

résonnateur est unipolaire, de relier l'une ou l'autre des électrodes à son extrémité libre : le circuit se ferme à travers l'atmosphère. On peut aussi (auto-conduction) utiliser l'énorme puissance inductive de ces courants en les faisant agir à distance sur le corps humain, qui dans ce cas peut être assimilé à une masse métallique parcourue par des courants de Foucault. Ces applications générales, indirectes, à distance, peuvent être réalisées au moyen de deux dispositifs instrumentaux; le premier en date est, en principe, ainsi conçu : un solénoïde, en fil de cuivre de fort diamètre, est enroulé autour d'une carcasse en bois de dimension telle que le patient puisse aisément se tenir debout, assis ou couché dans l'intérieur. Dans ces conditions le malade est parcouru par un courant induit très énergique et, en le touchant avec un excitateur, on fait jaillir de son corps une multitude de petites étincelles. Le second dispositif tend à assimiler le sujet à l'une des armatures d'un condensateur, l'autre armature étant représentée par une lame métallique de même hauteur et de même largeur que le corps en expérience. Chacune des deux armatures, lame métallique et être vivant, sont mises en rapport avec les armatures externes des condensateurs de l'appareil; à chaque étincelle éclatant entre les masses polaires, un flux alternatif prend naissance dans le corps du sujet, flux dont les effets sont similaires à ceux qu'on obtient avec le premier dispositif du grand solénoïde.

Ces deux procédés sont donc pratiquement équivalents. La durée d'une séance d'auto-conduction varie de dix minutes à une heure.

Les applications locales se font au moyen d'excitateurs reliés au résonnateur de façon diverse : balai à fils métalliques, pointes, boules, d'où s'échappent de puissants effluves. Ces excitateurs sont nécessairement pourvus d'un manche isolant tenu en main par l'opérateur. Pour les cavités et lorsqu'il s'agit de provoquer une légère excitation, on utilise (Oudin) un excitateur engainé dans un tube de verre; les étincelles jaillissent à travers le verre impuissant, sous une faible épaisseur, à isoler des courants d'un aussi haut potentiel.

Dans toutes les applications générales ou locales des courants à hautes fréquences, l'énergie du courant est aisément réglée en augmentant ou en diminuant l'intensité du courant primaire d'une part, d'autre part, en diminuant ou en augmentant la longueur de l'étincelle de décharge par le rapprochement ou l'éloignement des déchargeurs.

Applications électrolytiques. — Ces applications ont pour but une modification des tissus vivants limitée à une petite surface, en utilisant les phénomènes d'ionisation, de décomposition chimique des tissus que nous avons brièvement indiqués plus haut. Au moyen d'aiguilles implantées dans les tissus on arrive à condenser les acides au positif, les bases au négatif et à produire ainsi une cautérisation chimique dont l'énergie varie avec l'intensité du courant employé. La substance saline qui domine dans les tissus mous du corps humain étant le chlorure de sodium, c'est l'acide chlorhydrique au pôle positif, la soude caustique au pôle négatif qui entrent en action. Ajoutons que ces corps, se présentant à l'état naissant, sont doués d'une activité spéciale.

Si les aiguilles employées sont constituées par un métal inattaquable, platine ou or, les effets électrolytiques se bornent à cette double cautérisation par l'acide chlorhydrique d'une part, par la soude caustique d'autre part; mais, si le métal des aiguilles est attaqué par ces substances, une action plus complexe se produit (électrolyse interstitielle).

Prenons des aiguilles de cuivre par exemple; l'acide chlorhydrique du positif va attaquer ce métal en produisant un oxychlorure de cuivre soluble qui viendra imprégner et modifier les tissus dans lesquels elles sont plongées; de même pour des aiguilles de fer, d'argent, etc. On a utilisé dans certains cas ces phénomènes de solubilisation des électrodes.

Les applications électrolytiques sont monopolaires ou bipolaires : l'un ou l'autre pôle sont employés. On conçoit que parfois on recherche la cautérisation basique, molle, du négatif; que, d'autres fois, la cautérisation acide, sèche, dure, rétractile du positif soit préférable. En ce cas une électrode indifférente, constituée par une large plaque métallique recouverte d'une substance spongieuse conductrice, est placée sur le tégument dans le voisinage de l'aiguille active.

Dans les applications bipolaires il n'y a plus d'électrode indifférente, mais bien deux pôles actifs représentés par deux aiguilles implantées dans les tissus. L'intensité du courant, sa durée varient avec chaque application. Nous nous réservons de donner plus loin à ce sujet des indications plus précises.

Électro-diagnostic. — A l'état normal, un muscle strié soumis à un choc faradique ou galvanique répond à cette excitation par une contraction. Que ce muscle ou que le nerf moteur correspondant soient lésés et on voit cette contraction être plus ou moins modifiée dans sa valeur et dans sa forme. Ces modifications *quantitatives* et *qualitatives* de la contractilité sont assez étudiées aujourd'hui pour qu'on en puisse tirer des conclusions d'une précision absolue dans certains cas, des indications intéressantes dans d'autres cas, si bien qu'il est permis de dire qu'actuellement l'observation complète d'une maladie des nerfs ou des muscles doit comporter parmi les divers éléments du diagnostic et du pronostic l'exploration électro-musculaire. Mais, pour obtenir de cet ordre de recherches des résultats sérieux, il importe que les méthodes d'examen soient fixées, précisées de telle sorte qu'on puisse comparer entre eux les résultats. Rien n'est plus facile actuellement puisque l'introduction des appareils de mesure en électrothérapie nous permet d'opérer dans des conditions définies.

Méthodes d'exploration. — L'exploration électro-musculaire doit être faite autant que possible comparativement entre des muscles sains et des muscles malades. Elle doit aussi toujours, selon nous, débiter par le courant faradique, car, si les contractions faradiques sont normales, on peut être certain que les contractions galvaniques le seront aussi, tandis que la proposition inverse serait inexacte.

Quel que soit le mode d'exploration faradique ou galvanique auquel on s'adresse, il convient de localiser le courant sur le nerf ou le muscle qu'on explore et d'éviter, par la diffusion de l'excitation aux nerfs et aux muscles

voisins, une confusion et une incertitude dans l'observation de la réaction. S'il est facile de réaliser ce desideratum chez l'adulte, cela est, hâtons-nous de le dire, beaucoup moins commode chez l'enfant où l'exiguïté des régions anatomiques, les mouvements incessants du sujet, rendent l'exploration singulièrement délicate. On y arrive pourtant avec un peu d'habitude.

Deux méthodes d'exploration peuvent être mises en usage; l'une, dite bipolaire, utilise deux petits tampons de dimension égale; l'autre, monopolaire, comporte une très large plaque conductrice *indifférente* et un tampon de petite surface, l'*électrode active*.

L'électrode indifférente de la méthode monopolaire est appliquée sur les régions dorsales, lombaires ou sternales tandis que le tampon est placé au niveau des points moteurs d'élection, points qui sont indiqués dans tous les traités spéciaux. Dans la méthode bipolaire les tampons sont mis au contact du muscle ou du nerf, l'un dans le haut du muscle, l'autre au point d'élection. Le courant explorateur doit être progressivement accru par l'engainement de l'induit dans l'inducteur lorsqu'il s'agit du courant faradique, par un collecteur ou un rhéostat quand il est question du courant galvanique. On note à quelle division de la réglette d'engainement apparaît la première contraction faradique sollicitée au moyen d'interruptions lentes; on note également le nombre de milliampères nécessaires pour déterminer la contraction galvanique minima en mettant en œuvre un courant descendant. Puis on inverse la polarité des tampons et on interroge de nouveau le muscle au moyen du courant ascendant.

En même temps qu'on constate à quelle intensité apparaît la contraction minima, on note la forme de cette contraction qui, normalement, doit être vive, brusque, succédant immédiatement à la sollicitation de l'opérateur. Si, comme il arrive souvent, cette contraction prend une allure traînante, si le temps perdu entre l'excitation et la contraction devient appréciable, c'est qu'il y a un trouble déjà caractérisé de l'excitabilité neuro-musculaire. Du reste l'excitabilité ne peut pas être seulement diminuée ou éteinte, elle peut être aussi accrue, elle peut être troublée qualitativement. Nous allons passer rapidement en revue les cas principaux où l'on observe l'une ou l'autre de ces modifications.

Modifications quantitatives de l'excitabilité. — L'augmentation de la contractilité faradique d'un nerf ou d'un muscle se manifeste par l'apparition précoce de la contraction alors que l'engainement de l'induit sur l'inducteur est incapable de provoquer une réaction dans des muscles sains. Cette contraction croît en valeur plus rapidement que la normale et ne tarde pas à prendre une forme tétanique. Elle s'observe, chez les enfants, dans l'hystérie, l'hémiplégie d'origine cérébrale, la tétanie, l'athétose, la chorée.

L'augmentation de la contractilité galvanique simple, sans modifications qualitatives surajoutées, se traduit par ce fait que la première secousse de fermeture au négatif apparaît avec un courant plus faible que celui qui provoquerait la contraction d'un muscle normal, c'est-à-dire au-dessous de 4 milliampères. Elle s'observe dans les mêmes cas que ceux que

nous venons d'énumérer, et est par conséquent parallèle à l'augmentation de la contractilité faradique. Elle est toutefois souvent beaucoup moins nette et plus difficilement perceptible.

Diminution de la contractilité faradique. — Elle présente une allure précisément inverse de l'augmentation. C'est-à-dire qu'un courant de valeur plus grande que pour une contraction normale est nécessaire pour provoquer une excitation minima. En outre l'énergie de la contraction croît très peu avec la force électromotrice du courant : cette diminution peut être telle qu'on n'observe une faible contraction que vers la limite de tolérance du courant; elle peut aller jusqu'à l'abolition complète de toute contractilité. Elle s'observe dans les *névrites périphériques légères*, les *atrophies abarticulaires*, les *paralysies obstétricales*, la *paralysie faciale légère*, les *paralysies par compressions ou rhumatismales*, les *paralysies diphtériques légères*, les *myopathies progressives*.

La diminution de la contractilité galvanique est également parallèle et se constate dans les mêmes cas.

Réaction de dégénérescence. — Avec cette réaction, définie par Erb, et si intéressante pour le diagnostic et le pronostic des affections neuro-musculaires, nous abordons les modifications qualitatives de l'excitabilité.

Depuis qu'on a soumis des muscles malades à l'électrisation on a constaté que, dans certains cas, les réactions présentaient cette contradiction d'être nulles en présence du courant faradique, tandis que, sous l'influence de faibles courants galvaniques, elles étaient au contraire très fortes. C'est là, en effet, la base de la réaction de dégénérescence telle qu'il me paraît logique de la concevoir et dans laquelle on trouve :

1° Phénomène fondamental constant, l'abolition absolue de la contractilité faradique, quelle que soit l'intensité du courant.

2° Phénomènes accessoires et variables selon la gravité, l'âge de la lésion : réaction galvanique contradictoire, c'est-à-dire tantôt exagération de cette contractilité, tantôt diminution, parfois enfin abolition totale.

En même temps et d'une façon constante modifications qualitatives de l'excitabilité portant sur deux points principaux : A, La contraction négative de fermeture perd la prépondérance qu'elle offre normalement. B, La secousse musculaire devient paresseuse, lente, traînante. On voit que si la DR se comporte simplement en présence du courant faradique, elle présente, au contraire, une complexité singulière en ce qui concerne le courant galvanique. Or, cette complexité n'est qu'apparente si l'on considère que les réactions galvaniques, pour multiples qu'elles soient, ne varient point par l'effet du hasard, mais correspondent à des périodes fixes de la DR. Une DR légère, une DR moyenne, une DR grave se manifesteront par une réaction galvanique différente, il est vrai, mais toujours la même pour chacun de ces cas, ayant pour substratum constant l'abolition de la contractilité faradique.

Il est naturellement très simple de constater l'abolition de la contractilité faradique. Chez les enfants il faut prendre garde de n'être pas induit en erreur par la contraction des muscles voisins ou sous-jacents. Il est aussi facile d'apprécier les modifications quantitatives de l'excitabilité galvanique

qui sont, le plus souvent, très nettes. Un examen superficiel montre qu'une faible intensité suffit à faire contracter les muscles frappés, alors que les muscles sains restent au repos pour le même courant ou, au contraire, qu'il y a une diminution par rapport à la normale.

L'exploration *qualitative* demande un peu plus d'expérience : à l'état sain un muscle interrogé par un choc galvanique (méthode monopolaire) offre son maximum de contraction à la fermeture du négatif ; en cas de DR très légère ou commençante, ce maximum persiste dans les mêmes conditions ; mais pour peu que la lésion s'accroisse le choc galvanique *négligé* de fermeture ne garde plus sa prééminence, le choc galvanique *positif* provoque une contraction équivalente $PoF = NeF$. Dans un stade plus avancé c'est le choc positif qui donne une contraction maxima $PoF > NeF$.

Les phénomènes analogues à ceux qui ont lieu à la fermeture se présentent également pour l'ouverture du courant, c'est-à-dire que la contraction négative d'ouverture, normalement plus faible, devient peu à peu prépondérante. C'est l'ensemble de ces phénomènes qu'on appelle : *Inversion de la formule polaire*. Si donc la formule normale nous donne :

$$NeF > PoF > PoO > NeO$$

la DR nous donne dans son expression complète :

$$PoF > NeF > NeO > PoO.$$

Concurremment avec les inversions plus ou moins accusées, plus ou moins complètes de la formule normale, on perçoit des modifications dans la forme de la secousse musculaire qui n'offre plus l'instantanéité de la contraction, mais bien un temps perdu appréciable qui est aussi une des caractéristiques de la DR.

J'ai proposé, dans mon *Traité d'électricité médicale*, une division en quatre stades de la DR. Cette division est évidemment schématique, les cas ne sont pas tout à fait aussi nets ni aussi tranchés que je les suppose, mais, quoique artificielle, elle donne d'utiles jalons pour établir le pronostic.

Le 1^{er} stade comporte l'abolition de la contractilité faradique avec exagération de la contractilité galvanique.

2^e stade. — Abolition de la contractilité faradique. Exagération de la contractilité galvanique avec inversion commençante de la formule de contraction polaire :

$$NeF = PoF > PoO > NeO.$$

3^e stade. — Abolition de la contractilité faradique. Diminution de la contractilité galvanique avec inversion polaire accentuée et complète :

$$PoF > NeF > NeO > PoO.$$

4^e stade. — Abolition complète de toute contractilité.

Toutes les variations contractiles de la DR que nous venons d'examiner se rapportent exclusivement au muscle. Le nerf moteur, le *primum movens* de la lésion, ne saurait rester en dehors de ces modifications et, en fait, il y participe sous une forme univoque et simple : dans un nerf moteur atteint de DR les deux contractilités faradique et galvanique sont suspendues. Cette

constatation, délicate chez l'adulte, devient presque impossible chez l'enfant ; elle n'a, du reste, cliniquement qu'un intérêt secondaire puisque l'examen du muscle permet d'établir absolument le diagnostic de DR et d'en déduire toute la valeur séméiologique et pronostique.

Réaction de Ghilarducci ou longitudinale. — C'est une réaction qui a des rapports étroits avec la DR, mais qui en diffère sur des points importants.

1^o L'énergie des contractions est de beaucoup supérieure à celle qu'on obtient avec les méthodes ordinaires. 2^o La contraction de fermeture garde sa prééminence. Il n'y a pas d'inversion polaire. Cette réaction s'obtient en plaçant l'électrode excitatrice sur les tendons des muscles à explorer, le pôle indifférent étant situé aussi loin que possible des groupes musculaires malades. Sa signification est la même que celle de la DR de Erb.

Cette dernière s'observe chez l'enfant dans les affections suivantes : la *paralysie infantile*, les *névrites toxiques* (saturnine, alcoolique), les *névrites infectieuses* (bacille d'Eberth, paralysie diphtérique grave), la *paralysie faciale a frigore*.

La constatation de la DR nous permet donc d'affirmer que la lésion qui a déterminé la paralysie siège dans les colonnes grises antérieures de la moelle, dans le nerf moteur qui en émane ou dans les ramifications terminales de ce même nerf. Dans ce dernier cas, la fibre musculaire est toujours secondairement atteinte ; elle est en voie de dégénérescence granulo-graisseuse, même s'il n'y a pas d'atrophie apparente.

Le fait que la DR indique précisément une lésion de la substance grise médullaire ou du nerf moteur a un grand intérêt au point de vue du diagnostic dans certaines maladies des enfants ; les autres symptômes sont parfois insuffisants pour affirmer le diagnostic : dans l'hémiplégie infantile d'origine cérébrale, la paralysie obstétricale, par exemple, l'exploration électrique vient trancher la difficulté en établissant ou non l'existence de la DR.

Mais c'est surtout au point de vue du pronostic que l'exploration de la contractilité électrique devient un élément d'appréciation important.

Nous pouvons déduire de cette exploration, en effet, l'état anatomique du muscle et du nerf, comme si nous avions le tissu malade sous le microscope, puisque nous savons à quelles modifications histologiques correspondent les diverses réactions : voici un membre paralysé, que la paralysie soit légère et fugace, ou grave, ou définitive, rien ne nous l'indique puisque toutes les autres excitations (excitation mécanique, volonté) sont éteintes. Mais pour tirer de l'examen électrique le pronostic intégral qui en découle, il est absolument nécessaire que le diagnostic de l'affection soit établi. Il est bien clair, en effet, que c'est lui qui domine la situation et que, par exemple, le pronostic d'une paralysie infantile ou celui d'une paralysie faciale *a frigore* différeront essentiellement malgré des réactions tout à fait semblables, car nous savons que la lésion de la paralysie faciale est réparable, tandis que celle de la paralysie infantile est définitive. L'électro-diagnostic n'est donc un terrain solide qu'autant que la cause anatomique de la maladie est connue.

Électrothérapie. — *Maladies du système nerveux.* — *Hémiplégie*

d'origine cérébrale. — Maladie de Little. — L'excitabilité faradique est augmentée dans ces maladies, qui ne présentent jamais le syndrome DR. Divers traitements électriques ont été essayés; quelques auteurs disent avoir obtenu de bons effets d'une galvanisation légère (6 à 8 milliampères) des membres atteints, ou d'une faradisation superficielle et peu intense. J'avoue, pour ma part, que je n'ai pas observé, en pareil cas, d'amélioration imputable au traitement, contrairement à ce que j'ai constaté chez les adultes où, au contraire, une électrisation très douce des membres ne paraît pas inutile.

Paralysie infantile. — La lésion anatomique de la polio-myélite antérieure constituant précisément le substratum anatomique de la DR, il va de soi que cette réaction ne fait jamais défaut, même dans les cas les plus légers; mais ce qu'il y a d'intéressant au point de vue du pronostic, c'est que la DR est plus ou moins étendue, frappe plus ou moins de muscles et qu'on peut, d'emblée, par une simple exploration, dire que tel groupe musculaire retrouvera ses fonctions, que tel autre sera définitivement paralysé, etc. L'exploration ne donne des résultats certains qu'à partir du quinzième jour environ; dans l'intervalle qui sépare l'ictus primitif de cette date, la maladie peut évoluer contrairement aux prévisions que déterminerait un examen fait au début. Dans quelques cas, rares à la vérité, cette limite peut être étendue plus loin et la maladie n'atteint sa période d'état qu'après plusieurs semaines.

Il est donc indiqué de corroborer un premier examen par plusieurs autres successifs, avant d'émettre une opinion ferme sur le pronostic.

On trouve alors généralement des groupes musculaires atteints de simples troubles *quantitatifs* de l'excitabilité, c'est-à-dire présentant encore une contraction faradique aussi faible soit-elle; d'autres marquent une DR plus ou moins intense.

L'existence constante de la DR dans la paralysie spinale, aussi limitée qu'elle soit, permet, dans les cas douteux, d'écarter une origine cérébrale de l'affection; les affections cérébrales chez les enfants, nous l'avons vu plus haut, ne donnent jamais lieu à la réaction de dégénérescence; au contraire, la contractilité faradique est presque toujours exagérée. L'exploration de la contractilité permet donc de faire immédiatement le diagnostic avec la maladie de Little ou l'hémiplégie cérébrale.

Il en est de même pour les atrophies musculaires progressives qui, elles non plus, ne présentent jamais chez l'enfant le syndrome dégénératif. Je sais bien que, dans la plupart des cas, l'examen attentif des symptômes présentés par l'enfant, l'état des réflexes, les commémoratifs, permettent d'établir un diagnostic. Il n'en est pas cependant toujours ainsi; on est souvent appelé à éclaircir, au moyen de l'électricité, un diagnostic douteux, car certains cas d'hémiplégie, de névrite ou d'atrophie musculaire limitée, donnent, tout à fait, l'apparence objective d'une paralysie spinale et, inversement, certaines paralysies spinales très étendues affectent l'allure d'une véritable hémiplégie d'origine cérébrale.

Il y a cependant deux affections pour lesquelles l'exploration électrique, à elle seule, ne permet pas toujours d'établir le diagnostic différentiel avec

la paralysie infantile. Je veux parler des paralysies radiculaires obstétricales et des paralysies névritiques. Dans quelques formes graves de la paralysie obstétricale, la réaction de dégénérescence existe, mais la localisation de la lésion, le fait que la paralysie date de la naissance, permettent d'éviter l'erreur. Quant aux paralysies par suite de névrite, elles s'accompagnent de troubles de la sensibilité lorsqu'elles sont assez accentuées pour déterminer la DR.

Si l'exploration électrique est loin d'être indispensable pour établir le diagnostic de la paralysie infantile qui, dans les cas simples, est facile, il n'en est pas de même pour formuler un pronostic; l'étude attentive des réactions électro-musculaires permet seule de dire quels muscles sont définitivement perdus, quels autres peuvent retrouver une partie de leurs fonctions, et enfin quels sont ceux qui vont récupérer complètement leur motilité compromise.

Les muscles atteints peuvent se diviser en quatre groupes: 1° ceux qui répondent encore à l'excitation faradique et galvanique, mais plus faiblement qu'à l'état normal; 2° ceux dans lesquels la réaction de dégénérescence existe, mais partielle; 3° ceux qui présentent la réaction de dégénérescence totale; 4° ceux, enfin, pour lesquels la contractilité électrique directe, complètement abolie, a fait place à la réaction à distance de Ghilarducci.

Si l'on abandonne la maladie à elle-même, qu'observe-t-on? Assez généralement, au bout d'un temps variable, mais qui est toujours assez long, de six à douze mois, les muscles du premier groupe retrouvent leur fonction mais restent plus ou moins atrophés; ceux des trois autres groupes s'atrophient rapidement et sont formellement perdus à tout jamais.

Si, au contraire, on soumet les patients à une électrisation judicieuse et patiente, on assiste à une rénovation rapide des muscles du premier groupe; parmi ceux du second groupe, le plus grand nombre retrouve son fonctionnement, tout en restant un peu plus faibles, un peu moins volumineux que du côté sain; quant aux muscles du troisième et du quatrième groupe, leur atrophie absolue sera enrayée, et, si leur motilité ne revient pas, si, au point de vue fonctionnel, ils ne rendent plus grand service, la déformation du membre reste, tout de même, moins apparente.

Quel est le mécanisme de l'action électrique? Il est bien certain que ce traitement n'a pas la prétention de refaire les cellules des cornes antérieures qui ont été détruites. Mais, autour des noyaux de destruction, il existe une zone de cellules simplement malades, capables de retrouver la santé si on les soigne, et c'est en entretenant, vraisemblablement, le fonctionnement de ces cellules par une excitation artificielle qu'on les soustrait à une atrophie définitive. Il est donc indiqué, même dans les cas les plus graves en apparence, d'électriser les petits paralytiques, et j'ajouterai de les électriser dès le début des accidents. Contrairement à une opinion accréditée, sans motif aucun, dans les ouvrages médicaux, l'expérience a montré qu'on agissait d'autant mieux qu'on intervenait plus tôt; aujourd'hui, tous les électrothérapeutes sont d'accord sur ce point. Ils le sont également sur la modalité électrique à utiliser.