mai contrazioni consensuali nei muscoli omonimi degli arti opposti e negli antagonisti. WESTPHAL conclude coll'ammettere, che il fenomeno della contrazione dipenda da diretta meccanica irritazione dei muscoli, irritazione esercitata dalla improvvisa distensione o scuotimento del tendine percosso.

Non è in perfetto accordo nè coll'una nè coll'altra delle spiegazioni qui accennate, quella che del fenomeno in questione venne data da

(1) W. ERB, *Ueber Sehnenreflexe bei Gesunden und Rückenmarkskranken*. Archiv. f. Psychiatric vol. V, pag. 792, 1875.

(2) C. WESTPHAL, *Ueber einige Bewegungs-Erscheinungen an gelähmten Gliedern*. Archiv. f. Psychiatric, vol. V, p. 809, 1875.

JOFFROY (1). Nel far osservare come i movimenti descritti da ERB e WESTPHAL fossero da lungo tempo noti ai clinici francesi (CHARCOT, VULPIAN, BROWN-SÉQUARD), egli li interpretava come un prodotto di azione riflessa derivante, oltrechè da tensione muscolare, anche dall'irritazione dei nervi della cute.

A questo punto trovandosi i termini della quistione, F. SCHULTZE e P. FÜRBRINGER (2), onde venire in chiaro sulla natura del fenomeno, istituivano una serie di ricerche sui conigli in parte sani, in parte operati col taglio o del crurale, o dell'ischiatico, o del midollo spinale, a vario livello, ed arrivarono alle conclusioni: 1° Che nei fenomeni nervosi verificati nei tendini, non può trattarsi di una meccanica contrazione dei muscoli direttamente prodotta dal tendine; 2° Che gli stessi fenomeni piuttosto risultano da un meccanismo di riflessione dipendente dall'irritazione meccanica del tendine, e da questo originante, di cui gli archi di riflessione, per ciò che riguarda le estremità posteriori sono situati nella parte inferiore del midollo spinale; 3° Che le azioni riflesse della cute, nel senso di JOFFROY, non sono in alcun modo ammissibili.

Successivamente LEWINSKI (3), coll'appoggio di osservazioni fatte in due casi clinici, contro WESTPHAL sostenne che la contrazione muscolare, che segue all'irritazione dei tendini è da ritenersi un vero fenomeno riflesso, e ciò anche perchè, contrariamente all'osservazione dello stesso WESTPHAL, egli avrebbe verificato che, dato un aumento dell'attività riflessoria del midollo spinale, si hanno contrazioni non soltanto dei muscoli i cui tendini sono irritati, ma anche degli antagonisti. Ammette poi la possibilità che la contrazione muscolare prodotta dalla distensione dei tendini possa essere eventualmente sostenuta da irritazione dei nervi sensibili della cute. L'aumento poi dei fenomeni riflessi dei tendini potrebbe quindi essere prodotto: 1° da aumentata tensione dei tendini (contratture), 2° da aumento delle irritabilità del centro motorio riflesso, 3° dalla combinazione di queste due cause.

Finalmente, fra i recenti studi sui fenomeni nervosi dei tendini, vogliono essere ricordati quelli di BURCKHARDT (4) il quale, mediante delicate

(1) A. JOFFROY, *De la trépidation épileptoïde du membre inférieur dans certaines maladies nerveuses*. Gazette médicale de Paris, n. 33 e 35, 1875.

(2) F. SCHULTZE und P. FÜRBRINGER, *Experimentelles über die Sehnenreflexe*. Centralblatt f. Med. Wissensch., n. 54, 1875.

(3) LEWINSKI, *Ueber sog. Sehnenreflexe und Spinalépilepsie*. Arch. f. Psych., vol. VII, pag. 327, 1877.

(4) G. BURCKHARDT, *Ueber Sehnenreflexe*. Festschrift, dem ANDENKEN AN A. v. HALLER dargebracht. Bern, 1877.

sperienze col metodo della determinazione del tempo (1), otteneva interessanti risultati che si possono riassumere come segue: 1° Nell'uomo, dal momento dell'irritazione del tendine fino alla contrazione del muscolo, scorre la terza o la quarta parte del tempo necessario per le azioni riflesse della cute. 2° Alla manifestazione del fenomeno riflesso in questione non si impiega la metà del tempo necessario perchè la riflessione abbia luogo per mezzo della sostanza grigia centrale, è quindi necessario ammettere che essa abbia luogo per altra via. 3° Non è ammissibile che le azioni riflesse dei tendini risultino da diretta irritazione dei muscoli, perchè se così fosse, le parti di muscolo più vicine alla patella dovrebbero contrarsi prima di quelle situate più in alto con una differenza di 20-30 millesimi di secondo, mentre invece vi ha la sola differenza di 2-3 millesimi di secondo.

Tenuto conto delle circostanze qui accennate e del fatto che le riflessioni tendinee persistono senza alterazioni del tempo di effettuazione anche dopo il taglio delle radici nel canale vertebrale e dopo distruzione del midollo lombare, mentre, date queste condizioni, le riflessioni cutanee cessano tosto e per sempre, e che invece col taglio del nervo crurale cessano tanto le riflessioni tendinee, quanto le cutanee e che i fenomeni riflessi tendinei incrociati abbisognano d'egual tempo dei cutanei, BURCKARDT conclude: « che il fenomeno in questione è assolutamente di natura riflessa, la cui chiusura di circolo però, non esiste nel midollo spinale, ma probabilmente nel plesso o nei gangli spinali ». I tendini sarebbero pertanto collegati coi loro muscoli da una via sensibile, la quale non passa direttamente dal tendine al muscolo e nemmeno tocca la sostanza grigia del midollo spinale.

Concludendo, mentre dai patologi vennero date ai fenomeni nervosi dei tendini contraddittorie interpretazioni, i fisiologi invece, in base a ricerche sperimentali, con accordo completo, furono portati ad ammettere trattarsi di azioni riflesse; per sanzionare i risultati di questi e per dare una sicura base ai giudizi di quelli, mancavano, massime riguardo all'uomo, dei precisi dati anatomici, chè evidentemente in proposito non potevano dirsi sufficienti i dati concernenti i vertebrati inferiori ed i mammiferi, questi soprattutto scarsissimi, sopra ricordati.

---

(1) F. BURCKARDT, *Physiologische Diagnostik*, 1875.

Ora, da queste mie ricerche, che dimostrano come i tendini dell'uomo sieno forniti di due diversi tipi di organi terminali, l'uno analogo a quello che trovasi in molte fra le parti più sensibili del corpo (per la sensibilità comune), l'altra affatto speciale e situata, quasi dinamometro, tra gli organi che rappresentano la potenza motrice (fibre muscolari) e la parte su cui primieramente questa potenza agisce (tendini), anche questa lacuna parmi completamente tolta.

## VI.

*(Metodi di indagine).*

Sebbene la dimostrazione dei fatti esposti in questo lavoro io l'abbia ottenuta coi metodi e coi reattivi comunemente adoperati nella tecnica microscopica, tuttavia per quelle particolari modalità di preparazione richieste in queste come in tutte le speciali ricerche, parmi non affatto superfluo il dare in proposito qualche cenno di schiarimento.

*Studio degli organi muscolo-tendinei.* — I procedimenti che io seguo per lo studio di questi organi sono un po' diversi a seconda che mi prefiggo semplicemente di dimostrarne la presenza, facendo vedere insieme i rapporti che essi hanno colle fibre nervose, o di mettere in evidenza la loro connessione colle fibre muscolari, oppure di dimostrare il modo con cui entro i medesimi organi terminano le singole fibre nervose.

a) Riguardo al primo scopo, siccome nell'uomo, a motivo del considerevole spessore delle lamine tendinee e del maggiore sviluppo delle masse muscolari, la ricerca riesce alquanto difficile, così a chi per le prime volte volesse ripetere queste indagini, io suggerirei di valersi dei conigli. Come già ho notato, la gran maggioranza delle espansioni tendinee sono fornite di nervi e dei corrispondenti apparati terminali, però talune di esse offrono terreno assai più facile; fra queste annovero le espansioni tendinee dei flessori delle dita degli arti anteriori, quelle dei gemelli e tibiali anteriori e posteriori, e più specialmente la parte alta dell'estesa espansione tendinea dei muscoli della doccia vertebrale. Essendo le fibre nervose muscolo-tendinee, coi corrispondenti apparati terminali, situate nella superficie profonda della lamina, così importa innanzi tutto mettere a nudo questa, allontanando il più possibile in modo delicato le fibre

muscolari, che sulla medesima superficie si inseriscono. Questo scopo può essere già in parte ottenuto col distaccare la lamina nel seguente modo: insinuato, a muscolo distaccato o lasciato in posto, un piccolo bisturi immediatamente al di sotto della espansione tendinea si fa scorrere, con un movimento di sega, la lama, orizzontalmente tenuta, verso l'estremità superiore della espansione e così se ne opera il distacco, e la si esporta nella maggior possibile estensione e nettezza. Se per avventura fosse rimasto aderente troppo considerevole quantità di tessuto muscolare, con una forbicina ricurva, conviene delicatamente allontanarlo quanto è possibile. Per quanto la lamina sia fina, la naturale opacità del tessuto tendineo suol essere tale da impedire l'osservazione delle fibre nervose che nel suo spessore ed alla sua superficie decorrono; qual secondo momento dell'operazione importa rischiarare la lamina stessa con qualcuno degli acidi comunemente a tale scopo impiegati nella tecnica microscopica.

Le ordinarie attenuate soluzioni di acido acetico, di acido cloridrico o nitrico (1, 2, 3 p. 100) servono tutte bene; per altro, siccome può importare di ottenere in questi stessi preparati la reazione del cloruro d'oro (colle modalità che esporrò in seguito), e siccome il miglior modo per ottenere questa reazione è quello di far precedere l'azione di una soluzione di acido arsenico al  $\frac{1}{2}$  od 1 per 100, così anche pel semplice scopo di rischiaramento, io trovo utile di valermi di questa stessa soluzione nelle indicate proporzioni: un'immersione di circa 15 minuti basta per ottenere il voluto effetto. Ottenuto il rischiaramento, la lamina posta sopra un portoggetti e coperta con un largo coproggetti, può essere senz'altro sottoposta all'osservazione, e già con poca ricerca si potranno scorgere le fibre nervose midollate seguendo le quali, se il preparato non venne troppo maltrattato, costantemente s'arriverà alla scoperta de' corrispondenti apparati terminali.

Del resto, la ricerca può essere molto facilitata, ottenendosi insieme di gran lunga più chiari e spiccati i fatti che si vogliono studiare, associando all'azione rischiarante della soluzione di acido arsenico, quella dell'acido osmico.

L'annerimento delle fibre nervose può coll'acido osmico essere ottenuto sia facendo precedere l'applicazione sua a quella dell'accennata soluzione di acido arsenico (mediante iniezioni sottotendinee a muscolo in posto), sia col farlo agire contemporaneamente aggiungendo alla soluzione di acido arsenico una certa quantità di soluzione osmica (di acido arsenico

parti 4; soluzione di acido osmico all'1 p. 100 una parte), sia finalmente facendolo agire successivamente a lamina già rischiarata mediante immersione in una soluzione osmica del  $\frac{1}{2}$  p. 100. Coll'associare, nei modi ora detti, l'azione dell'acido osmico a quella degli acidi rischiaranti, si ha anche il vantaggio di ottenere dei preparati che possono essere senz'altro conservati nella glicerina, mentre col solo primo procedimento, a motivo della grande trasparenza che vanno acquistando, essi presto diventano inservibili.

Credo quasi superfluo aggiungere, che, dopo poca pratica acquistata nel coniglio, attenendosi ad identiche norme, la ricerca degli apparati muscolo-tendinei riesce facile anche nell'uomo; la preparazione è solo più fastidiosa a motivo dello spessore delle lamine tendinee e della grossezza dei fasci muscolari, in mezzo ai quali i medesimi apparati stanno nascosti.

b) Onde verificare la descritta connessione colle fibre muscolari conviene ricorrere a pezzi induriti col bicromato di potassa, secondo le comuni norme. Le modalità di preparazione in proposito da me seguite sono le seguenti: Da pezzi (preferibilmente di coniglio) induriti nel bicromato di potassa distacco intieri quei muscoli che mi propongo di studiare e li immergo in una abbondante soluzione di acido cloridrico all'1 o 2 per 100. Dopo 2 o 3 giorni di tale immersione, durante i quali è utile sostituire alla ingiallita soluzione altra pura, si osserva, che da una parte le superficiali lamine tendinee, involgenti i muscoli, acquistano trasparenza, dall'altra, che le fibre muscolari, per un tratto più o meno esteso verso le inserzioni tendinee, diventano fragili e quindi si rompono molto facilmente nel senso trasversale. Il risultato utile di questo trattamento preparatorio è che si possono ottenere isolati degli estesi tratti di lamine tendinee cui rimangono aderenti i monconi d'inserzione delle rotte fibre muscolari. Se il tessuto tendineo per la precedente dimora nella soluzione di acido cloridrico, s'è fatta abbastanza trasparente, queste lamine possono essere come stanno sottoposte ad esame, e in esse, seguendo il decorso delle fibre nervose, si potranno facilmente scoprire gli organi muscolo-tendinei coi rispettivi loro rapporti colle fibre muscolari, quali sono rappresentate nelle figure. Qualora invece il tessuto tendineo fosse ancora opaco, occorre rinnovare il trattamento colla soluzione acida rischiarante per un tempo più o meno lungo. Anche per questi preparati, onde rendere più spiccate le fibre nervose, è utile ricorrere all'azione dell'acido osmico (prolungata immersione in una soluzione ad  $\frac{1}{4}$  o  $\frac{1}{2}$  per 100).

Per quest'ultimo scopo giovano pure le attenuatissime soluzioni acidificate di cloruro di palladio, se non che le preparazioni trattate con questo reattivo col tempo si guastano, pel diffuso annerimento che in esse si verifica.

c) Finalmente, per la dimostrazione delle terminazioni delle singole fibre nervose entro gli organi muscolo-tendinei, io mi valgo dello stesso metodo di impregnazione col cloruro d'oro e di potassio, applicato con speciali modalità, che da alcuni anni io adopero per lo studio delle terminazioni nervose nei muscoli striati, e che dopo aver sperimentato i molti che vennero proposti (non esclusi quello di FISCHER, coll'acido formico, e quello di RANVIER, col succo di limone), io trovo a tutti preferibile per la sicurezza di riuscita, per la chiarezza delle immagini, e soprattutto perchè fornisce preparati che si mantengono inalterati per lungo tempo, ciò che nei preparati col cloruro d'oro non è punto cosa facile (1).

Esportate le lamine tendinee nel modo prima detto, le sottopongo ai seguenti diversi trattamenti:

1° Immersione per 10-15-20 minuti, fino a che siano diventate trasparenti, in una soluzione di acido arsenicico al  $\frac{1}{2}$  per 100.

2° Passaggio diretto dalla soluzione di acido arsenicico in una piuttosto abbondante soluzione di cloruro d'oro e potassio al  $\frac{1}{2}$  per 100, prolungando questa seconda immersione per 20-30 minuti, cioè fino a che la lamina abbia acquistato un diffuso color paglierino.

3° Lavatura nell'acqua distillata.

4° Passaggio in altra abbondante soluzione di acido arsenicico all'1 per 100, ed esposizione al sole entro la medesima.

Sotto l'influenza dei raggi solari le fibre midollate si colorano in poche ore; è più tarda a presentarsi la colorazione delle fibre pallide e delle reticelle terminali, però di regola dopo 24-30 ore (entro il qual periodo è utile sostituire alla soluzione di acido arsenicico, divenuta di color violetto per l'oro ridotto, altra soluzione pura), la colorazione è completa. Successivamente conviene sottoporre i pezzi *scelti*, che vogliono, conservare, a ripetute lavature coll'acqua distillata. La chiusura del preparato vien fatta in glicerina.

---

(1) Dei preparati di fibre muscolari colle rispettive terminazioni nervose sono da me conservati già da 3 o 4 anni in ottimo stato, e parimente benissimo conservati tengo già da quasi tre anni i preparati di organi muscolo-tendinei colle rispettive finissime reticelle nervose terminali.

Per la ricerca del 2° tipo di organi nervosi terminali (clave, gomitoli? corpi di PACINI, ecc.), da me fatta soltanto nell'uomo, credo basti il dire che trattisi soltanto:

1° Di rendere spiccate le fibre nervose che decorrono sulla superficie delle radici dei tendini col mezzo dell'acido osmico. — Ottenuto l'annerimento, le fibre nervose ponno essere vedute a debolissimo ingrandimento (Obj. 1 o 2 HARTNACK ed anche col microscopio semplice) e allora, seguendone cogli stessi ingrandimenti il decorso, è facilissimo rintracciare anche gli organi terminali.

2° Di rendere trasparenti e di assottigliare pazientemente, dall'interno verso l'esterno, le porzioni di tendine che si credono interessanti per la riconosciuta presenza dei nominati corpi terminali. L'esame e la successiva conservazione dei preparati è parimente fatta in glicerina.

---

## SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

---

- Fig. 4.** — Zona di passaggio tra muscolo e tessuto tendineo (nel tendine d'Achille della Lucertola) con fibra nervosa inviante numerosi rami, ciascuno dei quali mette capo ad una reticella terminale (*Preparato coll'acido arsenicico e col cloruro d'oro; ingrandimento di circa 200 diametri*).
- Fig. 2.** — Fibra nervosa midollata del tendine d'Achille della Lucertola, che dà origine a 4 o 5 rami, ciascuno dei quali, dopo aver perduta la guaina midollare, suddividendosi, dà origine ad una reticella terminale situata negli strati superficiali del tendine. — Qua e là nei punti nodali della rete veggonsi alcuni nuclei di aspetto granuloso. — Le fibrille nucleate, distribuite in tutto il campo e formanti una rete a grandi maglie, appartengono al 2° sistema di fibrille nervose descritto a pag. 7 (*Preparato come il precedente; ingrandimento di circa 400 diametri*).
- Fig. 3.** — Isolata terminazione nervosa di un tendine di Lucertola riprodotta il più possibile dettagliatamente (*Acido arsenicico ed oro; ingrandimento ottenuto coll'Oc. III HARTNACK e sistema n. VII. Immers. GUNDLACH*).
- Fig. 4.** — Disegno che dimostra la distribuzione degli organi muscolo-tendinei in un tratto della parte superiore (regione dorsale superiore) della lamina tendinea appartenente ai muscoli della doccia vertebrale nel Coniglio. — Dalla parte superiore della lamina arrivano tre fasci nervosi (*a. a. a.*), i quali danno origine a numerose fibre, ciascuna delle quali va a metter capo in un organo terminale muscolo-tendineo.
- Fig. 5.** — Apparato terminale muscolo-tendineo dell'uomo. — Una delle sue estremità (*a*) dà inserzione a numerose fibre muscolari; l'estremità opposta (*b*) si confonde col tessuto del tendine. — La fibra nervosa midollata entrante da un lato dell'organo, dà origine, entro l'organo medesimo, a numerose fibre secondarie, le quali, dopo altre suddivisioni, si trasformano in fibre pallide. In alcuni punti del disegno è pure accennata la terminale decomposizione delle fibre nervose (*Oc. III, Obj. 8 HARTNACK*).
- Fig. 6-7-8.** — Tre esemplari di organi nervosi terminali muscolo-tendinei del Coniglio. — Rapporti identici a quelli indicati nella precedente spiegazione (*Oc. III, Obj. 7 HARTNACK*).
- Fig. 9.** — Organo muscolo-tendineo di Coniglio, presentante alla sua periferia le reticelle terminali a cui mettono capo le fibrille nervose risultanti dalla complicata suddivisione dell'unica fibra midollata di cui esso è provveduto (*Oc. III, Obj. 8 HARTNACK*).

Fig. 1

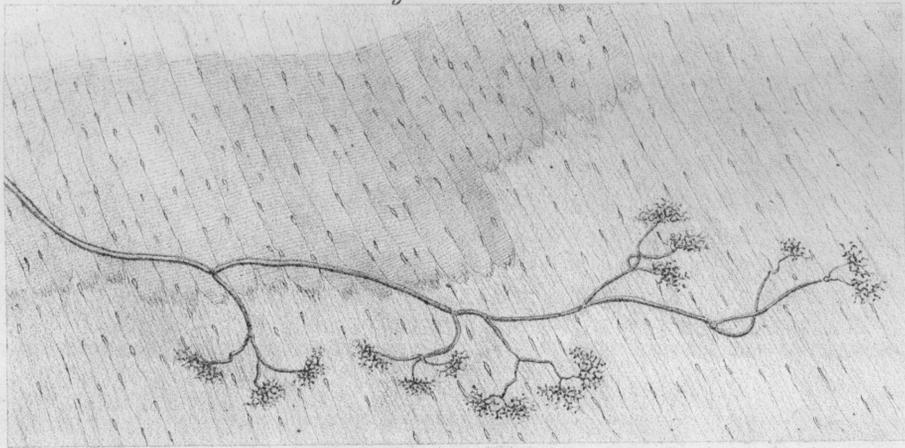


Fig. 3

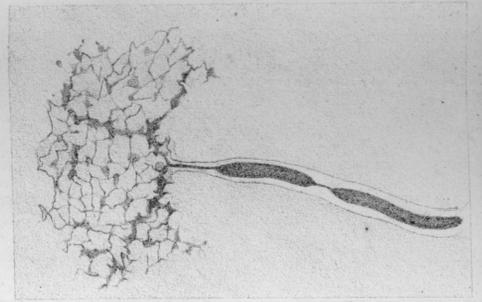


Fig. 4

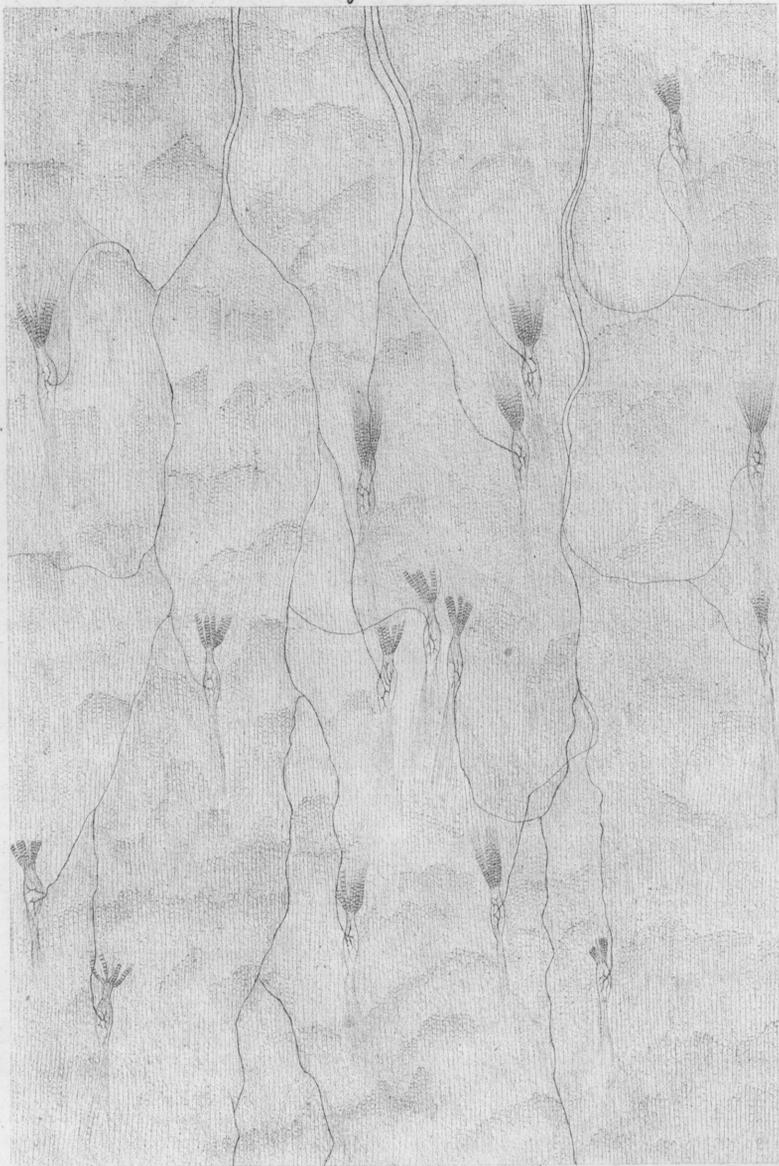


Fig. 2

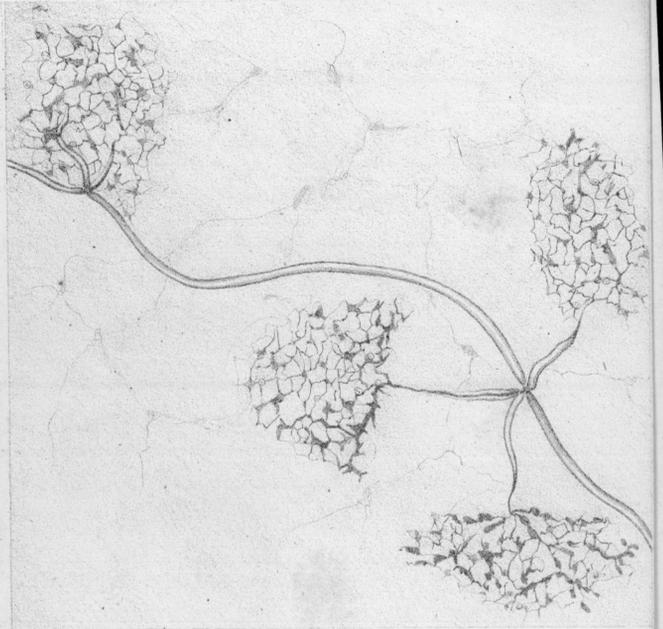


Fig. 17

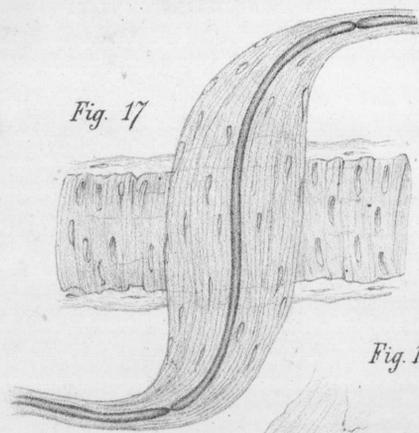
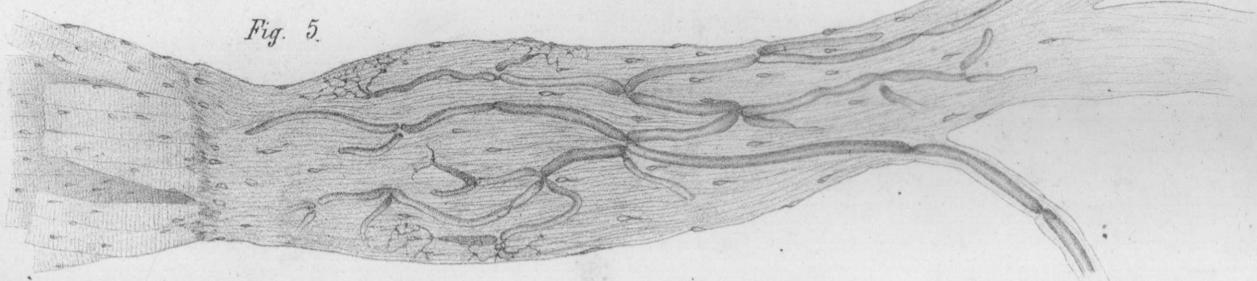


Fig. 16



Fig. 5







- Fig. 40.* — Piccolo tratto (veduto a debole ingrandimento) della superficie del tendine del muscolo pronatore rotondo dell'uomo (zona marginale presso l'inserzione delle fibre muscolari) in cui decorrono parecchie fibre nervose dalle quali partono rami che, ora direttamente ora dopo suddivisione, vanno a metter capo a piccole forme di corpuscoli di PACINI.
- Fig. 41.* — Fascio nervoso, appartenente ad una espansione tendinea profonda del muscolo pronatore rotondo dell'uomo, di cui tre diramazioni mettono capo a corpi terminali appartenenti al tipo, più o meno modificato, dei corpi di PACINI, ed una, che si suddivide, va ad innervare due corpi muscolo-tendinei (*Ingrandimento di circa 30 diametri*).
- Fig. 12.* — Quattro corpi terminali analoghi a quelli da CIACCIO, KRAUSE ed AXEL KEY descritti per la congiuntiva, ciascuno dei quali è provveduto di una fibra nervosa. In tre di questi corpi, la fibra entrante termina formando un *gomitolo*; in uno, invece, perduta la guaina midollare, la fibra termina con un leggero rigonfiamento come nella maggior parte dei corpi di PACINI. - Le fibre di cui ciascuno di questi quattro corpi sono forniti emanano da una sola (*Oc. III, Obj. 8 HARTNACK*).
- Fig. 43.* — Corpo nervoso terminale, con fibra nervosa formante gomitolo, tolto dal flessore superficiale delle dita dell'uomo (*Oc. III, Obj. 8 HARTNACK*).
- Fig. 44.* — Rara forma di corpo terminale, d'aspetto identico ai corpi di PACINI, entro il quale penetrano, da punti diversi, tre fibre nervose midollate - (*Dal tendine del muscolo ulnare interno dell'uomo*) (*Oc. III, Obj. 8 H.*).
- Fig. 45.* — Gruppo di corpi terminali appartenente alla superficie di una espansione tendinea profonda del muscolo flessore superficiale delle dita dell'uomo (*Oc. III, Obj. 8 H.*).
- Fig. 46.* — Forma piuttosto frequente di corpo nervoso, al quale accedono (?) due fibre midollate - (*Da una lamina tendinea del muscolo pronatore rotondo*). - Il modo di comportarsi delle fibre nervose entro il corpo è incerto (*Oc. III, Obj. 8 H.*).
- Fig. 47.* — Rigonfiamento fusiforme (da iperplasia della guaina di HENLE) esistente lungo l'andamento delle fibre nervose e verificantesi allorchè esse si incrociano con un vaso sanguigno, rasentandone le pareti (*Oc. III, Obj. 8 H.*). - Il disegno riproduce un rigonfiamento appartenente ad una fibra nervosa del tendine d'Achille; però identica particolarità venne da me trovata anche in molti altri tendini.



