

LAS TERMINACIONES NERVIOSAS MUSCULARES DE *ELAEOCHLORA VIRIDICATA* (ORTOPTERA ACRIDIDAE) (*)

POR

MIGUEL EDUARDO JORG

En el año 1840 *Doyère*, investigando arácnidos tardígrados, observó que los filetes nerviosos llegaban a las fibras musculares aisladas y recubiertos de una vaina, de la cual se despojaban al llegar al miolema, terminando en plena zona miofibrillar contráctil por unos abultamientos que hacen relieve sobre la superficie muscular y que han sido llamados luego colinas, montículos o eminencias de *Doyère*.

Este autor no poseyendo en aquélla época las técnicas específicas del sistema nervioso no pudo determinar fielmente la terminación de las neurofibrillas. Tanto era una descripción parcial, que en el año 1862 *Rouget* observó en el lagarto las mismas formaciones pero, en posesión de mejores métodos, señaló a nivel de la eminencia modificaciones del sarcoplasma y ramificación neuro-fibrillar y llamó a esa zona placa motriz nombre que ha subsistido hasta hoy día. Con hacer notar que en el mismo año *Kühne* demostró en los músculos de la rana una forma de terminación compleja, sin la típica placa de *Rouget*; presentando las neurofibrillas semejanza en sus ramificaciones, a la disposición de una planta creciendo en espaldera por lo cual se la denomina: zarzal o enramada de *Kühne*.

En 1863, *Krause*, señala la placa motriz en el músculo de los mamíferos con sus ramúsculos nerviosos terminales, descripción revistada y completada luego por múltiples investigadores sobre los cuales no podemos insistir aquí.

Cuando mediante las impregnaciones por las sales de plata, se llegó al conocimiento definido de las terminaciones neuromusculares en los batracios, peces, aves y mamíferos, se volvió sobre la inervación del músculo de los insectos para completar las primitivas descripciones. Así fué que *Sánchez y Cajal*, en 1900, demostraron que el cilindro-eje terminal al llegar a la fibra muscular penetra debajo del miolema, formando con un acúmulo de substancia sarcoplásmica granulosa, la primi-

(*) Trabajo expuesto en parte en la Sociedad Entomológica Argentina en su reunión de Comunicaciones del 25 de Marzo de 1933.

tiva eminencia de *Doyère* o placa motriz de *Rouget*; el cilindro-eje en el interior de ésta por lo general se divide en dos ramas dispuestas en *T*, cada una de ellas presenta un curso espirilado y lleva una dirección opuesta a la otra, transcurriendo ambas más o menos paralelamente al eje mayor de la fibra muscular. Las ramas espiriladas se adelgazan progresivamente y terminan por pequeños abultamientos con estructuras muy finas de neurofibrillas primitivas (1).

Fundamentalmente las terminaciones de los nervios a nivel de los músculos de los insectos (eminencias de *Doyère*) se caracterizan por los siguientes detalles morfológicos que la diferencian un tanto de la placa motriz de las otras clases zoológicas:

a) La existencia de una sustancia granulosa especial, sin estructura miofibrillar, diferenciación grumosa del sarcoplasma, en la cual está contenido el cilindro-eje terminal, que constituye en la placa motriz de otras clases zoológicas, una delgada zona entre las neurofibrillas y la zona estriada del músculo llamada solea de *Kühne*, mientras que en los insectos está sumamente desarrollada a tal punto que toda la eminencia de *Doyère* no es más que un pelotón citoplásmico, grumoso y turbio.

b) En el interior de la placa motriz se han señalado como integrantes de la sustancia granulosa numerosos núcleos no miocitarios, llamados núcleos de la arborización, vaginales y fundamentales de acuerdo a su dependencia. En los insectos estos núcleos de la sustancia granulosa son muy escasos y muchas veces faltan totalmente.

Nuestras investigaciones fueron realizadas sobre *ELAEOCHLORA VIRIDICATA* (*Orthoptera, Acrididae*), provenientes de Villa Adelina, Provincia de Buenos Aires.

Por cuidadosa disección se aisló el complejo músculo tendinoso de la pata saltadora, cuyo material se preparó por dos técnicas:

I) Fijación alcohol absoluto (*Montalenti-Cajal*) e impregnación al Nitrato de Plata al 5%, reducción al piroformol de Cajal.

II) Sin fijación previa inmersión del material en una solución de Nitrato de Plata al 0,75% (proceder de *Simarro* o fórmula I de *Cajal*), donde queda 4 a 6 días en la estufa a 37 grados C., debiéndose renovar 2 o 3 veces la solución argentina. Reducción al piroformol. Mediante la técnica I no

(1) Por razones ajenas a nuestra voluntad no nos ha sido posible compilar la literatura contemporánea sobre inervación muscular de los insectos, proponiéndonos esta tarea para una comunicación posterior.—N. DEL A.

hemos obtenido buenos resultados, en cambio la impregnación directa se ha mostrado como muy eficaz, pero es menester tener en cuenta que con este procedimiento no se realiza una impregnación aislada de las neurofibrillas fundamentales sino que las imágenes resultantes se asemejan a las del método *Cajal-Sánchez-Kenyon*, que es una variante de la incrustación cromorargéntica del *Golgi*. Estaremos así en presencia de una impregnación masiva, densa y granulosa del neuroplasma

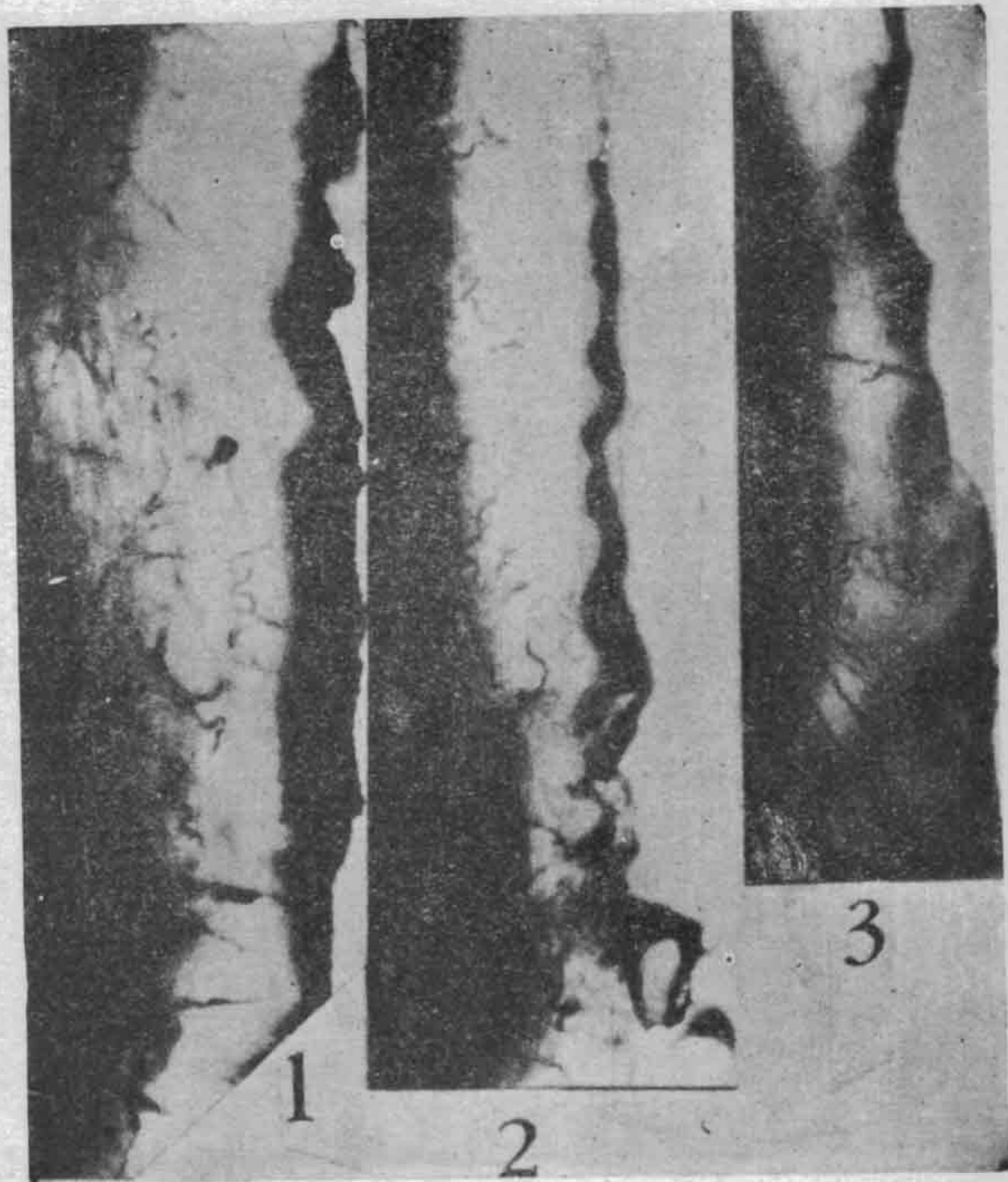


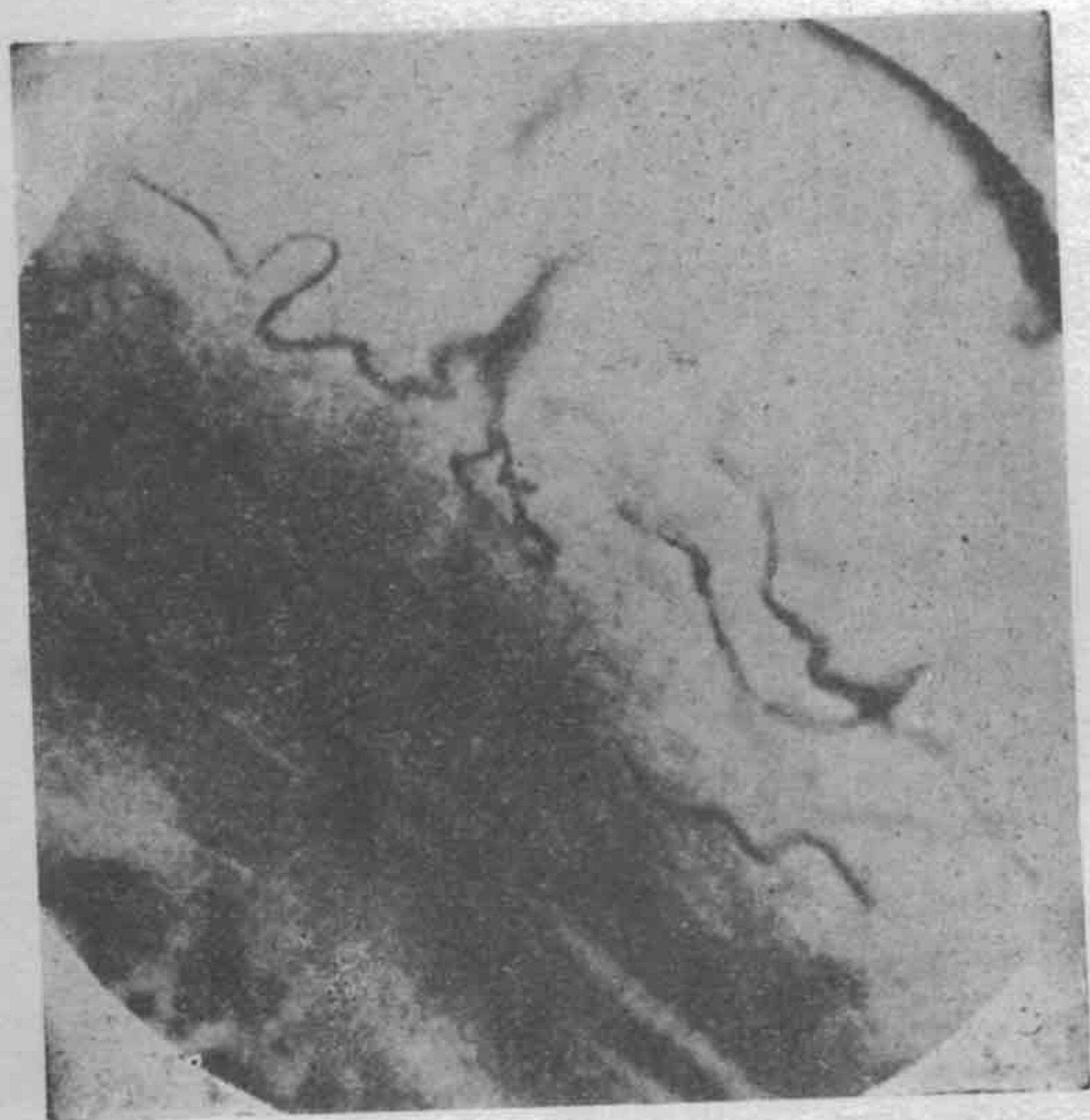
Fig. 34.—*Terminaciones nerviosas, etc.:* 1, 2 y 3 aspectos del plexo preterminal de Valentin, situado hipolemalmente en el músculo de *Elaeochlora viridicata*. Técnica Simarro.—Cajal Microfotografía.

y neurofibrillas conjuntamente. Las miocélulas de la pata saltadora de *Elaeochlora* presentan una disposición del sarcoplasma y las miofibrillas contráctiles como la señalada por *Holmgren* para *DYTISCUS MARGINALIS* o para *AESCHNA spec.*, vale decir con una zona central de sarcoplasma atravesado por innumerables capilares traqueales y rodeada por una empalizada periférica de miofibrillas contráctiles.

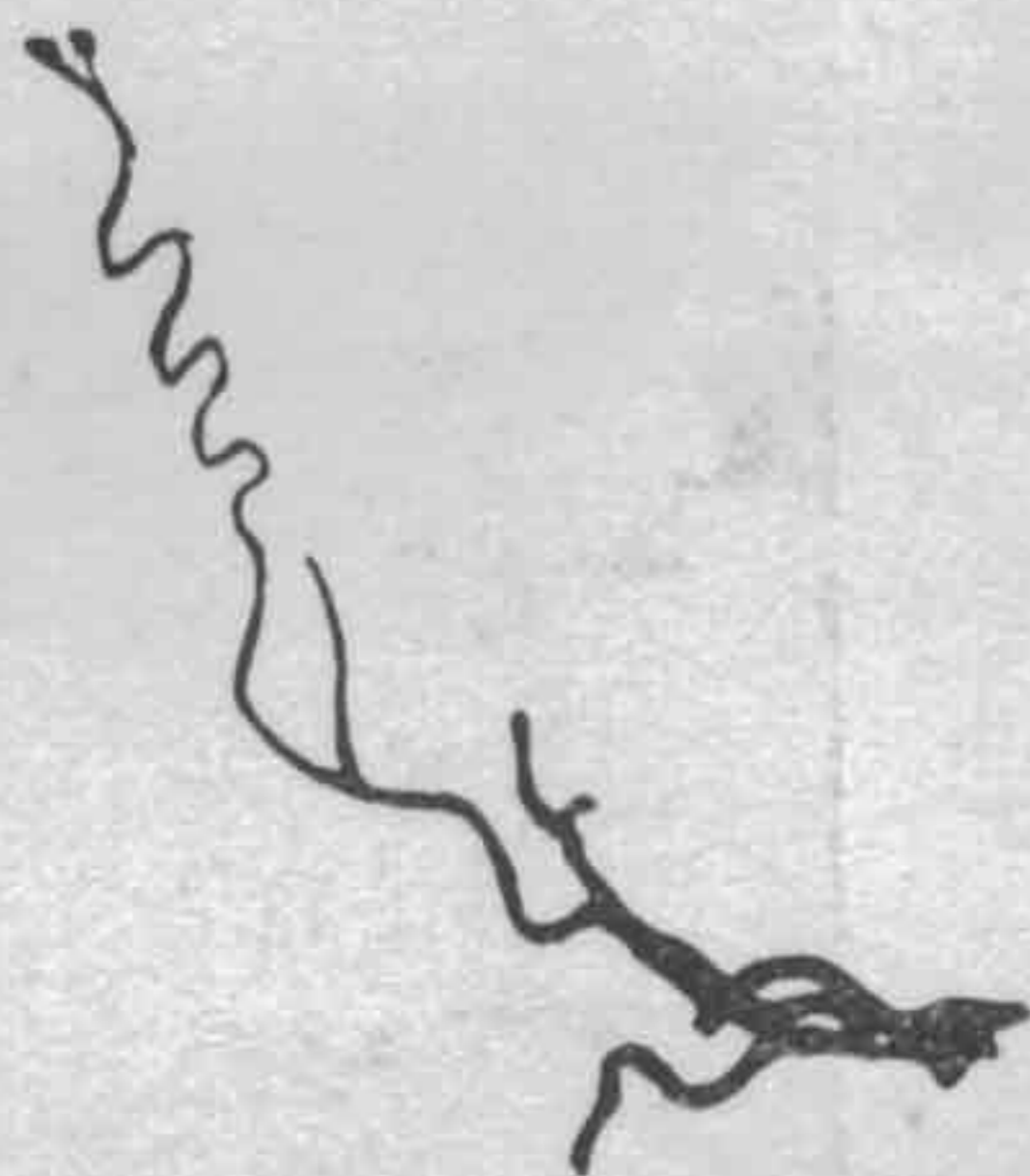
Las fibras nerviosas llegan a la membrana de los miocitos

y penetrando debajo de ella forman en su conjunto una red de mallas prolongadas en el sentido de las fibras musculares, constituyendo el plexo preterminal de *Valentin*, tal como se observa en las figuras 1, 2 y 3. De este plexo se desprenden dos tipos de ramificaciones secundarias:

a) Un tipo de gruesas fibras perpendiculares a la mayor longitud de la miocélulas aparentemente varicosas, por aflojamiento o deshilachamiento de las neurofibrillas elementales (fig. 35), que se polifurca dando 3 o 4 ramas paralelas a las mio-



4



5

Fig. 35 y 36.—*Terminaciones nerviosas musculares de Elaeochlora:*

4.—Fibras preterminales polifurcadas y sus ramos terminales derivados del plexo de *Valentin*; los ramos terminales siguen largo trecho disociando los fascículos musculares.—Microfotografía.

5.—Un campo de la figura anterior reproduciendo una fibra terminal directa (tipo *Sánchez*). Dibujo con el aparato *Zeiss-Edinger*.

fibrillas. Estas ramitas son fibras terminales, muy largas que en un curso muy irregular, ya espirilado o sinusoidal, se adelgazan poco a poco, terminando por varicosidades y bulbillos terminales, sobre la zona de miofibrillas contráctiles. Este tipo terminal ilustrado por la fig. 36 (ya que por su irregularidad no es fotografiable) se asemeja por una parte al descrito por *Sánchez* y por otro lado presenta analogías a los terminales en zarzales de *Kühne* de los batracios. En estas terminaciones sucede la contrario de lo que en las eminencias de *Doyère*; no existe sustancia granulosa ni plácula y las fibras recorren

directamente la sustancia fundamental por debajo del miolema.

El otro tipo fibrillar terminal se constituye así:

b) Del plexo de *Valentin* se desprenden fibras que acusan una marcada estructura neurofibrillar (abundantes sobre todo a nivel de la inserción sub-quitínica de los fascículos musculares) que van a parar a una bien pequeña zona redondeada, grunosa y sin estriación de miofibrillas, ni longitudinal ni transversal, a pesar de estar situada en la zona periférica. La fibra penetra en la placa y se resuelve en una arborización corta, de ramos gruesos, toscos en formas de pequeñas paletas, a menudo varicosos e irregulares y en posición de ángulo recto de uno a otro (Fig. 37 y 38).

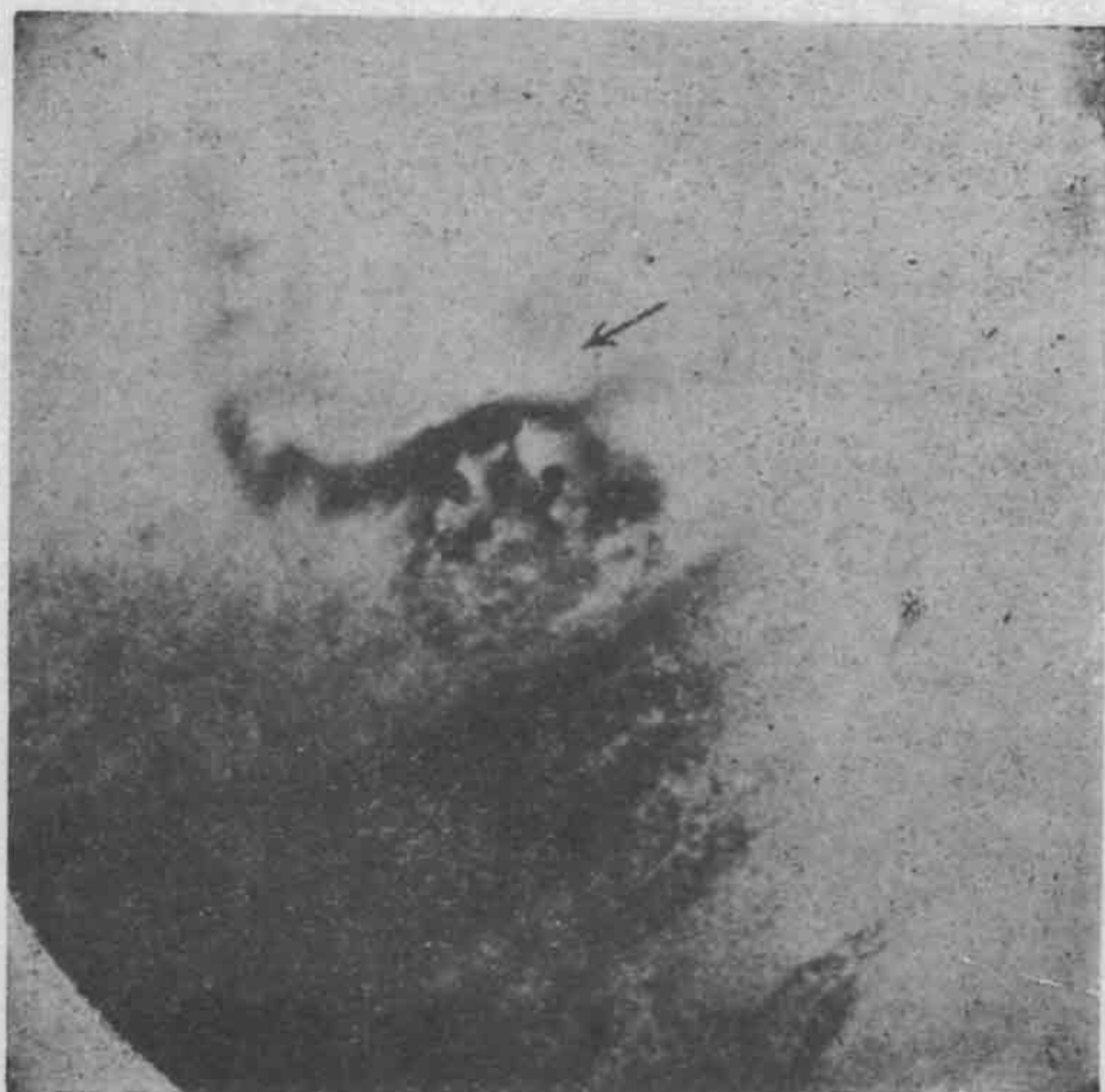


Fig. 37.—*Terminaciones nerviosas, etc:*
6. Microfotografía de una placa terminal en el músculo de *ELAEOCHLORA VIRIDICATA* en plena zona miofibrillar estriada, grosera arborización neurofibrillar, señalada con una flecha la fibra ultraterminal fuera de foco por estar otro plano.

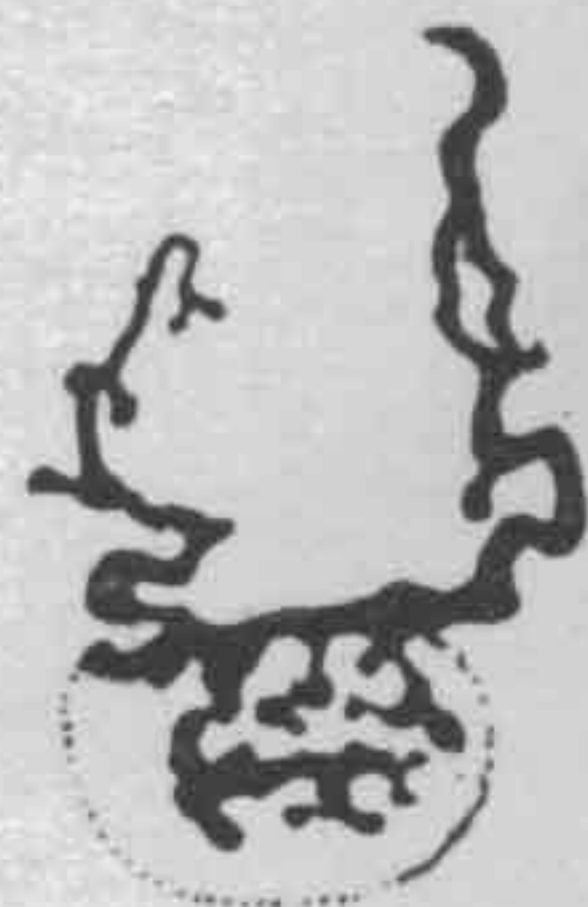


Fig. 38

7.—Esquema de la figura 6 tomado con el aparato Zeiss - Edinger (imagen especular de la microfotografía!). La línea de puntos marca el contorno de la plácula.

Serían estas típicas placas motrices con las características de las eminencias de *Doyère*. En muy pocas ocasiones hemos hallado algún núcleo en las placas granulosa y en ningún caso más de uno.

Los cabos de los ramúsculos terminales no se salen nunca de la plácula grunosa ni entran en contacto con la sustancia estriada de las miofibrillas.

En la placa motriz exhibida por la microfotografía figura 6

y su esquema figura 38, es dado observar una fibra ultraterminal que saliendo de la placa termina en la zona miofibrillar anexa por bulbitos terminales en oposición directa a las miofibrillas sin interposición de sustancia alguna, (presentando ciertas analogías a las fibras ultraterminales de *Ruffini* de los mamíferos y a las terminaciones en racimo de *Tschiriew*).

Deducimos de estas imágenes halladas que en el músculo de la pata saltadora de *ELAEOCHLORA VIRIDICATA* es posible hallar un doble tipo de terminación nerviosa: una forma directa semejándose a las enramadas de *Kühne* o a terminales de *Sánchez* pero sin sustancia granulosa y otra forma en placas motrices alejándose del tipo *Rouget* y reproduciendo la típica eminencia de *Doyère*. Las placas motrices son pequeñas, siendo su tamaño y aspecto cercano al de las pequeñas placas motrices del músculo intercostal del conejo señaladas por *Cajal*.

Las terminaciones libres más abundantes, se presentan a lo largo de todo el músculo, mientras que las placas motrices se presentan en la zona de los fascículos donde este se insertan a la cutícula quitínica de revestimiento. Jamás hemos observado neurofibrillas en el sarcoplasma interno. No hay tampoco ninguna relación entre disposición traqueal y nerviosa del músculo.

BIBLIOGRAFIA

- Rollet*, Arch. fuer Mikr. Anat., 1888.
Cajal, Internat. Monasschrift. f. Anat. und. Physiol., 1888.
Cajal y Sánchez, Trabajos del Labor. de Invest. Biol. de Madrid, 1915. Tomo 13. págs. 1-164 (Bibliogr.).

Universidad Nacional de Buenos Aires.—Instituto de Clínica Quirúrgica, Cátedra del Prof. Dr. José Arce.—Laboratorio de Investigaciones Biológicas.

