

ALTÉRATIONS DES NERFS PÉRIPHÉRIQUES DÉTERMINÉES PAR DES LÉSIONS MÉCANIQUES

L. LÁZÁR et T. MAROS

(Reçu le 16 mars, 1959)

C'est un fait connu que les nerfs périphériques sont extrêmement sensibles aux lésions mécaniques, nous n'avons néanmoins pas trouvé dans la littérature des données concernant les altérations microscopiques, démontrant des altérations caractéristiques, dues aux lésions mécaniques.

Selon l'opinion générale, les fibres nerveuses réagissent par les mêmes réactions morphologiques aux lésions les plus différentes.

Les fibres nerveuses différenciées en vue de la conduction des excitations ne présentent pas d'altérations morphologiques s'il s'agit de lésions légères, par contre, elles répondent par la dégénération, s'il s'agit de lésions plus importantes, quelle que soit la nature de ces lésions.

Après les influences mécaniques au cours desquelles les éléments de soutien et les éléments nutritifs des nerfs ne sont pas lésés, on ne constate que la dégénérescence des fibres nerveuses. Nous ne pouvons parler dans ces cas de nevríte traumatique, puisqu'il ne s'agit ici que de dégénérescence.

A la suite d'influences mécaniques persistantes, mais légères, ce sont surtout les éléments conjonctifs et le système circulatoire des nerfs qui présentent des altérations, tandis que les fibres restent relativement intactes. Dans ce cas, le problème de nevríte est discutable, même du point de vue de l'histopathologie.

En dépit de ces faits, lors de l'examen microscopique de pièces opératoires humaines, nous avons constaté des altérations des fibres nerveuses qui peuvent être considérées comme conséquence d'influences mécaniques.

Les expériences qui suivent ont été pratiquées dans le but d'étudier l'origine et la nature des altérations observées sur le matériel opératoire humain.

Matériel et méthode d'expérimentation

Nos expériences ont été pratiquées sur 31 chiens, 15 rats blancs, 27 cobayes et 18 lapins. Nous avons comparé les résultats de ces expériences avec les constatations faites lors de l'étude de 26 pièces opératoires et de 5 pièces d'autopsie. Nous avons étudié les altérations de forme et de structure survenant à la suite d'élongations, d'étirements répétés, de compression, d'écrasement, de déchirure et de section du nerf.

Dans une partie de nos expériences nous avons pratiqué l'élongation et la compression directe par des poids (de 25, 50, 100, 500, 1000, 2000) et de 5000 g. suspendus par un fil de soie, les surcharges ayant une durée de 2, 5, 10, 15, 20 et de 30 minutes.

Dans la partie du nerf étant en contact direct avec le fil de soie, nous avons étudié les signes de compression, tandis qu'un peu plus loin, nous avons étudié les conséquences de l'élongation.

Nous avons en plus étudié séparément l'influence de la compression, en reliant le nerf sciatique et les muscles environnants par un coussinet rempli d'air, relié à un manomètre, que nous avons maintenu pendant 3, 5, 8, respectivement 10 heures, sous une pression de 200 mm Hg.

Lors de ces expériences nous avons étudié les conséquences immédiates de ces manipulations et nous avons étudié les altérations réactives ultérieures dans une autre série d'expériences, en étudiant les nerfs d'animaux ayant subi des manipulations identiques et sacrifiées 10 jours plus tard.

En vue de reproduire les états morbides survenant en pathologie humaine, de compressions nerveuses persistantes et d'étirements répétés, nous avons pratiqué des expériences sur des lapins.

Dans une partie des expériences, nous avons relié au muscle biceps femoris le nerf sciatique par une ligature lâche en soie. Dans d'autres cas, nous avons pratiqué des brisures du plexus brachial du lapin à l'aide de lobes musculaires pédonculées. Le degré des étirements répétés, ou de la brisure, variait selon les actions musculaires au cours de la marche.

Nous avons maintenu cet état pendant plusieurs mois et nous avons examiné les altérations des nerfs une fois que les lésions trophiques de l'extrémité correspondante se sont développées.

Nous avons fixé les substances nerveuses excisées dans du formole dilué à 1 pour 4 en moyenne pendant 5 à 30 jours. Nous avons examiné les coupes congelées de 5 à 15 microns avec la technique de coloration de la gaine de myéline, d'impregnation d'argent, d'hémaroxyline-éosine et, si cela était nécessaire, par des colorations grassieuses.

Résultats et discussion des résultats

I. Altérations réactives survenant après élongation et étirements répétés

A) Après étirements énergiques répétés à l'aide de deux pinces vasculaires du nerf sciatique, les fibres nerveuses ne montrent pas d'altération morphologique. Cette constatation n'est pas valable pour la région avoisinante du pincement, où on peut observer les conséquences de la compression. Les fibres nerveuses ne présentent pas d'altérations structurales, même lorsque nous pratiquons des élongations sur le nerf sciatique des animaux d'expériences, avec des poids allant de 25 à 500 gr., pendant 2 à 30 minutes. Nous avons constaté un cas exceptionnel, où le nerf sciatique d'un chien pesant 13 kg 900, s'est rompu au bout de deux minutes, après une surcharge de 5000 gr. Dans ce cas sur une étendue de 4 à 6 mm au-delà de l'extrémité rompue, les fibres nerveuses se sont amincies et étaient finement ondulées. Entre les fibres on peut voir des petites formations, des mottes de formes différentes, s'impregnant intensivement et dont le diamètre varie de 20 à 40 microns. (Fig. N° 1)

Selon notre avis, cet aspect est dû au fait que l'axoplasme comprimé par ses propres gaines pendant l'élongation s'écoule et forme ces mottes, lors de la rupture de la fibre nerveuse.

Nous considérons que les petites ondulations des fibres nerveuses sont dues au fait que les fibres allongées et amincies sous l'influence de la traction ne sont plus capables de se raccourcir lorsque cet effet ne se fait plus sentir.

Nous voulons noter que M. L. BOROVSKI a également constaté ces ondulations fines des fils axiaux aux endroits, où il a pratiqué dans les nerfs des injections^{ner} de vitamine B., sans attacher d'importance à ce phénomène.



Fig. 1. Chien. Nerf sciatique. Après une surcharge de 5000 g après deux minutes, le moignon central du nerf s'est déchiré. Entre les fils axiaux amincis et finement ondulés, des mottes hyperargentophiles (axoplasme) Impregnation à l'argent, Obj. 24/O,42, Oc. 6 ×

Fig. 2. Chien. Nerf sciatique. Voisinage immédiat du secteur nerveux écrasé. La majorité des fils axiaux sont soit enflés, soit en forme de tire-bouchon. Impregnation à l'argent, Obj. 24/O, 42, Oc. 6 ×

Dans les préparations colorées pour mettre en évidence la gaine de myéline, on constate, en dehors des petites ondulations, l'absence de la structure de ces gaines.

Au-delà de la région décrite, vers le centre, apparaissent sur la gaine des incisures du type Schmidt-Lantermann particulièrement béantes.

Aux mêmes endroits, les fils axiaux présentent des enflures régulières et des parties amincies qui alternent.

Dans le stroma du nerf on ne constate aucune altération notable en dehors de petites hémorragies.

B) La charpente conjonctive des fibres et du nerf n'a montré d'altérations morphologiques considérables, même lorsque en répétant les expériences mentionnées, nous avons laissé le nerf, qui a subi l'élongation, dans l'organisme pendant 10 jours. Cette constatation n'est valable que pour la partie du nerf situé vers le centre, au-delà du lien de la surcharge, car au lieu même où sont accrochés les poids, et plus bas, vers la périphérie, on voit apparaître les signes consécutifs de la compression.

C) Dans nos expériences de longue durée, où nous avons soumis les nerfs (plexus brachial, nerf sciatique) à un effet dynamique non mesuré, nous avons constaté des altérations qui peuvent être expliquées par la compression. Nous les décrirons plus loin.

En nous basant sur ces faits, nous sommes d'avis que, l'élongation et les étirements répétés, (surtout s'il sont de courte durée) ne lèsent pas les fibres nerveuses, jusqu'à ce que la charpente conjonctive du nerf amortit l'influence subie.

II. Altérations survenantes sous l'influence de la compression

A) La simple préhension du nerf à l'aide d'un instrument peut avoir comme conséquence l'ouverture des incisures de Schmidt—Lantermann, ainsi que l'apparition des enflures à répétition régulière des fils axiaux dans les couches superficielles en contact avec l'instrument.

Sous l'influence du serrement et de l'écrasement apparaît l'amincissement extrême des fibres nerveuses, ainsi que leur fine ondulation. A ces endroits on ne peut souvent même pas mettre en évidence la gaine de myéline.

Dans le voisinage de la partie écrasée, la gaine de myéline est enflée, dépourvue de structure, sa coloration est foncée.

Les fils axiaux sont enflés et rappellent souvent la forme d'un tire-buchon (Fig. N° 2). Les hémorragies des nerfs sont de règle lors de l'écrasement et fréquentes, lorsque la préhension est brutale.

Sous l'influence de la compression indirecte à l'aide d'un tourniquet, dans les nerfs d'extrémités humaines réamputées, nous n'avons pas constaté d'altérations morphologiques.

Nous avons fait des constatations identiques sur notre matériel d'expérience, lorsque nous avons soumis le nerf sciatique entouré de ses muscles environnants, 3, 8, ou 10 heures, sous une pression de 200 mm Hg. En main-

tenant la pression pendant 10 heures, nous avons constaté dans les couches superficielles du nerf des fibres ondulées, ainsi que, par-ci, par-là, des hémorragies.

On voit les mêmes altérations dans les couches superficielles, que l'on constate lors de la préhension et le serrement du nerf lorsqu'on le soumet

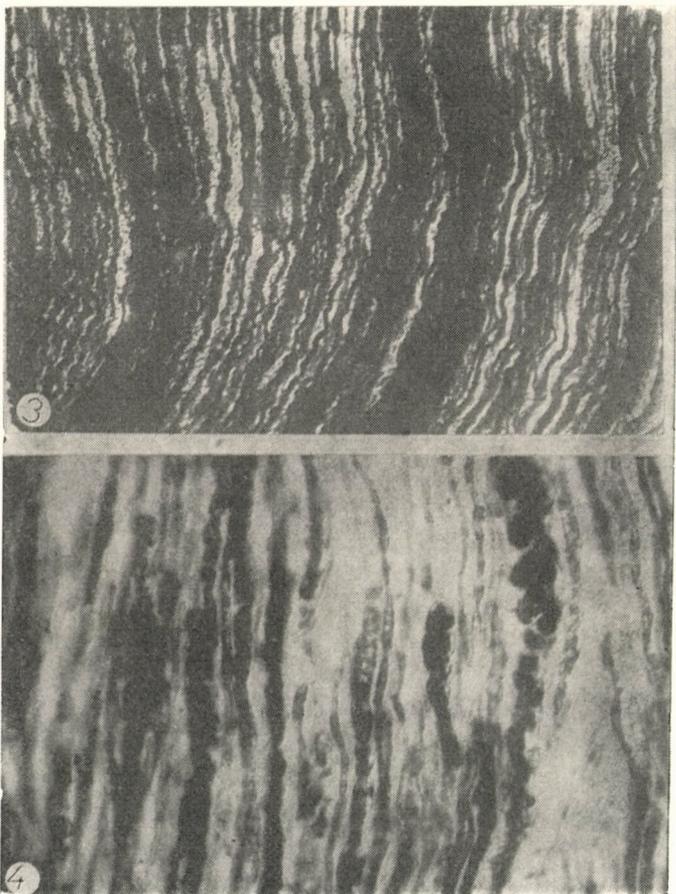


Fig. 3. Chien. Nerf sciatique. Couche superficielle du nerf ayant subi une surcharge avec 50 g pendant 30 minutes. On voit la fine ondulation des fils axiaux. Impregnation à l'argent, Obj. 24/O,42, Oc. 6s.

Fig. 4. Racine de moelle épinière humaine (compression par spondylite). La gaine médullaire sombrement colorée s'est fragmentée en boules inégales. Coloration de la gaine médullaire. Obj. 24/O,42, Oc. 6 ×

à une surcharge de 50 g pendant 30 minutes (Fig. N° 3). Lorsqu'on surcharge le nerf avec un poids plus grand, pendant un temps plus prolongé, on voit apparaître les mêmes altérations morphologiques, que lors de l'écrasement.

Le degré et l'étendue des altérations sont directement proportionnelles avec l'intensité et la durée de la surcharge.

Après une surcharge avec un poids de 500 g. et d'une durée de 10 minutes, le nerf subit (chez le chien) un écrasement transversal total.

B) Lorsqu'après la répétition des mêmes expériences, nous laissons pendant 10 jours dans l'organisme le nerf comprimé, on voit apparaître, — suivant le degré de la surcharge — une lésion partielle, ou transversale totale du nerf, ainsi que la dégénérescence secondaire de la partie périphérique. Ainsi, après une surcharge avec 50 g d'une durée de 30 minutes, on voit apparaître dans les couches superficielles de la partie périphérique de la dégénérescence secondaire des fibres, dégénérescence, qui ne touche pas les fibres minces. Avec une surcharge de 500 g pendant 10 minutes, on voit apparaître (chez le chien) l'aspect morphologique de la lésion transversale totale du nerf. Avec une surcharge de 100 g pendant 20 minutes (chez le chien) au lieu même, où l'effet de compression du fil de soie a agi sur les couches superficielles, on ne peut mettre en évidence ni gaine de myéline, ni fil axial. Plus profondément il n'y a que des fibres tout à fait minces, dépourvues de gaine de myéline. A l'intérieur du nerf — entre les fibres minces, semblant intactes et entourées de gaines, — la gaine des fibres épaisses se présente sous la forme de fragments de boules.

Du côté opposé de la compression on ne constate aucune altération pathologique des fibres nerveuses.

On peut constater sur toute l'épaisseur du nerf une congestion sanguine, ainsi que la multiplication des éléments cellulaires. Aux endroits, où les fibres présentent des altérations, la prolifération des cellules de Schwann est remarquable. Au delà de la compression, vers la périphérie, on voit apparaître l'aspect typique de la dégénérescence du type Waller.

C) Dans nos expériences reproduisant les tableaux pathologiques de la compression survenant en pathologie humaine, nous avons pu observer les conséquences de compressions non mesurées persistantes pendant plusieurs mois.

Ainsi, contrairement à notre attente, dans l'expérience modèle du syndrome de scalène, nous n'avons trouvé que des altérations insignifiantes des fibres nerveuses. Par contre, nous avons constaté une multiplication importante du tissu conjonctif, traduit également par le relâchement des fibres nerveuses.

L'hyperplasie du tissu conjonctif endoneural et l'élargissement de l'espace périneurale sont surtout marqués à la partie périphérique.

Au lieu même de la cassure l'espace périneurale disparaît, le tissu conjonctif épineural se multiplie et des microneuromes apparaissent.

Au de là de ce point, vers le centre, mais encore plus vers la périphérie, nous constatons la dégénérescence des fibres épaisses.

Nous avons trouvé des altérations semblables aussi dans ces cas, où nous avons pratiqué des étirements répétés persistants du nerf sciatique, à l'aide d'une ligature lâche.

Dans ces cas, au lieu même des étirements, nous avons trouvé uniquement des fibres minces intactes et, vers le centre et distalement, un grand nombre de fibres épaisses dégénérées.

La multiplication des cellules de Schwann est plus prononcée dans la partie distale du nerf, correspondant à la désagrégation plus intense de la fibre nerveuse.

D) Lors de l'étude du matériel opératoire humain nous avons trouvé en dehors de ces altérations, dans tous les cas de compression persistante, des altérations de la gaine de myéline, altérations, que nous n'avons pas pu reproduire expérimentalement. La plus caractéristique de ces altérations est la désagrégation de la gaine de myéline épaissie en boules inégales, de couleur foncée, boules, qui ne sont pas identiques avec les boules de myéline, secondaires et apparaissant lors de la dégénérescence retrograde (Fig N° 4). Nous avons observé ces altérations à des endroits, où, sous l'effet de la compression persistante, la circulation du sang et de la lymphe était rendue difficile. (Dans un cas de sarcome du plexus brachial, dans plusieurs cas de compressions radiculaires et dans de nombreux cas de névromes englobés de cicatrices.)

Nous sommes d'avis, que dans ces cas, la désassimilation de la myéline, désagrégée en boules, est entravée.

III. *Altérations survenant lors de la section du nerf*

A la suite de la section du nerf par une lame de rasoir bien tranchante, nous n'avons constaté sur le nerf aucune altération importante.

Après section à l'aide de ciseaux, ou d'autres instruments à effet concasseur, on voit sur le plan de la section des gaines de myéline barbouillées et des débris d'axoplasme.

Dans le voisinage immédiat du plan de section, les fibres s'amincissent et éventuellement deviennent finement ondulées et des mottes de neuroplasma apparaissent par endroits. A ces mêmes endroits, les fils axiaux en tire-bouchon sont fréquents.

Dans le mince secteur qui suit, on voit des gaines de myéline enflées, se colorant de couleurs foncées, puis, sur un secteur de quelques millimètres apparaissent des incisures de Schmidt—Lantermann béantes, même lorsque ces phénomènes ne peuvent être observés sur les autres parties du nerf (Fig. N° 5). Correspondant à ce phénomène, des enflures régulières apparaissent sur les fils axiaux, qui manquent également sur les autres parties du nerf (Fig. N° 6).

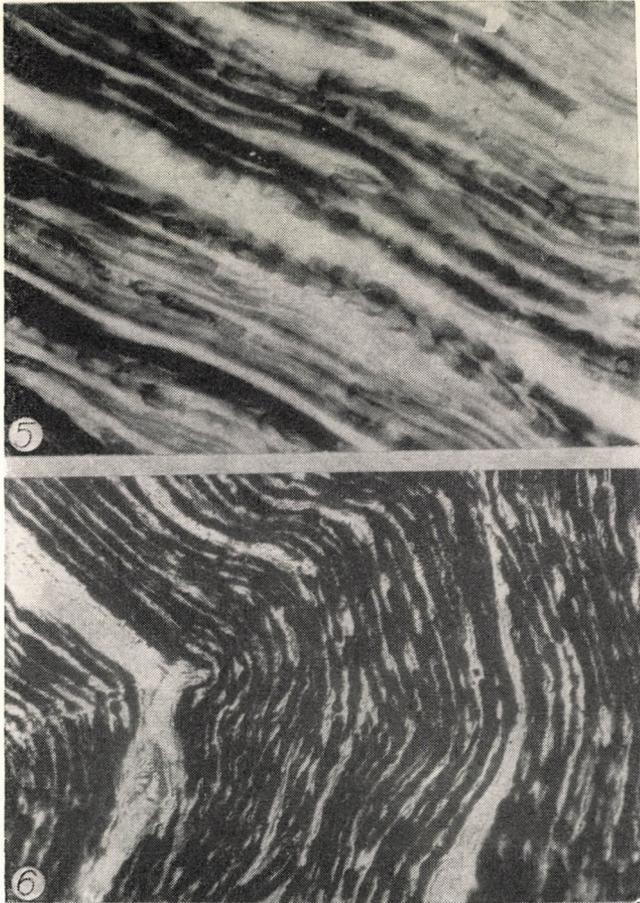


Fig. 5. Racine de moelle humaine au voisinage de la section. Les incisures de Schmidt-Lantermann sont remarquablement entrouvertes. Coloration de la gaine de myéline. Obj. 24/O,42, Oc. 6 ×

Fig. 6. Racine de moelle humaine, au voisinage de la section. Les enflures régulières des fils axiaux se répètent. Impregnation au nitrate d'argent, Obj. 24/O,42, Oc. 6 ×

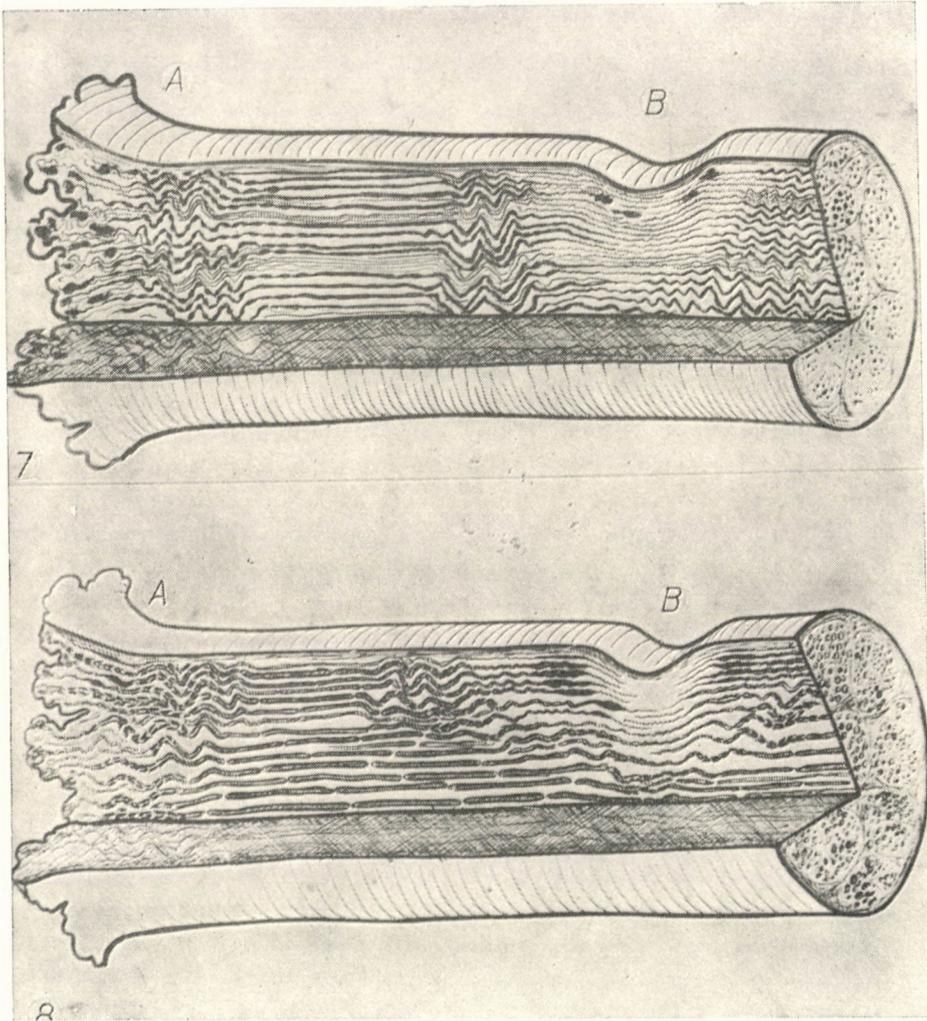


Fig. 7. Le dessin représente la localisation des altérations des fils axiaux, survenant immédiatement sous effet d'influences mécaniques. A = extrémité du nerf sectionné à l'aide d'un instrument concasseur. B = localisation de l'effet compresseur d'un poids suspendu par un fil de soie

Fig. 8. Le dessin représente la localisation des altérations de la gaine de myéline, survenant immédiatement sous effet d'influences mécaniques. A = extrémité du nerf sectionné à l'aide d'un instrument concasseur. B = localisation de l'effet compresseur d'un poids suspendu par un fil de soie

Conclusions

1. Les altérations morphologiques n'apparaissent sur les fibres nerveuses, — à la suite de l'élongation et des étirements répétés, — que si la charpente et l'enveloppe conjonctives du nerf sont déjà lésées à la suite de l'élongation.

2. Lorsque les fibres nerveuses se rompent à la suite de l'élongation, le neuroplasma des fibres, — qui sont fortement amincies et qui présentent des petites ondulations — s'écoule, et forme des mottes, qui, lorsqu'on les colore, s'imprègnent de couleurs foncées.

3. Les fibres nerveuses sont incomparablement plus sensibles à la compression, car la charpente conjonctive du nerf ne peut amortir cet effet, par contre les fibres nerveuses résistent beaucoup mieux à l'élongation.

4. L'amincissement des fibres nerveuses et l'apparition des fines ondulations sont caractéristiques pour les influences mécaniques.

5. La désagrégation de la gaine de myéline en boules qui prennent une coloration foncée, est caractéristique de la compression persistante.

6. La compression persistante légère a pour conséquence un trouble de la circulation des nerfs, ainsi qu'un bouleversement de son système conjonctif, même si on ne peut mettre en évidence de la part des fibres nerveuses d'altérations notables.

7. L'élongation altère moins l'unité de la structure nerveuse que la compression. Tandis qu'à la suite d'une élongation avec un poids de 5000 g pendant 10 minutes, aucune altération ne peut être démontrée sur le secteur central, après une compression de 10 minutes avec 50 gr., des altérations morphologiques apparaissent sur la couche superficielle du nerf.

8. La béance des incisures de Schmidt—Lantermann s'explique dans la plupart des cas par des influences mécaniques.

9. Les incisures béantes de Schmidt—Lantermann apparaissent au même endroit, où on voit également les enflures régulièrement répétées des fils axiaux.

10. Les fibres minces, surtout celles qui sont dépourvues de gaine de myéline, résistent beaucoup mieux aux influences mécaniques, que les fibres épaisses, possédant des gaines médullaires.

Résumé

Les auteurs, lors de l'étude microscopique du matériel opératoire, ont observé des altérations qu'ils considèrent comme étant caractéristiques des influences mécaniques. Dans la présente publication ils font connaître la série de leurs expériences, qui prouvent l'origine mécanique de ces altérations. Ils constatent que l'amincissement et les fines ondulations des fibres nerveuses sont caractéristiques des influences mécaniques aiguës. Lors de la rupture, après élongation, des fils axiaux, des mottes d'axoplasme apparaissent. Le système conjonctif amortit les effets de l'élongation et des étirements répétés, de sorte, que le parenchyme du

nerf n'est pas touché. En l'absence d'une telle protection, les fibres nerveuses s'altèrent plus facilement lors de la compression. La compression faible, mais persistante et répétée détermine des troubles circulatoires et déclenche une réaction du tissu conjonctif, même si les fibres ne présentent aucune altération morphologique considérable. La béance des incisures de Schmidt-Lantermann de la gaine de myéline apparaît le plus souvent sous l'influence d'effets mécaniques, en même temps que les enflures à répétition régulière des fils axiaux. Les fibres épaisses pourvues de gaines de myéline sont plus sensibles aux influences mécaniques, et s'altèrent plus rapidement que les fibres minces.

BIBLIOGRAPHIE

1. Боровский, М. Л. : (1952) Реандрация нерва и трофика. Изд. А. М. Н. СССР. Москва. — 2. Дойников, Б. С. : (1953) Общая гистология и гистопатология периферической нервной системы. Избр. труды по нейроморфол. и невропатол. — 3. Графова, Г. Й. : (1957) Реактивные изменения нервных элементов системы спинного мозга при повреждениях. Арх. Анат., гистол. и эмбриол. 1. 34., 67—78. — 4. Lubarsch, O., Henke, F., Rösze, R. : (1955) Handbuch der speziellen Pathol. Anat. und Histol. Vol. XIII. 5. Springer, Berlin.

ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ, ВЫЗВАННЫЕ МЕХАНИЧЕСКИМИ ПОВРЕЖДЕНИЯМИ

Л. ЛАЗАР и Т. МАРОШ

При микроскопическом изучении полученного в ходе операций материала, авторы наблюдали такие изменения, которые по их мнению типичны для механических повреждений. В настоящем сообщении они дают описание опытов, которые подтверждают механическое происхождение этих изменений. Они устанавливают, что для острого механического воздействия характерно утоншение нервных волокон и их тонкая волнистость.

При обусловленном растяжением разрыве осевых цилиндров появляются аксоплазматические глыбки. Удлиняющие и растягивающие действия воспринимаются соединительнотканной системой нерва, и следовательно паренхима нерва не повреждается. Однако, вследствие отсутствия данной защиты при сдавлении, нервные волокна легче повреждаются.

Повторяющееся продолжительное слабое сдавление нерва вызывает расстройства кровообращения и реакцию соединительной ткани даже в том случае, когда волокна не показывают значительных морфологических изменений.

Раскрытие Шмидт-Лантермановых надрезок миелиновых оболочек появляется, в большинстве случаев, в результате механических воздействий совместно с регулярно повторяющимся набуханием осевых цилиндров.

Толстые миелиновые волокна более чувствительны к механическим воздействиям и легче повреждаются, чем тонкие волокна.

DIE DURCH MECHANISCHE LÄSIONEN BEDINGTEN VERÄNDERUNGEN DER PERIPHEREN NERVEN

L. LÁZÁR und T. MAROS

Bei der mikroskopischen Untersuchung von Operationsmaterial wurden Veränderungen beobachtet die als typisch für mechanische Schädigungen angesehen werden.

In der vorliegenden Mitteilung wird eine Versuchsserie veröffentlicht, die den mechanischen Ursprung der Veränderungen bestätigt. Es wird festgestellt, dass für die akute mechanische Einwirkung eine Verdünnung und feine Welligkeit der Nervenfasern kennzeichnend ist.

Bei den durch Dehnung bedingten Rissen der Achsenzylinder erscheinen Axoplasmaschollen. Die Dehn- und Streckwirkungen werden von dem Bindegewebsystem der Nerven aufgefangen und auf diese Weise erfolgt keine Schädigung des Nervenparenchyms. Hingegen

werden die Nervenfasern im Falle von Kompression infolge des Fehlens eines solchen Schutzes leichter beschädigt.

Eine wiederholte anhaltende schwache Kompression verursacht Kreislaufstörungen und löst Bindegewebsreaktionen aus, selbst in dem Falle, wenn die Fasern keine wesentlichen morphologischen Veränderungen aufweisen.

Die Öffnung der Schmidt-Lantermannschen Einkerbungen der Markscheide erfolgt in der Mehrzahl der Fälle auf mechanische Einwirkungen, gemeinsam mit den regelmäßig sich wiederholenden Anschwellungen der Achsenzylinder.

Die dicken markhaltigen Fasern sind mechanischen Einwirkungen gegenüber viel empfindlicher und ihre Beschädigung erfolgt schneller, als die der dünnen Fasern.

Dr. László LÁZÁR }
 Prof. Tibor MAROS } Tîrgu-Mureş, Str. Universităţii 38. Romînia