

LE TRAITEMENT CHIRURGICAL DES LÉSIONS NERVEUSES PÉRIPHÉRIQUES

REVUE GÉNÉRALE

PAR

le Dr. AAGE BÉRNTSEN

Chef de la Polyclinique du „Samfundet og Hjemmet for Vanføre“.
Copenhague

I. INTRODUCTION

On témoigne en Danemark une singulière indifférence à l'égard du traitement chirurgical des lésions nerveuses périphériques. Celui qui cherche des renseignements sur cette question dans la »Nordisk Kirurgi« tourne en vain les feuilles de cet ouvrage. Et pourtant il s'agit d'un domaine où tout médecin devrait être capable de s'orienter — le médecin praticien encore plus que les autres, car il se trouve fréquemment en présence de lésions aux membres pouvant s'accompagner de blessures nerveuses; mais les médecins voués à la physiothérapie, ceux auxquels incombe dans la plupart des cas le traitement consécutif, doivent avoir également présente à l'esprit la possibilité d'obtenir de bons résultats par des interventions secondaires. Il est à souhaiter enfin que le traitement des lésions en cause soit confié à des chirurgiens rompus aux méthodes orthopédiques. Il ne suffit pas en effet que les interventions portant sur les nerfs périphériques soient exécutées »*lege artis*«; il ne suffit pas non plus d'instituer un traitement consécutif minutieux et prolongé par l'électricité, des exercices convenables et le massage; mais il faut encore — et c'est une condition essentielle pour obtenir de bons résultats — un traitement orthopédique approprié qui, à l'aide d'appareils opérant les détentes requises, s'efforce en temps opportun de contrebalancer l'action des antagonistes, action qui peut conduire soit à des contractures, soit à l'aggravation des atrophies musculaires dans les territoires parésiés.

Que les interventions pour lésions des nerfs périphériques soient exécutées beaucoup trop rarement chez nous, en Danemark, on en a la preuve bien manifeste, si l'on vient à parcourir les »Arbejderforsikringsraadets Akter« (Procès-verbaux du Comité des Assurances Ouvrières). — De 1923 à 1930, c'est à dire pendant huit ans, il s'est produit 136 cas de lésions des nerfs périphériques — peut-être même encore davantage, étant donné que certains d'entre eux se dissimulent peut-être sous d'autres diagnostics. Sur ces 136 cas, 56 concernaient des lésions par section et 22 fois seulement on eut recours à la suture nerveuse. C'est vraiment trop peu ! L'infection n'avait pourtant guère dû créer de contre-indications opératoires, car presque toutes les blessures résultaient de corps tranchants relativement »propres« : couteaux, scies, éclats de verre. Si donc les sutures nerveuses se trouvent en aussi faible nombre, c'est probablement pour l'une ou l'autre des raisons suivantes : ou bien la lésion ne fut pas immédiatement reconnue, ou bien le médecin traitant ignorait l'existence du moment propice où l'on peut tenter une suture nerveuse secondaire. Comme il n'est peut-être pas sans intérêt d'énumérer les nerfs qui furent atteints, je vais indiquer la répartition des lésions entre les différents troncs nerveux.

Sur les 136 cas précités, le nerf cubital fut blessé 76 fois, dont 41 fois par instruments tranchants ; le nerf médian vient ensuite avec 20 cas, dont 9 concernent également des sections ; enfin le nerf radial fut atteint 15 fois et, sur le nombre, sectionné 4 fois. Le nerf médian et le nerf radial furent simultanément blessés dans 4 cas, dont 1 cas avec section. Dans 2 cas, le nerf médian et le nerf cubital furent simultanément atteints et l'un de ces cas se rapportait également à une section. Dans la série, on trouve en outre 16 cas de lésion du plexus brachial et 3 cas de lésion du nerf axillaire, mais dans aucun d'eux il ne s'agissait de sections ou de piqûres.

Pour compléter cette enquête, j'ai parcouru de même les »Invalideraadets Sager« (Affaires soumises au Comité d'Invalidité) de 1923 à 1930, donc pendant huit ans. En ce laps

de temps, on compte 15 lésions des nerfs périphériques — dont 5 par section et l'une d'elles fut traitée par la suture.

Bien que les lésions périphériques des nerfs ne soient pas communes en temps de paix et qu'elles ne puissent être regardées comme engendrant un extrême degré d'invalidité, nous devons pourtant, cela va sans dire, nous efforcer d'obtenir une »*restitutio ad integrum*«; en tout cas, pour ce qui est des lésions par section, on ne saurait nier que notre thérapeutique ne soit insuffisamment active.

C'est à la même conclusion d'ailleurs qu'arrivait *Abrahamsen* en parcourant les causes soumises à l'»*Arbejderforsikringsraadet*« en 1918, 1919 et 1920. Au cours de ces trois ans, sur 52 cas de lésions intéressant les nerfs des membres supérieurs, il comptait 37 sections, dont 9 seulement furent traitées par la suture primitive; les 28 autres n'avaient évidemment pas été diagnostiquées.

La chirurgie des lésions nerveuses ne peut agir sur de vastes séries qu'en temps de guerre — et c'est alors dans les publications médicales des pays belligérants que nous devons chercher à nous instruire.

Parmi les livres ou mémoires se rapportant à notre sujet, on peut spécialement recommander: *Vulpinus* et *Stoffel*: *Orthopädische Operationslehre* (1920), l'article de *Foerster* dans le *Handbuch der Neurologie* de *Lewandowsky* (1929) et le discours d'ouverture de *Küttner* au 55^e Congrès des chirurgiens allemands dans l'*Archiv f. klin. Chir.* de 1931 (vol. 167).

Nos connaissances relatives à cette question bénéficient encore d'une intéressante contribution de Mme *Bénisty* — »*Traitement et restauration des lésions des nerfs*« (1917) — et du vaste ouvrage américain: »*The Medical Department of the United States Army in the world war*« (vol. XI, *Surgery*, part 1, 1927).

Avant de parler du traitement chirurgical des lésions nerveuses et de ses résultats, il convient que nous rappelions les points les plus essentiels de l'anatomie et de la physiologie des nerfs périphériques, aussi bien à l'état normal qu'à l'état pathologique.

II. PRINCIPAUX POINTS DE L'ANATOMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE DES NERFS PÉRIPHÉRIQUES

A. *A l'état normal.*

En ce qui concerne les voies motrices, on distingue, d'une part, le neurone moteur central qui s'étend de la cellule ganglionnaire du cortex cérébral à la cellule ganglionnaire de la moelle et, d'autre part, le neurone moteur périphérique qui aboutit au tissu musculaire.

Entre les neurones périphériques moteurs existent de nombreuses anastomoses; toutefois, chaque neurone est envisagé comme une unité anatomique, nutritive et fonctionnelle qui suit le destin de sa cellule ganglionnaire dans la vie comme dans la mort. De son côté, la cellule musculaire, qui appartient au neurone moteur périphérique, suit le destin de son neurone, car ils ont en fait, l'une et l'autre, un centre nutritif commun dans la cellule ganglionnaire.

Mais, tandis que l'heur ou le malheur du neurone moteur périphérique influe sur la cellule musculaire, le muscle, en tant qu'organe total, n'est point forcément sous la dépendance d'un seul nerf périphérique. La preuve nous en est donnée soit par l'anatomie qui constate les anastomoses unissant les différents nerfs moteurs, soit par la clinique qui confirme cette preuve en voyant les muscles innervés par le nerf blessé n'être pas forcément ou totalement voués à la dégénérescence. Ainsi s'expliquent le retour étonnamment rapide de la fonction après la suture nerveuse et la conservation partielle de la fonction musculaire malgré l'absence de traitement d'une lésion nerveuse.

Le neurone moteur périphérique débute comme une expansion de la cellule ganglionnaire et, sous le nom de cylindraxe, poursuit son trajet plus ou moins rectiligne tout le long du nerf, en se reliant par de nombreux rameaux collatéraux aux neurones voisins. Son revêtement le plus interne est formé par une gaine de myéline; du côté externe il est recouvert par le névrilemme — encore appelé gaine de Schwann —; mais à des intervalles plus ou moins réguliers il est simplement revêtu par le névrilemme. Chaque neurone est un petit câble de fila-

ments déliés et chaque nerf est à son tour formé par la réunion d'une série de ces petits cables engainés eux-mêmes dans un tissu conjonctif délicat et vascularisé.

Relativement à la disposition de ces petits cables figurant les neurones sur la coupe transversale d'un nerf — c'est à dire, relativement à la topographie intérieure d'un nerf — il règne quelques divergences. Comme cette disposition présente tout de même une grande importance au point de vue de la chirurgie des nerfs périphériques — sous le rapport aussi bien de la suture d'un nerf lésé que de l'implantation d'un nerf paralysé dans un nerf sain ou inversement — il convient que nous étudions d'un peu plus près les opinions des différents auteurs.

La discussion porte au fond sur le degré de créance que mérite la théorie de *Stoffel* concernant la disposition régulière qu'affecteraient, sur la coupe transversale d'un nerf, les cordons nerveux se rendant aux différents muscles. Si cette disposition était constante, on pourrait alors, en cas d'implantation nerveuse, isoler, puis utiliser les véritables voies de la transmission nerveuse. De plus, l'heureuse issue d'une suture nerveuse dépendrait du maintien de la section transversale du nerf coupé dans une situation convenable, autrement dit, dans une situation telle que les voies normales se trouvassent de nouveau en rapport les unes avec les autres.

L'«Orthopaedische Operationslehre» de *Vulpus* et *Stoffel* nous offre des figures servant d'illustration à la doctrine de *Stoffel* (voir notre figure 1). Cette doctrine d'une localisation régulière et constante des fibres nerveuses à l'intérieur des nerfs est, dans son ensemble, confirmée par *Pierre Marie*, *Meige* et *Gosset* (cités par Mme *Bénisty*) qui, au cours d'interventions portant sur 64 soldats blessés, avaient eu recours à l'exploration électrique des différentes parties des nerfs mis à nu.

Seelig (cité par *Foerster*) n'admet point cette doctrine en sa totalité. Il n'a constaté de répartition nette des fibres nerveuses entre des voies constantes que dans le segment de quelques centimètres précédant le point d'où se détachent les rameaux musculaires.

Parmi les adversaires de *Stoffel*, *Borchardt* et *Wjasmenski*

(cités par *Foerster*) s'opposent d'une manière encore plus catégorique à sa doctrine. A l'aide de coupes sériées ces auteurs cherchent à démontrer que les voies nerveuses varient à un extrême degré, soit en épaisseur, soit en nombre, le long des troncs nerveux (voir fig. 2). Par la dissection de certains nerfs et la section des différentes voies, *Borchardt* et *Wjasmenski* s'efforcent de prouver qu'il existe non pas des voies bien définies et constantes, mais plutôt des formations plexiformes étendues avec de nombreuses branches qui les relient.

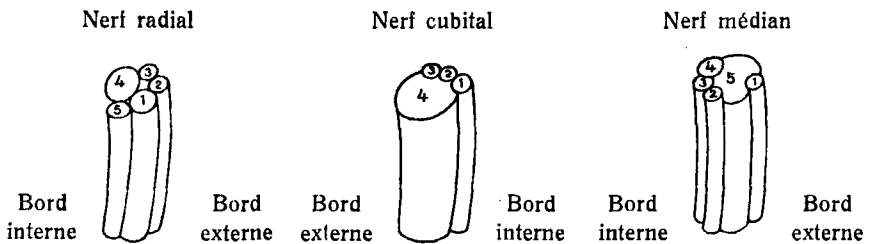


Fig. I.

d'après »Nervetopografi« de *Stoffel* (Handb. der Neurologie, vol. complémentaire II, 1929, p. 904).

1 racine superficielle.
2 long supinateur.
3 premier (long) et deuxième (court) radial externe.

4 branches profondes (ext. commun des doigts, cubital postérieur, long abd. du pouce, court ext. du pouce, long ext. du pouce, ext. propre de l'index).

Topographie confirmée par les auteurs français (d'après Mme *Bénisty*).

1 cubital antérieur.
2 fléchiss. profond des doigts.
3 branches profondes. (Muscles hypothénars, interosseux lombricaux, add. du pouce, chef cubital du court fléchiss. du pouce).

Confirmé par les auteurs français; toutefois, localisation indéterminée pour le 3.

1 rond pronateur, palmaire, petit palmaire.

2 } fléchiss. superf.
3 } des doigts.

4 fléchiss. profond des doigts, long fléchiss. du pouce, carré pronateur.

5 muscles thénars. Fibres sensibles.

Confirmé par les auteurs français.

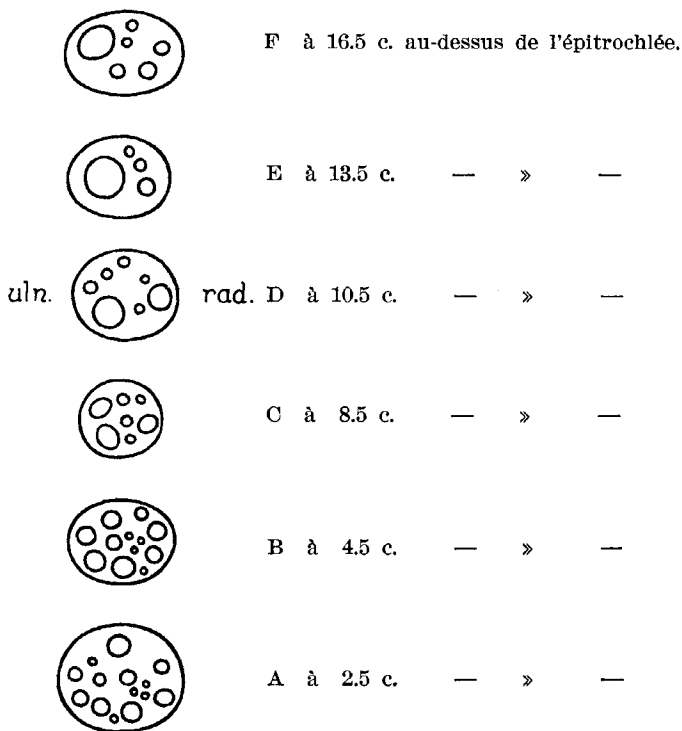
Les expériences de *Scherren* (cité par *Foerster*) confirment l'opinion de *Seelig*, en ce sens que des lésions même légères portant sur un nerf moteur immédiatement au-dessus du point de départ d'une branche musculaire donnent une paralysie totale du segment musculaire correspondant, tandis qu'en d'autres points du tronc nerveux, on peut sectionner impunément jusqu'au tiers de la coupe transversale. Voici en quels termes *Foerster* cherche à concilier les théories adverses: »Une disposition typique et constante des voies nerveuses sur la coupe transversale d'un nerf n'existe en général que dans les quelques centimè-

Fig. II.

Topographie des nerfs de *Borchardt* et *Wjasmenski*. (Handb. der Neurologie, vol. complémentaire II, 1929, p. 909).

Coupe du nerf médian

(à des distances croissantes au-dessus de l'épitrachée).



tres situés en amont du point de départ des rameaux musculaires. Toutefois, on peut suivre sur une étendue un peu plus grande les voies (motrices) que nous allons nommer: Voies conduisant au muscle coracobrachial (nerf musculocutané), au rond pronateur et au grand palmaire (nerf médian), au muscle gastrocnémien et à la portion postérieure du soléaire (nerf tibial), au semi-tendineux (nerf tibial), au semi-membraneux (nerf tibial) et à la longue portion du biceps fémoral (nerf tibial)«.

En ce qui concerne le point d'où se détachent les rameaux moteurs d'un nerf sur le tronc de ce nerf, nous allons fournir quelques indications qui ne sont pas dénuées d'importance pour nous guider dans le traitement des lésions nerveuses. Le nerf musculocutané donne ses branches motrices aux muscles du bras dans le tiers supérieur du bras; celles que le nerf médian envoie aux muscles de l'avant-bras se séparent de lui immédiatement au-dessus du coude et dans le quart supérieur de l'avant-bras, tandis que les rameaux se rendant aux muscles thénars naissent immédiatement au-dessus du ligament annulaire du carpe. Le nerf cubital émet les branches destinées aux muscles de l'avant-bras dans la moitié supérieure de l'avant-bras et celles des muscles de la main, après avoir perforé les muscles hypothénars. Les rameaux musculaires des muscles du bras innervés par le radial naissent au niveau du quart supérieur du bras et ceux des muscles de l'avant-bras — de même que pour le nerf médian — naissent immédiatement au-dessus du coude et dans le quart supérieur de l'avant-bras. — Le nerf fémoral émet ses rameaux musculaires au niveau du ligament de Poupart. — Le nerf sciatique qui se divise rapidement en nerf tibial et en nerf péronier donne dans la moitié supérieure de la cuisse (portion tibiale du nerf les rameaux musculaires destinés aux fléchisseurs du genou. Le nerf tibial fait partir ses rameaux pour les muscles de la jambe dans la région poplitée et ceux des petits muscles du pied dans la plante même du pied. Le nerf péronier fournit enfin dans la moitié supérieure de la jambe les branches se rendant aux muscles de la jambe; les branches des petits muscles du pied se détachent sur le dos du pied.

Il faut rappeler en outre que les branches nerveuses se ramifient dans le tissu musculaire en fibrilles de plus en plus ténues qui forment des plexus — mais chaque neurone, considéré isolément, se termine dans une fibre musculaire. Là, il se dépouille de sa gaine de myéline et le cylindraxe lui-même s'effiloche en éléments finement entortillés et pourvus d'extrémités renflées en massue; ce sont, comme on les appelle, les plaques motrices terminales. Toute fibre musculaire possède au moins une plaque terminale de ce genre.

B. *A l'état pathologique.*

Qu'arrive-t-il maintenant quand un nerf moteur périphérique est sectionné?

a) Cliniquement, on observe ce qui suit: La fonction du nerf intéressé est supprimée — il se produit une paralysie musculaire, le tonus musculaire disparaît, une atrophie musculaire en est fréquemment la conséquence et se manifeste généralement quelques semaines après la section. L'atrophie s'aggrave si le muscle est distendu. C'est ce dernier fait qu'il importe énormément d'avoir présent à l'esprit; si, en effet, dans les sections nerveuses — qu'elles aient été suturées primitivement ou secondairement — nous n'employons pas des appareils qui détendent le muscle, l'état s'aggrave en raison même de cette atrophie surajoutée. Du reste, ce n'est pas seulement le muscle paralysé qui s'atrophie sous l'influence de la surdistension. *Biesalski* et *Tilmann* (cités par *Küttner*) ont montré qu'un muscle normal, maintenu pendant un certain temps en hyperextension, peut s'atrophier au point de perdre la moitié de son volume. Non seulement les tractions exercées par les antagonistes sains contribuent à l'atrophie des muscles paralysés, mais elles peuvent déterminer aussi des attitudes par contracture et si ces attitudes se prolongent un certain temps, il en résulte le plus souvent des rétractions de la capsule entourant les articulations, de sorte que si nous ne prenons pas des mesures de précaution en temps voulu, nous risquons, après une lésion nerveuse, de nous trouver en présence de conséquences très fâcheuses; et ces conséquences peuvent à leur tour contraindre une interven-

tion qui, *cacteris paribus*, aurait bien des chances d'amener un bon résultat. En même temps que le tonus musculaire s'évanouit et qu'une atrophie naissante s'établit, on voit disparaître la sensibilité à la douleur provoquée par la pression contre le muscle. Pour finir, les réflexes font défaut — aussi bien les cutanés que les tendineux ou les périostés. Toutefois, ce dernier phénomène peut également se produire avec une simple contusion du nerf.

Si la paralysie existe depuis longtemps, il survient souvent des troubles trophiques cutanés, voire des ulcérations dues peut-être à la suppression fonctionnelle des capillaires par suite de la lésion des nerfs sympathiques.

Au point de vue de l'excitation électrique, la section des nerfs périphériques a pour premier effet de rendre le muscle incapable de se contracter sous l'influence du courant faradique. Puis, la contraction produite par le courant galvanique change de caractère: elle devient paresseuse et vermiforme, alors qu'elle était avant vive et rapide comme l'éclair. Un mois environ après la section d'un nerf, le courant galvanique perd à son tour ses capacités d'action. En même temps que les phénomènes précités, la formule habituelle de l'excitation électrique des muscles se trouve, comme on ne l'ignore pas, renversée. Normalement, en effet, on obtient à la cathode une contraction musculaire au moment de la fermeture du circuit, même si le courant est faible; par contre, à l'anode, il faut un courant plus fort pour obtenir une contraction au moment où l'on ferme le circuit. Après une section nerveuse, c'est l'inverse qui s'observe, en ce sens que maintenant, lors de la fermeture du circuit, il faut, pour obtenir une contraction avec l'excitation à la cathode, un courant plus fort qu'avec l'excitation à l'anode.

Enfin, comme symptômes sensitifs, on constate une perte de la sensibilité en rapport avec les lésions des fibres sensitives du nerf.

b) Les altérations pathologiques qui font suite à la section d'un nerf moteur périphérique peuvent se diviser en phénomènes de dégénérescence et phénomènes de réparation. Dans le bout périphérique, le cylindraxe et la gaine de myéline dégéné-

rent entièrement jusqu'aux ramifications intramusculaires; les plaques motrices terminales sont elles-mêmes frappées de dégénérescence. La gaine de Schwann est plus résistante: elle se maintient vivace pendant longtemps et rend ainsi possible la prolifération nerveuse du cylindraxe appartenant au moignon central du nerf. Dans la gaine de Schwann, les cellules prolifèrent énergiquement, prennent un caractère phagocytaire et contribuent à faire disparaître les vestiges du cylindraxe dégénéré. L'extrémité supérieure du bout périphérique se tuméfie, par suite d'une néoformation de tissu conjonctif, et produit un »gliome«.

Dans le bout central apparaissent, d'une part, des phénomènes de dégénérescence, car un certain nombre de cylindraxes disparaissent sur une étendue plus ou moins grande, et, d'autre part, des phénomènes de réparation, car les cylindraxes prolifèrent énergiquement dans la direction périphérique, en même temps que se développe un nouveau tissu conjonctif destiné à les soutenir; il en résulte un épaississement du bout central, un »névrome«, ainsi qu'on l'appelle. S'il n'existe qu'un faible écart, les deux moignons du nerf peuvent se souder et les cylindraxes trouver leur chemin vers les gaines de Schwann périphériques dont les cylindraxes ont dégénéré. Dès ce moment malheureusement, le tissu conjonctif du nerf présente une tendance à se scléroser, ce qui est une menace bien grave pour la progression des cylindraxes. Sur les coupes histologiques, on voit donc en pareil cas, les cylindraxes du bout central faire de vains efforts pour se frayer une voie: ils se recourbent, ils serpentent, souvent même — »de désespoir«, comme on serait tenté de le dire — ils ramènent leurs extrémités renflées en massue dans une direction centrale.

L'existence de ce processus sclérosant oblige d'aviver les extrémités nerveuses, quand il s'agit d'exécuter une suture nerveuse secondaire.

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, le cylindraxe du bout périphérique dégénère intégralement jusqu'aux fibres musculaires. D'après les expériences animales de *Bocke* (cité par *Foerster*), les fines fibrilles terminales sont déjà difficilement colorables au bout d'une journée, elles se tuméfient et dégèrent;

par contre, les plaques motrices se maintiennent quelque temps encore. La dégénérescence des fibres sensitives et sympathiques des fibres musculaires marche de pair avec la dégénérescence des éléments moteurs.

Chez l'homme, la dégénérescence des éléments nerveux ne serait entièrement accomplie qu'au bout de plusieurs mois.

Quant à la dégénération des ultimes ramifications du bout périphérique, elle se produit seulement quand le cylindraxe du bout central s'est frayé sa longue voie à travers les gaines encore vivaces de Schwann; on voit alors se constituer à nouveau de fines ramifications nerveuses et des plaques motrices terminales, soit en leur ancienne place, soit en des places nouvelles. Au début, ces nouvelles plaques motrices ont des formes irrégulières et bizarres; ce n'est qu'avec le temps qu'elles prennent le type habituel.

Si nous voulons maintenant résumer ce qui précède, nous pouvons dire qu'après la section d'un nerf périphérique, une réunion *per primam* des cylindraxes est impossible, quand bien même on a exécuté une suture primitive du nerf. Les cylindraxes et les branchements terminaux du bout périphérique doivent être remplacés en totalité par de nouveaux cylindraxes provenant du bout central. Par la suture primitive du nerf sectionné, on obtient naturellement que la barrière cicatricielle et scléreuse soit moins prononcée, mais le résultat fonctionnel terminal peut néanmoins être bon, même dans le cas où l'on doit »se contenter« d'une suture nerveuse secondaire. Bien plus, les expériences de *Kilvington* (cité par *Foerster*) tendent à montrer qu'un certain laps de temps écoulé avant l'exécution d'une suture nerveuse peut même devenir une condition avantageuse, vu que pendant ce temps le terrain se trouve déblayé des cylindraxes dégénérés du bout périphérique. Les expériences de *Kilvington* consistaient à couper le nerf médian — il n'est pas dit sur quels animaux — puis, au bout d'un an, à couper le nerf cubital; le moignon central de ce dernier nerf était alors uni au moignon périphérique, maintenant totalement dégénéré, du médian; en même temps le bout central, toujours vivace, du médian était, après avivement, suturé au bout périphérique,

également divisé, du nerf cubital. Or, la dégénération du cubital prenait plusieurs mois de plus que celle du médian.

Qu'on puisse du reste exécuter la suture nerveuse secondaire avec un résultat favorable même après plusieurs années, est un fait qu'ont observé divers opérateurs (*Kennedy, Spitzky, Erlacher, Tillaux* etc., cités par *Foerster*). Toutefois, on doit constamment se rappeler que, même si l'on parvient à »ressusciter« le bout périphérique, l'atrophie musculaire a fait dès ce moment d'énormes progrès et souvent, il s'est développé des attitudes avec contracture dont il est désormais impossible de triompher. Bien plus, les cellules motrices des cornes antérieures ont pu s'atrophier par suite d'une trop longue inaction.

III. NATURE DES LÉSIONS NERVEUSES

Un nerf moteur peut perdre sa conductibilité à la suite des lésions les plus variées — aussi bien par leur nature que par leur intensité. Une pression d'origine extérieure peut affaiblir ou même, à l'occasion, supprimer cette faculté: tantôt il s'agira d'une violence s'exerçant brusquement, par exemple, à l'occasion d'un coup ou d'une pression d'une certaine durée — telle est notamment la compression d'un nerf par le bord d'une table opératoire pendant la narcose, en raison de la position vicieuse donnée au bras du patient endormi —; tantôt il s'agira d'une pression de longue durée — telle est, par exemple celle que provoque une masse de tissus cicatriciels ou les éléments d'un cal. Mais la pression peut être encore d'origine intérieure et provenir du nerf lui-même, en conséquence de la formation d'un hématome organisé dans le tissu conjonctif du nerf.

Quand la pression est constante et d'une certaine intensité, elle est capable d'aboutir à des altérations nerveuses visibles et les éléments du nerf peuvent s'atrophier. Dans quelques cas, à la suite d'un traumatisme de courte durée, on a parfois le droit de supposer qu'il s'agit simplement d'une commotion moléculaire.

Mais il n'y a pas que les pressions qui soient capables de léser un nerf; il y a encore les tractions, dont les fâcheuses con-

séquences résultent tantôt de la distension du cylindraxe (ou de quelque effet analogue), tantôt de la distension du cylindraxe (ou de quelque effet analogue), tantôt des ruptures vasculaires avec hématomes et lymphomes consécutifs.

La lésion nerveuse est naturellement d'un caractère plus grave, si le tissu nerveux a été sectionné ou déchiré par une violence extérieure telle qu'en produisent les instruments tranchants, les fragments de verre, les machines, ainsi que les éclats de balle ou de grenade.

Suivant la nature de la lésion, on observera donc tous les degrés dans l'affaiblissement des fonctions nerveuses: depuis la paralysie dissociée, quand une partie seulement de la coupe transversale du nerf a été atteinte, jusqu'aux paralysies totales, quand toutes les voies de la transmission nerveuse ont été interrompues.

IV. TRAITEMENT ORTHOPÉDIQUE DES ÉTATS CONSÉCUTIFS AUX BLESSURES NERVEUSES

Quand il s'agit de la lésion d'un nerf périphérique, on a généralement besoin d'appareils orthopédiques de soutien pour le traitement aussi bien préparatoire que post-opératoire du blessé. Il est malheureusement de règle qu'on ne se rend pas compte de cette nécessité. — Le plus souvent on se borne à conseiller au patient une mitella, puis on l'envoie suivre un traitement physiothérapique. Nous devons pourtant ne jamais perdre de vue qu'il y a trois inconvénients graves à éviter: 1) la surdistension des muscles paralysés et, comme conséquence, l'aggravation de l'atrophie; 2) les contractures faisant suite à la rétraction des antagonistes et 3) les raideurs articulaires. D'autre part, on n'a pas le droit non plus de se tenir pour satisfait quand on a libéré le membre de tractions fâcheuses et qu'on l'a placé dans une attitude déterminée, mais immuable. Il faut en effet que les muscles disposent d'un certain jeu, si l'on tient à leur garder une élasticité relative. C'est pour cette raison qu'on ne placera jamais d'appareils inamovibles, mais qu'on associera le traitement soulageant les muscles au traitement

physiothérapique (massage, thérapeutique d'exercices, électricité).

Dans ce qui suit, nous allons brièvement passer en revue les principes qui règlent la confection des appareils dans les différentes paralysies.

Pour la paralysie du nerf radial, nous nous servirons d'une attelle qui non seulement maintiendra l'articulation du poignet et les articulations métacarpophalangiennes dans la rectitude (ou bien, au poignet, en légère extension), mais qui de plus maintiendra le pouce en abduction et dans une direction rectiligne; au besoin il faut « armer » le pouce d'une attelle spéciale. Dans son ensemble l'attelle ne doit pas dépasser le coude; on exerce en effet et l'on soulage le mieux possible le triceps en laissant le membre supérieur fléchir librement au niveau du coude et retomber ensuite de son propre poids.

Dans la paralysie du nerf médian, il est d'une grande importance d'éviter toute traction aux muscles thénars, chargés des mouvements d'oppositions des doigts. A l'exemple de *Froment* et de *Wehrlin*, on y réussit en pourvoyant le pouce d'un doigtier qui le maintient dans la rectitude; par une traction élastique, on l'attire en outre vers et au-dessus de la paume de la main, afin qu'il puisse mieux s'opposer aux autres doigts. La traction élastique prend appui sur le côté cubital d'une manchette de cuir antibrachiale entourant l'avant-bras.

Avec une paralysie du nerf cubital, l'objectif principal est de contrecarrer la tendance des doigts à former la griffe. On y parvient en plaçant la face postérieure de la main sur une attelle qui maintient les doigts légèrement fléchis au niveau des articulations métacarpophalangiennes, mais dans une direction rectiligne au niveau de leurs autres articulations.

Si le nerf médian et le nerf cubital sont simultanément paralysés, il s'agit de fixer la main de telle sorte que les doigts soient maintenus fléchis dans leurs trois articulations, car, avec cette paralysie combinée, c'est justement l'impossibilité de fléchir les doigts qui menace le blessé.

Dans la paralysie du nerf musculocutané, on peut employer, pour une fois, cette mitella, si maudite le reste du temps, car

elle soulage les fléchisseurs du membre supérieur en maintenant le coude fléchi.

Dans la paralysie du nerf axillaire, on placera le membre supérieur sur une attelle mettant l'articulation scapulo-humérale en abduction.

Avec les paralysies du plexus, naturellement, l'appareil répondra aux indications résultant des nerfs blessés. Une attelle donnant l'abduction n'en est pas moins toujours indiquée. La main peut ainsi recevoir l'attitude qui lui convient, quelle que soit la nature de la parésie.

En cas de paralysie du péronier, il suffit, dans les formes légères, de prescrire une botte avec semelle et talon plus élevés du côté externe. Pendant la nuit, le pied sera inclus dans un appareil qui le placera en valgus, afin de réaliser une sur-correction de l'attitude pathologique.

La paralysie du nerf tibial indique l'emploi d'une attelle de nuit; on fixe ainsi le pied en forte extension. Durant la journée, le blessé peut porter un appareil enveloppant le pied, de même que la jambe, en plaçant le pied en légère extension.

Avec une paralysie du sciatique, on peut utiliser, durant le jour, un appareil enveloppant le pied et lui donnant une extension d'environ 15°; un appareil de nuit maintiendra le pied dans la même attitude.

Dans la paralysie du nerf fémoral, il convient de s'opposer à la prépondérance des fléchisseurs du genou au moyen d'un appareil de nuit plaçant le membre dans une attitude rectiligne ou, tout simplement, en plaçant un sac de sable sur le genou. Au besoin, on appliquera un bandage sur le genou, afin de le maintenir dans la rectitude quand le patient se lève et quand le grand fessier de même que le triceps fémoral sont incapables d'assurer la statique du membre inférieur.

Outre le traitement orthopédique que nous venons d'esquisser, on doit, ainsi du reste que nous l'avons dit précédemment, mettre également en oeuvre les moyens physiothérapeutiques; on attachera surtout une extrême importance à la thérapeutique d'exercice et au massage, afin de contrebalancer l'atrophie musculaire. Mais, comme le réclame *Foerster*, on doit attacher

une importance non moins grande au traitement électrique, surtout pendant la période qui suit une intervention chirurgicale ayant porté sur le nerf. *Foerster* estime qu'on doit provoquer des contractions musculaires aussi énergiques que possible au moyen du courant galvanique. Les électrodes seront placées de telle sorte que le courant traverse, autant que possible, le muscle paralysé dans sa totalité: donc aux deux extrémités du ventre musculaire. Les électrodes doivent être très larges et l'on conseille l'emploi de courants de 15 à 30 milliampères. Le circuit ne doit être fermé qu'un instant. Les séances d'électricité ne seront pas trop longues; elles pourront au besoin ne durer que quelques minutes, avec une pause de 10 à 15 secondes entre les diverses fermetures du circuit.

Si les réactions contractiles du muscle à l'égard du courant galvanique sont fort affaiblies, *Foerster* recommande les «effleurages»: on passe rapidement le bord de l'électrode le long du ventre musculaire en partant de l'extrémité supérieure du muscle. Tantôt c'est la cathode, tantôt c'est l'anode qui agit le mieux. La place de l'électrode indifférente variera suivant le degré d'action qu'on en obtient. La force du courant sera de 20 milliampères.

Si le muscle répond à l'excitation faradique, *Foerster* conseille d'y recourir également — au besoin même d'en combiner l'emploi avec celui de l'excitation galvanique.

Le passage du courant électrique à travers le muscle n'a pas seulement pour effet d'entretenir la capacité contractile des fibres musculaires; il peut encore développer la «conductibilité» du nerf. C'est pour cette raison que, dans le traitement consécutif aux opérations portant sur les nerfs, on doit faire passer le courant dans le nerf lui-même au niveau de la région où il fut lésé.

V. INTERVENTIONS CHIRURGICALES QUI PEUVENT SE PRATIQUER DANS LES LÉSIONS DES NERFS MOTEURS PÉRIPHÉRIQUES

Avant d'énumérer ces diverses interventions, il convient tout d'abord d'énoncer et de justifier quelques principes généraux.

La question qui se pose en premier lieu est la suivante: L'anesthésie sera-t-elle générale ou locale?

La plupart des chirurgiens neurologistes semblent préférer l'anesthésie générale, car ainsi l'opérateur a les mains libres et peut modifier son plan opératoire suivant les circonstances. De plus, l'anesthésie locale est parfois suivie d'hémorragies secondaires qui risquent de compromettre le résultat à cause des adhérences éventuelles qui viendront à se former.

De même, la plupart des chirurgiens sont d'accord pour déconseiller la bande d'Esmarch; son emploi expose également aux hémorragies secondaires, à l'intérieur comme à l'extérieur du nerf, et cette éventualité contraindrique l'application de la bande élastique.

L'incision cutanée doit être placée de telle sorte que des adhérences ne puissent se développer ultérieurement entre la cicatrice et le nerf; par conséquent, dans la mesure du possible, il faut recourir à des incisions en forme d'arc ou de volet.

Les instruments, cela va presque de soi, ont besoin d'être délicats et aussi peu traumatisants que possible; donc, pas de pinces à mors dentés, pas de ciseaux et ainsi du reste.

On a souvent besoin d'une loupe stérilisée. De même, on doit toujours avoir sous la main un explorateur électrique en forme d'électrode effilée. Les instruments et autres moyens exigés par une suture vasculaire seront toujours prêts. Enfin on a parfois besoin d'une petite seringue à injection, avec une fine canule, et d'une solution physiologique de chlorure de sodium, pour la manœuvre de l'infiltration de *Hofmeister*, manœuvre qui a pour but d'amener la coupe transversale à s'épanouir et de faciliter ainsi la reconnaissance et l'isolement des différentes voies nerveuses dans tous les cas où l'on peut avoir à le désirer (Neurolyse interne).

Quant à la façon d'exécuter l'intervention elle-même, on conseille de se rapprocher du foyer de la lésion nerveuse en partant des deux côtés, c'est à dire d'un point situé en amont et d'un point situé en aval de la lésion, et de cheminer ainsi le long du tronc nerveux intact. Le nerf doit être manipulé avec autant de précautions que possible et l'on doit s'appliquer à

obtenir une hémostase rigoureuse aussi bien des hémorragies du voisinage que des hémorragies provenant du nerf lui-même. Naturellement, on se servira de pinces à forcipressure dont les mors seront extrêmement fins.

Après ces remarques sur la manière générale de se conduire, nous pouvons passer aux interventions chirurgicales qui visent les différentes sortes de lésion nerveuse.

Le cas le plus simple est celui d'un nerf récemment sectionné; il s'agit, par conséquent, d'exécuter une suture nerveuse primitive. Mais, pour qu'elle réussisse, il faut que certaines conditions se trouvent remplies. Entre les moignons nerveux, l'écart ne doit pas être tel que la suture courre le risque d'être distendue. Il ne faut pas non plus que les extrémités nerveuses soient repliées; il convient évidemment de suivre le conseil de *Stoffel*, et de veiller à ce que les sections transversales du nerf soient suturées *in situ*. Les chirurgiens américains qui ont fait la guerre et, parmi les autres observateurs, *Pierre Marie* et *Meige*, insistent beaucoup sur cette recommandation. *Foerster*, par contre, estime que les cylindraxes du bout central s'accroissent et s'avancent en tel nombre qu'ils soient parfaitement capables de trouver eux-mêmes leur chemin vers les gaines périphériques de Schwan, maintenant vides. En tout cas, on ne fera jamais mal de tenter une suture *in situ*. — C'est pour cette raison qu'à une certaine distance des surfaces de section, on placera un fil de fixation, un de chaque côté de la ligne de suture, fil qui n'étreindra que le seul périnèvre. Après qu'on les aura noués, les sections transversales doivent être régulièrement affrontées. Pour mettre les extrémités nerveuses dans des rapports mutuels exacts, on peut se guider sur les stries longitudinales du nerf et, au besoin, sur ses branches latérales.

Pour la suture on emploie du catgut très fin ou de la soie. La nature du fil n'importe guère. On place deux sutures à points séparés sur le périnèvre, mais elles ne devront pas être trop éloignées des surfaces de section; il faut éviter notamment de produire une inversion des bords du périnèvre.

Quand la section n'est plus de date récente, alors se pose la question d'une suture secondaire. En ce qui concerne la

suture proprement dite et l'affrontement régulier des moignons nerveux l'un contre l'autre, la technique est la même, mais, avant de l'appliquer, il faut aviver les extrémités nerveuses, afin d'enlever la barrière de tissu conjonctif qui s'est formée et qui détermine parfois un renflement en massue des bouts sectionnés (le »névrome« central et le »gliome« périphérique).

Le moignon nerveux est fixé entre deux fines pinces, qui ne mordent que le périnèvre, et l'on sectionne alors le moignon avec un fort et gros bistouri — par exemple, un couteau à transplantation —; il s'agit en effet d'éviter tout »sciage« qui léserait le nerf. Les surfaces de coupe doivent être bien perpendiculaires à l'axe du nerf. On a quelque peine à juger de l'étendue qu'on doit réséquer sur chaque moignon. Si l'on enlève trop peu, on s'expose à ce qu'il reste une barrière de tissu cicatriciel. C'est ici que la loupe rendra service en permettant de reconnaître l'aspect des surfaces de coupe. On donne le conseil d'attendre un instant avant de passer à l'inspection des surfaces de coupe: le dessin que figurent éventuellement les voies nerveuses ressort ainsi d'une manière plus apparente (*Stoffel*). C'est du bout central qu'on doit exciser le plus gros fragment. L'opération achevée, on conseille de faire reposer la ligne de suture dans une manchette de tissu adipeux — qu'on aura transplantée sans pédicule (*Foerster*) — ou bien de la recouvrir d'un lambeau aponévrotique. Certains ont employé le péritoine de veau préparé à la formaline (*Stoffel*).

Mais que faire si l'écart entre les moignons nerveux est trop considérable? Pour remédier à l'écart existant, on peut dans certains cas a) donner au membre une attitude convenable, afin d'éviter la distension de la ligne de suture. En d'autres circonstances on peut essayer d'allonger le nerf et, à cette fin, b) libérer le nerf sur une certaine étendue. Ou bien encore, suivant le conseil de *Babcock*, on a la ressource de c) déplacer le nerf un peu plus vers la face antérieure du membre, ce qui est possible pour les nerfs de l'avant-bras. C'est ainsi qu'à l'occasion le nerf radial peut être amené en avant de l'humérus, que le nerf cubital peut être placé en avant de l'épitrôchlée et qu'à l'avant-bras, le nerf médian peut être extrait de sa situation

profonde pour être placé en avant du chef superficiel du rond pronateur. Avec ces moyens, on arrive à gagner plusieurs centimètres. Parmi les autres procédés, mentionnons les suivants: d) étirer les deux extrémités nerveuses en deux temps; dans le premier temps, — après libération des moignons nerveux et mobilisation prudente du nerf —, les deux moignons sont fixés et, autant que possible, de manière à ce qu'ils puissent se recouvrir l'un l'autre. Les fils de suture sont placés dans la portion terminale renflée en massue des moignons, portion qui du reste sera sacrifiée ultérieurement, quand on avivera le nerf en vue de la suture. Comme nous venons de le dire, il est avantageux que les moignons se superposent l'un à l'autre, pour que nous ne soyons pas obligés d'être trop parcimonieux quand les extrémités nerveuses seront plus tard avivées. On obtient la fixation la meilleure en donnant du même coup une attitude convenable aux articulations voisines. La plaie est alors fermée et, une semaine plus tard, commencent les exercices d'extension, de manière à gagner environ 10° tous les deux jours. Quand le membre est devenu rectiligne, on exécute le second temps; celui-ci consiste en l'avivement des moignons nerveux et la suture nerveuse secondaire. On immobilise ensuite le membre pendant quelques semaines en donnant aux articulations une attitude appropriée; — le grand ouvrage du Ministère de la Guerre Américain conseille deux semaines; *Jones, Foerster* et d'autres jugent pourtant nécessaire une immobilisation de six semaines.

Mais que faire si ces méthodes ne conduisent pas au but — s'il persiste un écart de 4 à 5 c. qu'on ne parvient pas à combler? Dans ce cas, une idée se présente tout naturellement à l'esprit: chercher à obtenir l'union des moignons par la prolifération des cylindraxes centraux vers le segment périphérique. La première tentative, un peu grossière, de ce genre fut exécutée en 1886 par *Assaky* (cité par *Foerster*): ce chirurgien plaça un fil de catgut entre les extrémités sectionnées pour »inviter« les cylindraxes à progresser le long de ce fil. Toutefois, ce procédé n'a point d'avenir, étant donné que le tissu cicatriciel ne tarde pas à constituer une insurmontable barrière.

On se heurte à la même difficulté dans e) la tubulisation, un procédé qui cherche à diriger la croissance des cylindraxes au travers d'un tube: tube d'os décalcifié, artère de veau, tube de magnésium, tube d'agar ou tube formé avec le fascia lata; du tissu conjonctif vient en effet s'insinuer dans le tube, afin de résorber le corps étranger, et l'on obtient comme unique résultat la formation d'un tissu cicatriciel scléreux.

On n'a pas atteint non plus de bons résultats en essayant d'unir les deux extrémités nerveuses sectionnées par f) l'interposition d'un fragment de muscle ou par g) une neuroplastie au moyen d'un lambeau nerveux — intervention calquée sur l'allongement autoplastique des tendons — car, en pareil cas, naturellement, on lèse les voies nerveuses.

Sur le terrain expérimental, de même qu'en pratique, on a obtenu des succès en interposant dans l'espace qui sépare les moignons h) un transplant libre formé d'un fragment de nerf. On a utilisé un nerf moteur provenant d'un moignon frais d'amputation, voire d'un cadavre. On a souvent tenté la transplantation d'un nerf sensitif et, dans plusieurs cas, avec succès. *Foerster* se servit de nerfs sensitifs appartenant aux patients eux-mêmes, par exemple, du nerf cutané interne de l'avant-bras ou de la branche cutané du nerf musculocutané, du nerf tibial (nerf cutané interne de la jambe) et du nerf péronier (nerf cutané externe de la jambe). Suivant l'épaisseur du nerf sectionné, les fragments sensitifs étaient insérés sous forme d'un petit faisceau comprenant de deux à quatre fascicules nerveux et répondant par sa longueur à l'écart, qui était en général de 4 à 6 c. *Foerster* en obtint de bons résultats. Ceux qui mentionne l'ouvrage publié par le Ministère de la Guerre Américain sont beaucoup moins encourageants. Quand, par la suite, les chirurgiens américains furent amenés à réviser l'état des nerfs, ils trouvèrent en règle générale un tissu cicatriciel absolument imperméable au niveau du transplant. Les bons résultats de *Foerster* dépendent peut-être de son très énergique traitement électrique ultérieur. *Gosset* (cité par Mme *Bénisty*) signale de bons résultats avec l'interposition de nerfs sensitifs et *Küttner* conseille aussi la transplantation de fragments libres empruntés à des nerfs sensitifs.

Quand l'écart était trop considérable, on a également tenté i) l'implantation du nerf paralysé dans un nerf sain ou inversement. A cet égard on a utilisé plusieurs procédés: ou bien 1) l'implantation totale; le nerf paralysé est alors suturé à un nerf sain, les surfaces de section étant exactement adossées l'une à l'autre; ou bien 2) l'implantation partielle qui possède plusieurs modalités: tantôt le nerf paralysé est implanté dans un nerf sain (sensitif), tantôt un rameau musculaire sain tout entier ou bien un faisceau détaché d'un nerf sain est implanté dans le nerf paralysé (moteur). Ces différents procédés furent utilisés notamment par *Stoffel* qui partait de sa théorie relative à la disposition régulière et constante des voies motrices sur la section transversale d'un nerf. *Stoffel* excisait quelques centimètres d'une voie formellement indispensable dans le nerf sain et à ce niveau il implantait le bout périphérique du nerf paralysé en l'ensevelissant sous le périnèvre. *Foerster* a exécuté des interventions analogues, mais il admet qu'on peut tranquillement implanter le nerf paralysé, sans se préoccuper de la place où on le met, à la condition pourtant que, sur le nerf sain, on évite de pénétrer dans le segment, long de 4 à 5 c., qui est situé au-dessus du point de départ des branches musculaires importantes. Ainsi que nous l'avons dit précédemment, *Foerster* estime qu'on ne peut soutenir la théorie de *Stoffel* sur la constance de la topographie intérieure d'un nerf — abstraction faite de quelques segments d'une faible étendue le long des nerfs; il fait pourtant observer qu'il n'est pas prudent d'inciser à une profondeur supérieure au tiers de la coupe transversale d'un nerf.

Comme exemples de ces implantations partielles, on peut citer les suivants: 1) implantation de la branche musculaire d'un nerf radial sain (celle qui se rendait au long chef et au chef externe du triceps) dans le nerf musculocutané paralysé (*Foerster*); 2) implantation du bout périphérique du nerf axillaire paralysé dans un nerf médian sain; 3) implantation du nerf péronier paralysé dans un nerf tibial sain.

Foerster et, entre autres, les rédacteurs du travail publié par le Ministère de la Guerre Américain attachent la plus

grande importance aux implantations totales, »end to end«, du nerf sain dans le nerf paralysé. Comme exemple, on peut citer l'implantation d'un nerf accessoire sain dans un nerf facial paralysé, quand la paralysie est vraisemblablement d'origine intracrânienne. Le trapèze est lui-même innervé tout à la fois par le nerf accessoire et par une branche du plexus cervical.

Dans l'ouvrage du Ministère de la Guerre Américain, on cite encore un procédé applicable aux blessures simultanées du nerf médian et du nerf cubital (voir fig. III).

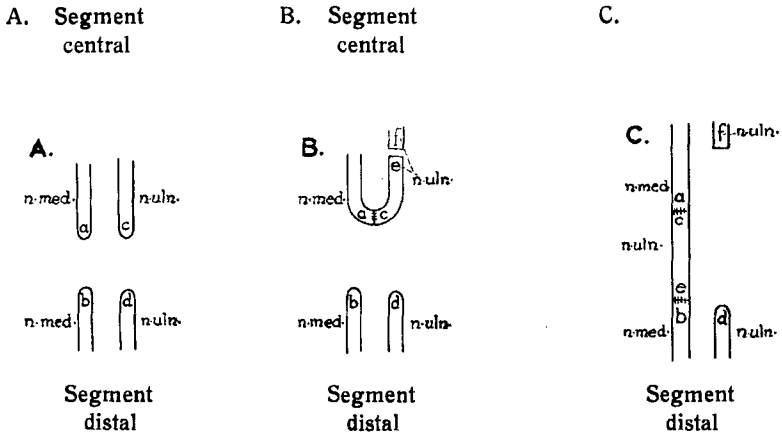


Fig. III.

Implantation totale d'un nerf dans un autre pour lésion simultanée du nerf médian et du nerf cubital, avec large écart des extrémités nerveuses. Le nerf cubital est sacrifié en faveur du nerf médian en raison de l'importance fonctionnelle plus grande de ce dernier.

La technique opératoire ressort des fig. A—B—C.

Quand les circonstances s'y prêtaient spécialement, on s'est servi avec succès du moignon central de nerf blessé et, après l'avoir avivé, on l'a implanté dans le muscle lui-même; c'est ce qu'on appelle j) l'implantation nerveuse directe en tissu musculaire. Comme exemple, nous citerons l'implantation directe du nerf musculocutané dans le biceps (*Foerster*). Le nerf fut fendu

en deux : une moitié se rendait à la longue portion du biceps et l'autre à la courte portion.

Pour finir, il nous reste à signaler une méthode qui peut trouver son emploi quand il existe un écart trop considérable entre les moignons du nerf.

k) Raccourcissement de l'os lui-même. S'il s'agit des nerfs du membre supérieur, on conseille dans la chirurgie de guerre américaine de raccourcir l'humérus dans son tiers inférieur, afin de ne pas léser le nerf radial, s'il est intact. Avant d'entreprendre la suture nerveuse, on immobilisera les extrémités osseuses à l'aide d'une gouttière ou d'agrafes.

Quant aux résultats fournis par plusieurs des méthodes que nous venons de mentionner, il en sera question plus loin.

Dans ce qui précède, nous avons parlé de cas où il existe une solution de continuité du nerf moteur ; mais, de temps à autre, on observe une suppression de la conductibilité en raison du tissu cicatriciel qui s'est formé autour ou bien à l'intérieur du nerf ; la continuité de ce nerf persiste néanmoins. En pareil cas, l'intervention principale est la neurolyse soit externe, soit interne. Naturellement, on rencontre aussi des cas mixtes dans lesquels une section partielle est associée à une cicatrice extra-ou intranerveuse, mais les règles de la suture demeurent les mêmes que précédemment.

La neurolyse externe est indiquée lorsque le nerf est enseveli, totalement ou partiellement, dans un tissu cicatriciel qui le comprime. L'opération peut être extrêmement laborieuse soit à cause des adhérences aux vaisseaux voisins, soit à cause du tissu cicatriciel d'une dureté souvent ligneuse. La neurolyse interne s'exécute quand l'intérieur même du nerf a subi des transformations cicatricielles. Dans l'une et l'autre opération la règle principale est de commencer des deux côtés de la cicatrice, en tissu nerveux sain. Au cours de ces interventions, on a constamment besoin de son électrode en forme d'aiguille et, dans quelques cas aussi, de la loupe et de la seringue à injection pour la manoeuvre de l'infiltration de *Hofmeier*, manoeuvre qui permet d'isoler et de reconnaître les différentes voies nerveuses.

Après ces opérations, on conseille encore de protéger le nerf avec une enveloppe de fragments adipeux, une manchette de tissu adipeux (*Foerster*) ou du péritoine de veau (*Stoffel*). Au bout de quelques semaines d'immobilisation, on commence un énergique traitement post-opératoire avec mouvements, électricité et massage — exactement comme après la suture nerveuse et les opérations anastomotiques.

VI. INDICATION ET CONTRE-INDICATIONS. TRAITEMENT ULTÉRIEUR

1) La suture nerveuse primitive doit être exécutée toutes les fois qu'après une blessure par un corps tranchant, on constate une paralysie musculaire, à la condition pourtant que la plaie ne soit que peu ou pas infectée. Mais la partie n'est nullement perdue si, pour une raison ou une autre, on ne peut exécuter la suture nerveuse primitive. C'est en effet le lieu de nous rappeler que les cylindraxes doivent d'abord mourir dans le bout périphérique, afin que les cylindraxes venus du bout central puissent y trouver place. Il n'en est pas moins vrai — on le comprend sans peine — que la suture nerveuse primitive offre de grands avantages. Premièrement et en règle générale, on n'a besoin d'aucun ou que d'un léger avivement des extrémités nerveuses; on n'a donc pas à redouter l'écart des moignons et la tension consécutive des sutures. Secondement, on n'expose pas les muscles à cette atrophie prononcée qui les atteindrait, s'ils demeureraient trop longtemps isolés de leur centre médullaire. Troisièmement enfin, on évite les contractures.

2) Les interventions exploratrices avec suture secondaire (éventuellement aussi les opérations ayant pour but de remédier à l'écart des extrémités nerveuses) ou la neurolyse s'exécutent a) dans tous les cas de paralysies musculaires qu'on peut supposer dues à la lésion d'un nerf moteur périphérique, qu'il s'agisse d'une section, d'une contusion, d'un broiement avec lacérations ou d'une plaie par arme à feu.

Le moment le plus favorable pour une intervention secondaire est, d'après *Foerster*, au bout de six mois; c'est le

terme également indiqué par Mme *Bénisty*; le travail du Ministère de la Guerre Américain exige neuf mois. On peut voir d'heureux résultats même après plusieurs années; ils dépendent alors, naturellement, de l'état des muscles, des contractures éventuelles etc... Pour se rendre compte si les germes pathogènes sont encore virulents, quelques-uns conseillent d'opérer le massage de la cicatrice pendant un certain temps: s'il ne se produit aucune réaction, on peut tranquillement exécuter l'intervention.

Mais une intervention exploratrice est également commandée en cas de b) douleurs vives consécutives à la lésion d'un nerf périphérique, quand bien même les paralysies seraient en voie d'amélioration. Une neurolyse peut être alors indiquée. La même opération serait encore de mise en cas de c) troubles trophiques prononcés, même si la paralysie s'est améliorée. Parmi les troubles trophiques, on doit comprendre les affections cutanées, une hyperhydrose gênante, les ulcérations trophiques.

Ainsi que nous l'avons déjà signalé, le traitement orthopédique au moyen d'un appareil prévenant la distension des muscles paralysés est d'une grande importance et, surtout en vue d'une intervention secondaire, on ne doit pas le négliger. Toutefois, on peut être embarrassé pour décider quel est le genre d'appareil qui convient le mieux en prévision d'une suture secondaire — par exemple, en cas de lésion du nerf axillaire, un appareil avec abduction s'oppose à l'atrophie du muscle deltoïde, mais l'appareil en adduction diminue l'écart entre les bouts de la section nerveuse.

Comme contre-indication absolue de toute intervention portant sur les nerfs on peut citer: 1) l'infection — quand il existe, par exemple, des fistules voisines —. C'est seulement après que le processus inflammatoire se sera éteint et le sera demeuré pendant un laps de temps de six à huit semaines qu'on pourra tenter l'intervention.

- 2) les altérations cicatricielles graves des muscles.
- 3) les contractures avec ankylose.

Parmi les contre-indications relatives (ou provisoires), on peut nommer: 1) Les contractures qui sont uniquement dues

aux tractions des antagonistes. Dans ce cas pourtant, les attitudes vicieuses doivent être corrigées ou mieux sur-corrigées avant l'opération visant le nerf — soit par une correction progressive suivant le procédé de *Momson*, soit par des déplacements ou des autoplasties intéressant les tendons (par exemple, dans la paralysie du radial) ; 2) les rétractions de la capsule articulaire; celle-ci, cela va sans dire presque, doit être également assouplie avant l'opération.

En cas de pseudarthrose, la suture nerveuse secondaire s'exécute en même temps que l'ostéosynthèse, mais l'intervention débute par cette dernière et s'achève par la suture nerveuse.

Nous avons parlé plus haut (chap. IV) du traitement ultérieur. Ici nous nous bornerons à observer, qu'à l'exemple de *Foerster* et de *Stoffel*, l'immobilisation dans une gouttière ou le plâtre doit se prolonger pendant six semaines environ. Puis, on commencera le massage, les cures d'exercices et le traitement électrique — qu'il est parfois nécessaire de prolonger pendant plusieurs années, afin de maintenir les muscles en état de fonctionner jusqu'au jour où le nerf se trouve régénéré. A la suite de *Foerster*, on accorde une grande importance au traitement électrique; nous en avons déjà indiqué les principes dans notre chap. IV à propos du traitement préparatoire en vue des interventions portant sur les nerfs périphériques. Les appareils destinés à relâcher les muscles et prévenir ainsi les attitudes vicieuses seront au besoin maintenus pendant longtemps.

VII. RÉSULTATS

Pour apprécier les résultats des interventions portant sur les nerfs périphériques, on doit se baser, avec *Foerster*, sur le moment où reparaissent les mouvements musculaires volontaires. En ce qui concerne les résultats de la suture secondaire, *Foerster* nous apprend que, parmi ses opérés, les contractions volontaires reparurent au plus tôt deux semaines, au plus tard, seize mois après la suture. D'autres chirurgiens indiquent un an, voire plusieurs années, avant que la fonction se soit rétablie. D'après *Foerster*, le temps qui s'écoule avant la réapparition

des mouvements volontaires est en règle générale de cinq mois. Relativement à sa manière de juger les résultats, *Foerster* fait observer qu'en parlant de »guérison«, il entend que tous les muscles dépendant du nerf lésé peuvent de nouveau fonctionner avec une bonne force. Par »amélioration«, il entend que certains muscles — les autres pas encore — ont récupéré leur action ; tel serait le cas, par exemple, d'une paralysie du médian, lorsque le court abducteur du pouce ne fonctionnerait pas au moment où l'on apprécie le résultat.

Foerster ne tient compte que des mouvements musculaires volontaires et non des effets de l'excitation électrique, du retour plus ou moins prononcé de la sensibilité ou du degré de l'atrophie musculaire. Il qualifie de »mauvais résultats« les cas où l'on ne découvre, après cinq mois, aucun indice de contractions musculaires volontaires.

D'après *Foerster*, les mauvais résultats sont attribuables soit à l'infection, provenant parfois de germes »assoupis« dans le champ opératoire, soit à l'étendue insuffisante de l'avivement des extrémités nerveuses lors d'une suture secondaire. On peut encore incriminer la rupture de la suture en conséquence de mouvements intempestifs du malade dans la période qui suit l'enlèvement des appareils. La compression exercée par du tissu cicatriciel peut aussi jouer un rôle. Parmi les causes possibles, il faut citer encore: une dégénérescence ascendante qui finit par atteindre les cellules motrices des cornes antérieures de la moelle épinière, — quand la suture siégeait fort près d'un plexus —, la perte éventuelle des capacités de prolifération des cylindres, quand la blessure frappe un nerf en un point très éloigné de la moelle épinière. Mais il importe toujours au plus haut point que les muscles demeurent capables de fonctionner — c'est à dire, qu'on ne soit pas obligé d'attendre trop longtemps pour exécuter la suture secondaire (six mois est l'intervalle le plus favorable). Avec une attente trop prolongée, les cellules motrices des cornes antérieures de la moelle peuvent, comme nous l'avons dit, s'atrophier à leur tour.

Stoffel et d'autres, ainsi que nous l'avons signalé précédemment, attachent une grande importance à ce que les coupes

transversales du nerf, lors de la suture, soient convenablement orientées l'une par rapport à l'autre. Cette condition est également l'objet d'une grande insistance de la part de Mme *Bénisty* et du grand ouvrage américain sur la chirurgie de guerre.

Le caractère surtout moteur que le nerf peut présenter par places joue naturellement aussi un rôle. *Foix* (cité par Mme *Bénisty*) émet l'opinion que les résultats généralement favorables de la suture du nerf radial dans ses parties moyenne et inférieure sont dus à ce que ce nerf émet ses rameaux sensitifs à une grande hauteur, tandis que, pour le cubital et le médian, les fibres motrices et sensitives demeurent associées et cheminent tout le long de ces nerfs jusqu'à leur terminaison.

Nous emprunterons les chiffres suivants aux tableaux de *Foerster* concernant les résultats des différents auteurs :

Résultats de la suture nerveuse.

Résultats de la suture nerveuse.

Auteurs	Nombre des cas	Guérisons	Améliorations	Mauvais résultats
<i>Foerster</i>	370	55 %	42 %	3 %
<i>Stoffel</i>	127	23 %	36 %	38 %
<i>Stracker</i>	147	13 %	62 %	25 %
<i>Spielmeyer</i>	100	23 %	36 %	41 %

Envicagés d'après les différents nerfs, les résultats qu'indique *Foerster* sont les suivants :

	Nombre des cas	Guérisons
nerf musculocutané	22	86.4 %
nerf axillaire	16	81.2 %
nerf péronier	16	62.5 %
nerf tibial	10	60.0 %
nerf radial	109	56.0 %
nerf cubital	64	44.0 %
nerf médian	83	41.0 %
nerf sciatique	44	34.0 %

Le nombre des opérés est certainement très varié; aussi, comme l'observe *Foerster* lui-même, on ne peut comparer les résultats qu'avec certaines réserves.

Toutefois on est d'accord, semble-t-il, pour admettre que la suture du nerf sciatique donne de mauvais résultats et qu'après celle du cubital la restauration fonctionnelle des interosseux fait souvent défaut. La restauration fonctionnelle des muscles thénars est également rare après la suture du nerf médian.

Le pourcentage total des guérisons et améliorations est de 97 % dans la série des opérés de *Foerster*. Ces merveilleux résultats, *Foerster* les attribue lui-même à la rigueur qu'il apportait dans l'avivement très soigneux des extrémités nerveuses, dans la minutieuse adaptation de la ligne de suture, dans une immobilisation de six semaines, ainsi que dans un long et méticuleux traitement ultérieur, notamment par l'électricité.

La durée moyenne du temps que prirent les patients de *Foerster* pour guérir fut de 26 mois, donc environ deux ans. La guérison la plus précoce se montra au bout de 4 mois, la plus tardive après 40 mois, donc trois bonnes années.

Un point fort important est de déterminer le moment favorable en vue d'une opération secondaire. Nous avons dit plus haut que *Foerster* considère un intervalle de six mois comme le meilleur. En révisant ses observations, ce chirurgien a constaté qu'après dix mois d'attente, le pourcentage des guérisons diminue très notablement. Ce fait est confirmé par d'autres auteurs: *Ranschburg*, *Stracker*, *Lehmann* (cités par *Foerster*).

Nous avons parlé précédemment du résultat des interventions dans lesquelles il fut possible de pratiquer la suture nerveuse. Nous allons parler maintenant du résultat des différentes opérations qui furent exécutées lorsque l'écart des extrémités nerveuses était trop considérable pour permettre une suture.

a) La méthode de la tubulisation n'a donné de résultats favorables que chez un petit nombre de blessés et dans les cas seulement où l'écart était de 2 à 3,4 c. au plus (*Foerster*).

b) L'implantation de tissu musculaire suivant le procédé de *Moskowitz* n'aurait donné, même dans les 5 cas de son auteur, qu'une légère amélioration. Ce procédé, ainsi que le précédent, ne promet donc pas beaucoup (d'après *Foerster*).

c) La transplantation de fragments nerveux à l'état frais (autoplastie) fut employée par *Foerster* dans 21 cas: 5 fois sur

le nerf radial, 4 fois sur le nerf médian, 11 fois sur le nerf cubital et 1 fois sur le nerf axillaire. Dans 19 cas le chirurgien se servit des nerfs sensitifs du patient lui-même, 1 fois du rameau du triceps et 1 fois d'un segment du nerf axillaire. L'écart variait de 3 à 6 c.

Sur les 5 autoplasties du radial, on comptait 1 guérison après 25 mois, 2 améliorations après 11 mois, 1 amélioration légère après 8 mois et 1 résultat nul après 10 mois.

Sur les 4 autoplasties du médian, il y eut 1 guérison après 14 mois et 1 amélioration après 12 mois; dans le troisième cas, il se produisit une infection; quant au quatrième patient, on le perdit de vue.

Sur les 11 autoplasties du cubital, on obtint 2 guérisons au bout de 5 à 6 mois, 8 améliorations après 12 mois; — le onzième cas est excepté de la série, parce que l'écart et la transplantation ne portaient pas sur la totalité de la coupe transversale; en tout cas, ce patient présenta une amélioration au bout de 11 mois.

Le dernier cas, celui où le nerf axillaire fut uni à un fragment pris au nerf lui-même en un autre point donna une guérison au bout de 28 mois.

Au total, les 21 cas d'autoplastie fournirent 5 guérisons, 12 améliorations, 2 mauvais résultats; 2 malades échappèrent à une observation ultérieure.

A l'extrême opposée, par rapport à ces résultats encourageants, se trouvent les 60 cas de transplantation nerveuse que mentionne le travail du Ministère de la Guerre Américain: les bons résultats sont bien peu nombreux. Ces interventions, il est vrai, se répartissent entre les divers chirurgiens neurologistes chargés des blessés de guerre; de plus, il n'est point question du traitement post-opératoire et les examens ultérieurs ne furent pas conduits suivant un plan uniforme. Comme nous l'avons mentionné plus haut, les chirurgiens neurologistes américains manifestent une préférence pour l'extension du nerf en deux temps. Le travail en question ne fournit pas non plus de statistique concernant l'ensemble des cas.

d) L'implantation. Ici nous trouvons tout d'abord: 1) l'im-

plantation totale avec adossement des surfaces de coupe l'une à l'autre. Entre les mains de *Foerster*, c'est le procédé qui a donné les meilleurs résultats: dans 6 cas de paralysie faciale d'origine centrale, il unit le bout central du nerf accessoire sectionné au bout périphérique du nerf facial sectionné. Dans les 6 cas, les résultats furent satisfaisants: amélioration ou guérison.

Mais 2) l'implantation descendante partielle, dans laquelle un rameau musculaire sain du triceps fut implanté dans le nerf musculocutané donna également un résultat remarquable. On observa de même un bon résultat — la guérison — après l'implantation du nerf axillaire paralysé dans un nerf médian sain, c'est à dire en exécutant 3) l'implantation partielle ascendante, suivant le procédé de *Foerster*, et sans se préoccuper de la topographie intérieure du nerf. Ce procédé donna encore un bon résultat chez un blessé dont le nerf péronier paralysé fut implanté dans le nerf tibial.

e) L'implantation directe du nerf dans le muscle fut exécutée par *Foerster* 21 fois: 4 fois dans le territoire du radial, 3 fois dans celui du médian, 2 fois dans les muscles innervés par le musculocutané, 1 fois dans le territoire du péronier, 1 fois dans celui du tibial, 1 fois dans celui du crural, 1 fois dans le biceps fémoral, 1 fois dans le grand fessier. Dans tous ces cas les résultats furent encourageants. Nous reproduisons ici le tableau de *Foerster*.

Nerf radial.

Implantation directe dans le long supinateur: guérison au bout de 5 mois.

Implantation directe dans l'extenseur commun des doigts: guérison au bout de 3 mois.

Implantation directe dans l'extenseur commun des doigts: amélioration au bout de 9 mois.

Implantation directe dans les chefs externe et moyen du triceps: guérison au bout de 3 mois.

Nerf médian.

Implantation directe dans le rond pronateur: guérison au bout de 4 mois.

Implantation directe dans le court abducteur du pouce et dans le chef externe du court fléchisseur du pouce: guérison au bout de 5 mois.

Implantation directe dans le court abducteur du pouce et dans le chef radial du court fléchisseur du pouce: guérison au bout de 8 mois.

Nerf musculocutané.

Implantation directe dans la courte et la longue portion du biceps: guérison au bout de 6 mois.

Implantation directe dans la courte et la longue portion du biceps: guérison au bout de 4 mois.

Nerf péronier.

Implantation directe dans le tibial antérieur et dans le long extenseur des orteils: guérison au bout de 15 mois.

Nerf tibial.

Implantation directe dans les chefs du gastrocnémien: guérison au bout de 10 mois.

Implantation directe dans la longue portion du biceps fémoral: guérison au bout de 8 mois.

Nerf crural.

Implantation directe dans le droit antérieur et le vaste externe de la cuisse: guérison au bout de 5 mois.

Nerf fessier inférieur et nerf honteux interne.

Implantation directe dans le grand fessier: guérison au bout de 9 mois.

Ces résultats sont vraiment pleins de promesse.

En ce qui concerne la neurolyse, les résultats se classent de la manière suivante d'après les chiffres de *Foerster*:

La neurolyse externe fut exécutée 127 fois avec 116 guérisons (environ 92 %), 9 améliorations et 2 résultats nuls.

La neurolyse interne fut exécutée 52 fois avec seulement 19 guérisons (environ 35 %).

La neurolyse interne, combinée à une suture partielle, fut pratiquée 9 fois avec 6 guérisons et 3 améliorations.

Ranschburg (cité par *Foerster*) exécuta la neurolyse interne 247 fois avec 42.4 % d'améliorations et la neurolyse interne combinée à une suture partielle 56 fois avec 37.5 % d'améliorations.

Chez les opérés de *Foerster* le temps qui s'écoula entre l'intervention et la guérison fut, pour la neurolyse externe, d'environ 9 mois, pour la neurolyse interne seule ou combinée à la suture partielle, d'environ 18 mois.

RÉSUMÉ

Si nous résumons maintenant ce que la littérature médicale étrangère nous a enseigné, nous voyons que notre chirurgie a le devoir de se montrer plus active à l'égard des lésions périphériques des nerfs. Dans toutes les plaies par instruments piquants ou tranchants, notre attention doit se fixer sur la possibilité d'une lésion nerveuse et, s'il est nécessaire, nous devons exécuter la suture primitive, en nous conformant au précepte de rétablir exactement les extrémités nerveuses dans les rapports qu'elles avaient antérieurement.

Si la crainte d'une infection nous oblige à différer l'intervention, nous veillerons à ce qu'un appareil orthopédique rationnel s'oppose à l'atrophie musculaire et aux contractures amenant des attitudes gênantes. Le moment le plus favorable pour une intervention secondaire est six mois après la lésion, mais alors même qu'un temps plus long se serait écoulé, nous devons exécuter une intervention exploratrice dans tous les cas de paralysie supposée due à la blessure d'un nerf moteur périphérique, puis d'après les conditions existantes, exécuter soit une suture secondaire, soit une neurolyse; en cas de besoin, on combinerait même les deux interventions.

Si les extrémités nerveuses sont distantes l'une de l'autre, on peut, ou bien s'adresser aux opérations qui cherchent à obtenir l'allongement des nerfs (suture en deux temps), ou bien à quelque une des autres méthodes: refoulement du nerf vers un plan plus antérieur, interposition d'un nerf sensitif, implantation d'un nerf dans un autre ou bien, dans les cas s'y prêtant spécialement, implantation d'un moignon nerveux central, mais bien vivant, dans le tissu musculaire lui-même.

On doit ensuite appliquer un appareil dans une attitude qui détende les muscles; cet appareil sera conservé pendant 6 semaines. Au bout de ce temps, on entreprendra un traitement ultérieur et prolongé — durant des mois ou des années, s'il le faut — avec thérapeutique d'exercices, massage et surtout électricité (le courant galvanique de préférence).

Les résultats merveilleusement bons qui furent atteints par *Foerster*, entre tous, sont encourageants au plus haut point et justifient pleinement une thérapeutique chirurgicale active dans les lésions des nerfs périphériques.

SUMMARY

If we now sum up what the foreign literature has taught us we find that we ought to be more active in our surgery with regard to lesions of the peripheral motor nerves. We should be particularly attentive to nerve lesion in the case of punctures and laceration and suture primarily, complying with what is laid down as to turning the nerve ends into their proper relation with one another.

Should danger of infection necessitate postponement, we must endeavour to counteract muscle atrophy and distressing contracted positions. The most favourable time for secondary operation is six months after the lesion; but even if a longer time has elapsed, we should operate exploratively in all cases of paralysation after presumed lesion of peripheral motor nerves and then according to circumstances make a secondary suture, neurolysis or even a combination of these.

If there is diastase between the nerve ends we may either resort to the nerve-prolonging operations (suture in two stages) or try one of the other methods: moving the nerve forward into a more frontal plane or interpose sensitive nerve, implant nerve or, in especially suitable cases, implant central viable pieces of nerve in the muscular tissue itself.

Bandaging ought to extend over six weeks in a position devoid of strain, after which there must be energetic and long-continued after-treatment, if necessary every day for years, with exercise, massage and especially electricity (preferably galvanic).

The astonishingly good results achieved in particular by *Foerster* appear to be very encouraging and demonstrate the warrantability of active surgical for lesion of the peripheral nerves.

ZUSAMMENFASSUNG

Fassen wir nun zusammen was die fremde Literatur uns hier gelehrt hat, resultiert hieraus, dass wir in unserer Chirurgie mit Rücksicht auf die Läsionen der periferen motorischen Nerven mehr aktiv sein sollten. Wir müssen unsere Aufmerksamkeit genau auf Nervenläsionen bei allen Stich- und Schnittläsionen richten und primär suturieren, indem wir den Vorschriften die Nervenenden im richtigen Verhältnis zueinander zu drehen folgen.

Wenn wir durch Infektionsgefahr genötigt sind den Eingriff aufzuschieben, müssen wir dafür sorgen durch orthopädische Bandagierung lege artis der Muskelatrophie und genierenden Kontrakturstellungen entgegenzuarbeiten. Der günstigste Zeitpunkt für sekundäre Eingriffe ist $\frac{1}{2}$ Jahr nach der Läsion, aber selbst wenn längere Zeit vergangen ist, müssen wir bei allen Fällen von Lähmung nach vermuteter Läsion eines periferen motorischen Nerven einen explorativen Eingriff machen und dann dem Befinden nach eine sekundäre Suture, Neurolyse oder event. eine Kombination dieser Eingriffe ausführen.

Ist zwischen den Nervenenden Diastase vorhanden, kann man

sich entweder für die nervenverlängernden Operationen entscheiden (Sutur in 2 tempi) oder eine der anderen Methoden versuchen: die Nerven nach vorne in mehr frontale Ebene zu verschieben oder Interposition des sensitiven Nervens vorzunehmen, Implantation von Nerven in Nerven — oder in besonders geeigneten Fällen: Implantation von central lebensächtigen Nervestumpf im Muskelgewebe selbst.

Es muss in entlastender Stellung 6 Wochen Bandage angelegt werden; hierauf muss eine energische langdauernde Nachbehandlung durchgeführt werden — event. Jahre hindurch — mit Übungstherapie, Massage und besonders Elektrizität (vorzugsweise galvanischer Strom). Die überraschend guten Resultate, die vor allem Foerster erreichte, scheinen im höchsten Grad aufmunternd zu sein, und beweisen die Berechtigung einer aktiven kirurgischen Therapie bei Läsionen der periferen Nerven.

INDICATIONS BIBLIOGRAPHIQUES

- Abrahamsen*: »Om Læsion af Armnerver«, Ugeskrift f. Læger 1922, Bd. 84, Nr. 13.
- Babcock, Wayne*: »A standard technique for operations on peripheral nerves«, Surg. Gynec. a. obstetric. Bd. 45, Nr. 3.
- Bénisty*: »Traitement et restauration des lésions des nerfs«, Chirurgie de guerre, Masson, Paris, 1917.
- Buquet*: »Plaies des nerfs« La pratique de la chirurgie de guerre, Vigot frères, Paris, 1916.
- Foerster*: »Handbuch der Neurologie, Ergänzungsband 2, 1929.
- Jones*: »Orthopædic surgery of injuries«, Vol. II, 1921, London.
- Küttner*: »Die Chirurgie der perif. Nerven«, Archiv für klin. Chirurgie, 1931.
- v. Mering*: »Lehrbuch der inn. Medizin«.
- Sencert*: »Evolution et réparation des plaies des nerfs«, Chirurgie réparatrice et orthopédique, Masson, 1920, Paris.
- Stöhr*: »Lehrbuch der Histologie«.
- Testut*: »Traité d'anatomie humaine«, 1930.
- »The medical Department of the United States army in the world war«, Vol. XI, Surgery, part I, 1927.
- Vulpus et Stoffel*: »Orthopædische Operationslehre«, Stuttgart, 1920.
-