

**Zeitschrift:** Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

**Herausgeber:** Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

**Band:** 27 (1971)

**Artikel:** Expériences récentes établissant des corrélations entre action fusimotrice et structure histologique

**Autor:** Laporte, Y.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-307871>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 05.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## **Expériences récentes établissant des corrélations entre action fusimotrice et structure histologique**

Y. LAPORTE

Ces expériences, faites en collaboration avec le Département de Zoologie de l'Université de Durham (voir BARKER et coll. 1970), ont pour objet de déterminer si les divers types de fibres fusimotrices (fibres  $\gamma$  statiques, fibres  $\gamma$  dynamiques, fibres squeletto-fusimotrices  $\beta$ ) innervent les fuseaux neuromusculaires par l'intermédiaire d'un type déterminé de terminaisons motrices (terminaisons «en traînée», terminaisons en plaque p1, terminaisons en plaque p2). Elles consistent à sectionner toutes les fibres motrices d'un muscle (muscle tenuissimus du chat) à l'exception d'une seule fibre fusimotrice de sorte que les terminaisons des fibres sectionnées dégèrent et que seules persistent les terminaisons de la fibre qui n'a pas été séparée de son corps cellulaire.

Ces expériences, dont huit jusqu'à maintenant ont été menées à terme, sont effectuées en deux stades. Dans un premier stade, fait dans des conditions stériles sous anesthésie au Nembutal, les racines ventrales L5, L6 et S2 sont sectionnées ainsi que tous les filaments qui composent les racines ventrales L7 et S1 à l'exception d'un seul filament contenant une fibre fusimotrice destinée au muscle tenuissimus.

La recherche d'un tel filament se fait en stimulant le nerf du muscle tenuissimus et en plaçant successivement sur une électrode de dérivation les filaments qui composent L7 et S1 jusqu'à ce que l'on trouve un filament dont le potentiel d'action remplisse les conditions suivantes: avoir un comportement tout-ou-rien et ne pas être suivi par un autre potentiel lorsque l'intensité du stimulus est considérablement augmentée. Le temps de latence de ce potentiel, tout au moins lorsqu'on cherche à préparer une fibre  $\gamma$ , doit permettre de l'attribuer à une fibre de vitesse de conduction inférieure à 50 m/sec.

Le deuxième stade est pratiqué 7 à 12 jours après le premier. On recherche tout d'abord si la fibre fusimotrice a survécu et si sa stimulation répétitive, faite au niveau du filament radiculaire intact après avoir sectionné tous les nerfs des muscles activés par cette stimulation, à l'exception du nerf du muscle tenuissimus, entraîne une augmentation de la fréquence de décharge

des récepteurs fusoriaux du muscle tenuissimus. Si tel est le cas, on détermine la fonction de cette fibre en observant les modifications que sa stimulation répétitive apporte aux oscillations de l'électroneurogramme afférent intégré produites par un allongement sinusoïdal du muscle (voir EMONET-DENAND et coll. 1970). Enfin, le nerf du muscle tenuissimus est sectionné à proximité du muscle de façon à enregistrer le potentiel d'action de la fibre fusimotrice dans des conditions optimales (potentiel d'action monophasique de grande amplitude, absence de décharges afférentes) et à acquérir la certitude que le nerf ne contenait plus qu'une seule fibre motrice fonctionnelle.

L'identification histologique des terminaisons motrices a été faite sur des muscles dissociés après coloration à l'argent par la méthode de BARKER et IP (1963).

Sept fibres  $\gamma$  statiques ont été préparées. Dans chaque cas on a constaté que les fuseaux encore innervés possédaient seulement des terminaisons «en traînée» et que les plaques p1 et p2 avaient dégénéré. Les fibres musculaires extrafusales et un certain nombre de fuseaux étaient totalement dépourvus de terminaisons motrices, ce qui montre que la période de dégénérescence avait été suffisamment longue. Dans la plupart des fuseaux des terminaisons «en traînée» ont été observées non seulement sur des fibres à chaîne nucléaire mais aussi sur des fibres à sac nucléaire.

Une fibre  $\beta$  a été préparée. Dans ce cas, seules des terminaisons en plaque p1 ont été observées sur les pôles fusoriaux.

Aucune fibre  $\gamma$  dynamique n'a jusqu'à maintenant été préparée.

#### *Neuere Experimente über die Korrelation zwischen Funktion und Struktur des fusimotorischen Systems*

Diese Experimente wurden in Zusammenarbeit mit dem Zoologischen Institut der Universität Durham (s. BARKER u. Mitarb. 1970) gemacht und bezweckten eine Untersuchung der Frage, ob die verschiedenen fusimotorischen Fasertypen ( $\gamma$ -statisch,  $\gamma$ -dynamisch und gemischter intra-extrafusaler Typ  $\beta$ ) durch spezifische Endigungen im Sinne von motorischen Endplatten («terminaison en traînée, terminaison en plaque p1, terminaison en plaque p2») gekennzeichnet sind. Alle motorischen Nervenfasern des Tenuissimusmuskels der Katze wurden durchtrennt und fielen der sekundären Degeneration anheim. Nur eine einzige Faser wurde ausgespart und blieb daher von der Degeneration verschont.

Bis heute wurden 8 solcher Experimente erfolgreich durchgeführt, und zwar in zwei Stufen. Zunächst wurden in Nembutal-Narkose unter sterilen Bedingungen die Ventralwurzeln L5, L6 und S2 total durchtrennt und ebenso alle Filamente, die die Ventralwurzeln L7 und S1 bilden, mit Ausnahme eines einzelnen Filamentes, das eine einzige fusimotorische Faser des Tenuissimus enthielt.

Das Aufsuchen dieses einzigen Filamentes wurde durch direkte elektrische

Reizung des Tenuissimus-Muskels erleichtert. Die einzelnen mobilisierten Bündel aus L7 und S1 wurden nacheinander auf Ableitelektroden gelegt bis ein Filament gefunden wurde, dessen Aktionspotential folgende Bedingungen erfüllte: 1. Alles-oder-nichts-Verhalten; 2. kein weiteres Aktionspotential bei beträchtlicher Steigerung der Reizstärke; 3. die Latenz dieses Potentials muss einer Leitungsgeschwindigkeit entsprechen, die geringer als 50 m/sec ist.

Die zweite Stufe des Experimentes wurde 7–12 Tage später durchgeführt. Zunächst wurde geprüft, ob die fusimotorische Faser überlebt hatte und ob eine tetanische Reizung an dem intakten Ventralwurzelfilament – nach Durchtrennung aller sonstigen Nerven des Beines – am jetzt frei-präparierten Tenuissimus-Nerven einen Anstieg der Spindelentladungsfrequenz erkennen lässt. Wenn dies der Fall ist, wurde die Funktion dieser Faser bestimmt, indem die Veränderungen registriert wurden, die während der tetanischen Reizung und gleichzeitiger sinusförmiger Dehnung des Muskels als integrierte afferente Entladungen erfasst werden konnten (vgl. EMONET-DENAND et al. 1970). Schliesslich wurde der Nerv dicht am Eintritt in den Muskel durchgeschnitten, um das Aktionspotential der fusimotorischen Faser unter optimalen Bedingungen zu registrieren (grosse Amplitude des monophasischen Potentials; keine afferenten Entladungen) und um auch mit Sicherheit festzustellen, dass der Nerv nur eine einzelne motorische Faser enthält.

Die histologische Bestimmung der motorischen Endigungen wurde in Serienschnitten nach Silberimprägnation von BARKER und IP (1963) durchgeführt.

Sieben statische  $\gamma$ -Fasern wurden präpariert. In allen Fällen konnte festgestellt werden, dass die noch innervierten Spindeln nur terminaison en trainée ( $\gamma$ -trail-Endigungen) besaßen und dass terminaison en plaque p1 und plaque p2 (p1- und p2-Endigungen) degeneriert waren. Die extrafusalen Muskelfasern und eine bestimmte Anzahl von Spindeln waren ohne jegliche Innervation, was beweist, dass die Zeit für eine Degeneration ausreichend war. In den meisten Spindeln wurden  $\gamma$ -trail-Endigungen nicht nur an nuclear chain-, sondern auch an nuclear bag-Fasern festgestellt.

Eine  $\beta$ -Faser konnte präpariert werden. In diesem Fall wurden nur p1-Endigungen an den Spindelpolen beobachtet.

Bislang gelang es nicht, eine dynamische  $\gamma$ -Faser zu präparieren.

#### *Esperienze recenti al fine di stabilire delle correlazioni fra azione fusimotrice e struttura istologica*

Queste esperienze, fatte in collaborazione con l'istituto di zoologia dell'università di Durham (vedi BARKER e coll. 1970), hanno come scopo di determinare se i differenti tipi di fibre fusimotrici (fibre  $\gamma$  statiche, fibre  $\gamma$  dinamiche, fibre scheletro-fusimotrici  $\beta$ ) innervino i fusi neuro-muscolari mediante un tipo determinato di terminazioni nervose motrici (terminazioni

«a forma di striscia», a forma di placca p1, a forma di placca p2). Le esperienze consistono a tagliare tutte le fibre motrici di un muscolo (il tenuissimo del gatto), ad eccezione di una sola fibra fusimotrice, in maniera che le terminazioni delle fibre tagliate degenerino e che persistano soltanto quelle della fibra che non è stata separata dal suo corpo cellulare.

Queste esperienze, di cui finora otto furono portate a termine, si effettuano in due fasi. Durante il primo stadio, eseguito in condizioni sterili sotto anestesia al Nembutal, le radici ventrali L5, L6 e S2 sono sezionate come pure tutti i filamenti che compongono le radici ventrali L7 e S1 ad eccezione di un solo filamento contenente una fibra fusimotrice destinata al muscolo tenuissimus.

La ricerca di un tale filamento si fa stimolando il nervo del muscolo tenuissimus e ponendo successivamente su di un elettrodo di derivazione i filamenti che compongono L7 e S1, finchè si trova un filamento il cui potenziale d'azione riempisca le condizioni seguenti: comportarsi secondo la legge del tutto o del nulla e non essere seguito da un altro potenziale allorchè l'intensità dello stimolo è considerevolmente aumentata. Il tempo di latenza di questo potenziale, perlomeno quando si cerca di preparare una fibra gamma, deve permettere di attribuirlo ad una fibra la cui velocità di conduzione è inferiore ai 50 m/sec.

Il secondo stadio si effettua dai 7 ai 12 giorni dopo il primo. Innanzitutto si cerca di vedere se la fibra fusimotrice ha sopravvissuto e se la sua stimolazione ripetuta, fatta al livello del filamento radicolare intatto dopo aver sezionato i nervi dei muscoli attivati da questa stimolazione, ha come conseguenza un aumento della frequenza delle scariche dei ricettori fusiformi del muscolo tenuissimus. Se questo fosse il caso, si determina la funzione di questa fibra osservando le modificazioni che la sua stimolazione ripetuta causa alle oscillazioni dell'elettroencefalogramma afferente integrato, prodotte da un allungamento sinusoidale del muscolo (vedi EMONET-DENAND e coll. 1970). Per terminare, il nervo del muscolo tenuissimus è sezionato in prossimità del muscolo, in modo da poter registrare il potenziale d'azione della fibra fusimotrice in condizioni ottimali (potenziale ad azione monofasica di grande amplitudine, assenza di scariche efferenti) ed ottenere così la certezza che il nervo non constava più che di una sola fibra motrice funzionale.

L'identificazione istologica delle terminazioni motrici è stata fatta su dei muscoli dissociati dopo colorazione all'argento, secondo il metodo di BARKER e IP (1963).

Furono preparate sette fibre  $\gamma$  statiche. In ogni caso si è potuto constatare che i fasci ancora innervati possedevano soltanto delle terminazioni «a forma di striscia» e che le placche p1 e p2 erano degenerate. Le fibre muscolari scheletriche e un certo numero di fusi erano completamente sprovvisti di terminazioni motrici, il che dimostra che il periodo di degenerazione era stato abbastanza lungo. In diversi fusi le terminazioni «a forma di striscia» sono state osservate non solo su delle fibre a catena nucleare ma anche su delle fibre a sacco nucleare.

Una fibra  $\beta$  fu preparata. In questo caso si osservarono sui poli dei fusi solo delle terminazioni a forma di placca p1.

Nessuna fibra  $\gamma$  dinamica è stata preparata fino ad oggi.

*Recent experiments correlating fusimotor action and histological structure*

The object of these experiments, which were made in collaboration with the Department of Zoology of the University of Durham (see BARKER et al. 1970), was to determine whether the different types of fusimotor fibres (static  $\gamma$  fibres, dynamic  $\gamma$  fibres, skeleto-fusimotor  $\beta$  fibres) innervate neuromuscular spindles through specific types of motor endings (trail, p1 plate and p2 plate endings). The experiments consisted in sectioning all the motor fibres of a muscle (tenuissimus muscle of the cat) with the exception of a single fusimotor fibre in such a way that the endings of sectioned fibres would degenerate leaving intact only those endings of the fibre which had not been separated from its cell body.

These experiments, of which so far eight have been carried through successfully, have been completed in two stages. In the first stage, in sterile conditions and under Nembutal anaesthesia, ventral roots L5, L6 and S2 are sectioned as also are all the filaments which compose ventral roots L7 and S1 with the exception of a single filament containing one fusimotor fibre going to the tenuissimus muscle.

The search for such a filament is made by stimulating the nerve to the tenuissimus muscle and by placing successively on a recording electrode those filaments which make up L7 and S1 until a filament is found whose action potential fulfils the following conditions: to have an all-or-nothing behaviour, and not to be followed by another potential when the strength of stimulus is considerably increased; its latency, at least when the preparation of a  $\gamma$  fibre is sought after, must indicate that it is produced by a fibre of conduction velocity less than 50 m/sec.

The second stage is carried out 7 to 12 days after the first. Initially it is checked whether the fusimotor fibre has survived and if repetitive stimulation of it, made at the level of the intact ventral root filament after having sectioned all the muscle nerves activated by this stimulus but the nerve to the tenuissimus muscle, elicits an increase in the frequency of discharge of the spindle receptors of the tenuissimus muscle. If such is the case, the function of this fibre is determined by observing the changes its repetitive stimulation brings to the oscillations of the integrated afferent nerve recording produced by sinusoidal stretching of the muscle (see EMONET-DENAND et al. 1970). Finally, the nerve to the tenuissimus muscle is sectioned close to the muscle in order to record the action potential of the fusimotor fibre under optimal conditions (large amplitude monophasic potential, absence of afferent discharges) and to establish with certainty that the nerve contains no more than a single functional motor fibre.

Histological identification of the motor endings has been made on teased

preparations after silver impregnation according to the method of BARKER and IP (1963).

Seven static  $\gamma$  fibres have been prepared. In each case it was established that the spindles still innervated possessed only trail endings and that p1 and p2 plates had degenerated. The extrafusal muscle fibres and a certain number of spindles were totally without motor innervation, showing that the period allowed for degeneration was long enough. In most spindles trail endings have been observed not only on nuclear chain fibres but also on nuclear bag fibres.

One  $\beta$  fibre has been prepared. In this case only p1 plate endings have been observed on the spindle poles.

So far no dynamic  $\gamma$  fibre has been prepared.

BARKER D., EMONET-DENAND F., LAPORTE Y., PROSKE U. et STACEY M.: C. R. Acad. Sci. Paris 271, 1203-1206 (1970).

EMONET-DENAND F., LAPORTE Y. et PROSKE U.: C. R. Acad. Sci. Paris 270, 2480-2482 (1970).

BARKER D. et IP M. C.: J. Physiol. (Lond.) 169, 73 P (1963).

Adresse de l'auteur: Prof. Dr Y. Laporte, Laboratoire de Physiologie, Faculté de Médecine, Université de Toulouse.