présence pourra amener deux ordres d'accidents : ou bien ces gaz passeront dans la circulation et formeront des embolies

pression de 76 centimètres de mercure. Les expériences de Fernet, de Lothar Meyer, ont été faites d'après le même procédé, c'est-à-dire en faisant bouillir dans le vide le sang artériel de chien additionné de 10 ou 20 fois son volume d'eau exempte de gaz.

D'après Fernet, la moyenne serait en chiffres ronds : 235 centimètres cubes de gaz dissous dans 1000 centimètres cubes de sang; c'est-à-dire 174 centimètres cubes d'oxygène, 4 d'azote et 54 d'acide carbonique. La portion d'acide carbonique combiné et obtenue avec l'acide tartrique a été en moyenne de 185 centimètres cubes. La totalité des gaz dissous et combinés, s'est donc élevée à 420 centimètres cubes.

Lothar Meyer a trouvé que dans le sang il y avait en moyenne (chiffres ronds) : 249 centimètres cubes de gaz dissous dans 1000 centimètres cubes de sang artériel; 150 centimètres cubes d'oxygène, 42 d'azote et 57 d'acide carbonique. Quant à la partie d'acide carbonique combiné et obtenu avec l'acide tartrique, sa moyenne a été de 160 centimètres cubes. La totalité de gaz dissous et combinés s'est élevée à 409 centimètres cubes.

D'après les expériences de Setschenow (gaz obtenus à l'aide de la machine pneumatique à mercure et de l'ébullition dans le vide, à 40 degrés, sans addition d'eau exempte de gaz), la moyenne en chiffres ronds a été de 608 centimètres cubes de gaz dissous dans 1000 grammes de sang artériel; 205 centimètres cubes d'oxygène, 15 d'azote et 387 d'acide carbonique dissous. La moyenne de la portion d'acide carbonique combiné et obtenu par l'acide tartrique a été de 33 centimètres cubes. La totalité des gaz dissous et combinés s'est élevée à 641 centimètres cubes.

Schöffer a fait des recherches ayant pour but de doser les quantités relatives de gaz dans le sang artériel et dans le sang veineux (gaz ramenés par Longuet à 0 degré et à la pression de 76 centimètres); voici les résultats auxquels il est arrivé :

Sang artériel : acide carbonique dissous, 374,6 centimètres cubes, combiné 13 centimètres cubes; oxygène, 203 centimètres cubes azote, 16 centimètres cubes.

Sang veineux : acide carbonique dissous, 415,5 centimètres cubes; combiné, 34,6 centimètres cubes; oxygène, 135; azote, 15.

Le sang veineux contient donc sensiblement plus d'acide carbonique que le sang artériel, et le sang artériel contient plus d'oxygène que le sang veineux (*b*).

(*a*) E. Fernet, *Note sur la solubilité des gaz dans les dissolutions salines, pour servir à la théorie de la respiration* (*Comptes rendus de l'Ac. des sc. de Paris*, 1855, t. XLI; Thèse de la Faculté des sc. de Paris, 1858). — Lothar Meyer, *Die Gase des Blutes* (*Inauguraldissertation der hohen medicinischen Fakultät Wurzburg*). Göttingen, 1857. — Setschenow, *Beiträge zur Pneumatologie des Blutes* (*Sitzungsber. d. Wien. Akad. Naturv.*, Cl. 1859, Bd XXXVI; *Zeitschr. fur rat. Med.*, III, Reibe, Bd X, p. 101, 285. — Schöffer, *Über die Kohlensäure des Blutes und ihre Ausscheidung* (*Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, 1860, Bd XLI, p. 519). — Longet, *Traité de physiologie*, 1858, t. Ier, p. 597.

mortelles, ou bien, s'accumulant dans la poche, ils la feront se rompre sous leur pression. Je sais bien que, formés dans le sang, ces gaz peuvent se résorber; mais comme, au point de vue de la coagulation, il est démontré que le pôle négatif ne joue aucun rôle, en présence de ces dangers probables, je laisserai le pôle négatif en dehors de la tumeur.

Déjà, Tripier (*a*), en 1861, avait montré les avantages qu'il y a à appliquer le pôle négatif à l'extérieur; il recommandait de faire passer par l'aiguille le courant positif seul, tandis que le pôle négatif, correspondant à une plaque métallique plus ou moins large, était appliqué à proximité de la tumeur. Nous suivrons cette méthode et notre pôle négatif sera constitué par une plaque métallique souple, recouverte d'une peau de chamois toujours humide et qu'on placera ensuite sur le côté droit de la poitrine.

Ciniselli a de plus insisté avec raison sur l'intensité du courant et surtout sur son action chimique; il a fixé exactement le nombre des piles et la forme des appareils qui portent le nom de leur inventeur (1).

Des piles.

Nous nous servirons ici de la pile de Gaiffe, que vous connaissez bien et qui présente ce grand avantage que, grâce au manipulateur, on peut augmenter à volonté la force du courant et ramener celui-ci à zéro si cela est nécessaire. Vous

(1) La pile dont se sert Ciniselli est une pile à courant constant, composée de 24 éléments placés sur deux rangs. Les éléments sont formés par deux lames, cuivre et zinc, séparées par une double feuille de papier destinée à s'imprégner du liquide excitateur, qui est une solution d'acide sulfurique au trentième. Un récipient placé au-dessous des éléments est destiné, par l'intermédiaire de plusieurs siphons de verre, à mouiller continuellement les éléments et à maintenir ainsi l'intensité constante du courant. Un autre récipient, placé au-dessous des éléments, reçoit le liquide qui s'écoule.

Pour l'anévrysme de l'aorte, Ciniselli ne se sert habituellement que de 15 à 20 éléments, de façon à produire 2 centimètres cubes et demi de gaz par cinq minutes.

(*a*) Tripier, *Manuel de l'électrothérapie*, 1861.

saisissez facilement l'utilité de ce manipulateur ou collecteur, qui vous permettra, grâce à la graduation, de faire passer successivement le courant sur chaque aiguille sans faire éprouver au malade le choc qui résulterait d'une rupture brusque du courant (1).

Mais le service le plus considérable rendu par Ciniselli, c'est d'avoir fixé d'une manière précise la force chimique du courant. Il nous a dit, en effet, que pour obtenir un résultat favorable, il fallait que la pile à courant constant donnât 25 millimètres cubes de gaz en cinq minutes, en décomposant l'eau acidulée avec un trentième de son poids d'acide sulfurique du commerce. Ici, le voltamètre (2), que Gaiffe a construit d'une façon si ingénieuse, permettra de se mettre

Voltamètre.

(1) La batterie de Gaiffe se compose : 1° de couples d'un nombre variant de 24 à 60, au bioxyde de manganèse et chlorure de zinc enfermés dans une boîte ; 2° d'un collecteur double qui forme le dessus du compartiment réservé aux couples ; 3° d'un galvanomètre ; 4° d'un rhéostat ; 5° des conducteurs excitateurs et accessoires.

Le collecteur est un appareil qui permet de mettre en action le nombre que l'on désire des éléments d'une batterie. Le collecteur double, imaginé par Gaiffe, permet de mettre dans le circuit tout ou partie des couples, de faire travailler tour à tour toutes les parties de la batterie et d'user ainsi les couples régulièrement ; de renverser le courant sans choc voltaïque, c'est-à-dire graduellement ; sans secousse électrique ; il permet aussi de vérifier la batterie sans rien démonter et de reconnaître quels sont les couples en défaut lorsqu'une cause accidentelle en a mis quelques-uns hors de service.

(2) Le voltamètre est formé d'un vase de verre qu'on emplit d'eau acidulée, et par la partie inférieure duquel pénètrent deux fils de platine qu'on met en communication avec la batterie. L'action du courant, en décomposant l'eau plus ou moins vite, produit des gaz qu'on recueille séparés ou mélangés à l'aide des cloches divisées.

Le voltamètre, qui montre directement l'action chimique du courant, serait un instrument très commode s'il ne nécessitait pas une suite d'observations assez longues pour en faire connaître et régler l'intensité, et s'il ne fallait pas faire à ses indications des corrections de température et de pression atmosphérique.

Pour le rendre aussi commode que possible, Gaiffe a surmonté les cloches divisées de ses voltamètres de robinets et d'aspirateurs à l'aide desquels on fait remonter facilement le liquide au 0 de la division avant chaque opération.

dans des conditions identiques à celles que prescrit Ciniselli.

Cet appareil, comme vous le voyez, se compose d'un tube de verre contenant de l'eau acidulée : les deux pôles de la pile arrivent au fond du tube, qui présente à la partie supérieure une graduation permettant de juger la quantité de gaz produite dans un laps de temps donné. On pourra donc, soit en augmentant le nombre des piles, soit en se servant de cet appareil décrit en physique sous le nom de *rhéostat* (1), et

(1) Jusqu'à présent les batteries n'étaient munies, comme appareil de graduation, que de collecteurs plus ou moins ingénieux à l'aide desquels on pouvait seulement faire varier la tension et l'intensité du courant simultanément et proportionnellement.

Pour permettre de faire varier la tension et l'intensité du courant séparément, Gaiffe a ajouté à son collecteur double un rhéostat de 40 000 unités, qui est placé non en dérivation, comme cela se fait en Allemagne, attendu qu'avec cette disposition le rhéostat sert simplement de vernier au collecteur et ne permet pas d'atteindre le but indiqué plus haut, mais en résistance dans le circuit même.

La tension étant proportionnelle au nombre des couples et l'intensité étant le produit de la tension du courant divisé par la résistance, on comprend facilement que, si on fait varier, à l'aide du rhéostat, la résistance du circuit sans changer le nombre des couples, on modifiera seulement l'intensité en conservant la même tension ; on comprend ainsi qu'il suffira, lorsqu'on voudra changer la tension, de faire varier l'intensité, de changer le nombre des couples, et de maintenir l'intensité à la valeur voulue, encore à l'aide du rhéostat dont on changera la résistance jusqu'à ce que le galvanomètre indique cette intensité.

Pour réaliser un rhéostat qui remplit les conditions de résistance, de poids et de volume convenables pour les besoins médicaux, Gaiffe a remplacé les fils ordinairement employés, qui sont chers, lourds et prennent beaucoup de place lorsqu'on arrive à de grandes résistances, par de petits bâtons d'une matière demi-conductrice qui n'est affectée sensiblement ni par le passage du courant, ni par la température.

Le *galvanomètre* de la batterie de Gaiffe, au lieu de porter une échelle divisée en degrés du cercle, échelle qui prend des valeurs différentes avec chaque instrument et ne permet pas de faire des expériences comparatives, est divisé exprimentalement en fractions d'unités de l'Association britannique. Il donne par simple lecture l'intensité du courant et permet, par conséquent, de doser aussi facilement son action chimique qu'on dose, à l'aide de la balance, les produits qui entrent dans la composition des médicaments.

Un courant qui dévie l'aiguille du galvanomètre de 1 degré donne, à peu de chose de près, par électrolyse de l'eau, 1 millimètre cube de gaz mélangé par minute, à la température de 0° et à la pression de 760 millimètres.

qui permet d'accroître ou de diminuer la force du courant, on pourra, dis-je, régler la marche de l'électricité de façon à obtenir bien exactement les conditions signalées par le médecin de Crémone.

Des aiguilles.

Messieurs, nous avons passé en revue la nature du courant, son intensité et la pile qui doit le fournir ; il nous reste à nous occuper d'une question importante : celle des aiguilles. Elles doivent être fines, et Ciniselli et Anderson insistent avec raison sur ce point ; de plus, pour éviter autant que possible l'action caustique du courant positif, on doit les envelopper dans leur partie supérieure d'un enduit protecteur. Tout le monde paraît d'accord sur cette nécessité ; le même accord règne sur la nature du métal dont est constituée l'aiguille ; elle est en fer doux, ce qui lui permet de ne pas se briser en pénétrant à travers la tumeur.

Pour le métal, la petite expérience faite au début de cette leçon montre l'utilité de la présence du fer. Vous avez vu, en effet, le nuage produit dans la solution albumineuse à l'extrémité de l'aiguille positive présenter une coloration brune qui dépend de la présence d'un sel de fer, probablement d'un chlorure de fer ; or, ces chlorures, comme tous les sels de fer, peuvent avoir une certaine action sur la coagulation et nous ne devons pas repousser cet élément de succès.

Lorsque les aiguilles sont plongées dans la poche, elles doivent subir des mouvements correspondants à ceux produits dans l'anévrysme, et nous avons là ce qui se passe dans les expériences physiologiques, lorsque, en vue de mesurer les battements du cœur, on se sert d'aiguilles à acupuncture introduites dans les parois de cet organe. Il faudra donc que le fil métallique destiné à faire communiquer l'aiguille avec l'appareil soit assez élastique et assez léger pour ne pas déterminer des tractions trop violentes sur ces aiguilles. Gaiffe a

réalisé d'une façon ingénieuse les conditions que doivent remplir ces conducteurs. Voyez, en effet, ce fil conducteur si ténu et recouvert cependant d'une enveloppe de soie ; il est tourné en spirale, présentant une légèreté extrême unie à une élasticité considérable.

Une fois cet appareil instrumental réglé, il nous importe de savoir quel nombre d'aiguilles on introduira et en quel point se feront ces piqûres. Le nombre est variable ; il dépend de l'étendue de la poche et de la facilité de pénétration. Mais vous comprendrez facilement qu'il importe que les aiguilles ne soient pas trop rapprochées de l'aorte, et ce qu'il faut éviter à tout prix, c'est qu'il ne se fasse pas un coagulum trop proche du courant sanguin général, qui pourrait l'entraîner dans la circulation et causer des embolies mortelles. Le plus souvent et la première fois surtout, on ne place que deux ou trois aiguilles et on augmente le nombre aux séances suivantes ; je dis : aux séances suivantes, car ordinairement l'opération ne donne pas de résultats complets la première fois et on est forcé de revenir à l'électropuncture dans des séances plus ou moins nombreuses, qu'on espace de trois semaines à un mois.

Indications et contre-indications.

Une fois cet arsenal opératoire prêt, voyons quelles conditions doit remplir le malade pour retirer de l'électropuncture le meilleur parti possible. En un mot, voyons quelles sont les indications et contre-indications de la méthode. C'est encore Ciniselli qui, grâce à sa grande pratique, a pu le mieux les indiquer.

Il faut, et c'est une condition importante, que l'anévrysme soit ampullaire, et forme une poche distincte appendue à l'aorte avec laquelle elle communique par un orifice de volume variable ; plus cet orifice sera étroit, plus on aura de chances de coagulation. Il faut aussi que la poche anévrysmale ne donne pas naissance à une artère volumineuse, car

ce qu'on doit redouter, c'est le passage d'embolies dans un autre organe, ou bien l'arrêt brusque de la circulation dans une région très étendue.

Ajoutons que, plus l'anévrysme sera récent et moins volumineux, plus les chances de guérison seront grandes. A mesure, au contraire, qu'il présentera des dimensions plus considérables, et que, sortant du thorax, il formera une poche secondaire, les chances seront moindres.

L'intégrité du cœur est aussi une importante condition de succès ; lorsqu'il existe une insuffisance aortique, lésion fréquente et pour ainsi dire obligatoire dans l'anévrysme, lorsque celui-ci siège dans la première portion de la crosse de l'aorte, cette insuffisance vient, dans une certaine mesure, compromettre les chances de guérison, puisque, en admettant même la possibilité de la cure de l'anévrysme, l'individu est encore atteint d'une affection qui, par elle-même, peut causer la mort. L'intégrité du reste du système artériel n'est pas moins importante ; plus il sera intact, plus le sujet aura de chances de guérison. Enfin, le bon état du malade, son âge peu avancé sont autant de conditions favorables dont il faudra tenir compte.

Ainsi, messieurs, avant de songer à appliquer l'électricité, il faudra toujours vous livrer à un examen attentif du malade, et multiplier autant que possible vos recherches, de façon à pouvoir, d'une façon presque mathématique, préciser les limites et l'étendue de la poche. Grâce à nos moyens actuels d'investigation, nous pouvons arriver à cette précision désirée du diagnostic. Outre la percussion, vous avez l'auscultation, faite surtout avec ces stéthoscopes biauriculaires dont C. Paul a vulgarisé l'usage, et qui permettent de limiter exactement le siège et l'intensité des bruits, et c'est au point où vous trouverez le maximum des bruits que vous placerez l'ouverture de l'anévrysme ; l'examen du cœur vous permettra

de juger le diamètre de cet orifice. Baccelli, en effet, a établi cette loi qui veut que toutes les fois que l'ouverture est étroite, le cœur ne soit pas augmenté de volume, tandis qu'au contraire cet organe se développe beaucoup si l'orifice est considérable.

Quant au point où s'est développé l'anévrysme, pour le connaître, servez-vous des appareils enregistreurs de Marey, appareils qui permettent d'avoir simultanément les battements du cœur, ceux de la poche et ceux des différentes artères qui partent de la crosse aortique. En comparant les tracés, vous pourrez apprécier les modifications que la circulation apporte au cours des artères et juger ainsi le point ou siège l'anévrysme. François Franck a surtout insisté sur la valeur de ces modifications du pouls radial pour le diagnostic des anévrysmes (1). Enfin, les symptômes de voi-

(1) Voici comment on peut résumer en quelques propositions les faits qui ressortent de la savante étude du docteur Frank sur la valeur comparée des signes tirés de l'examen du pouls artériel dans les cas d'anévrysme du tronc brachio-céphalique, de l'aorte et de la sous-clavière :

1° La diminution d'amplitude du pouls radial droit constitue le plus souvent un bon signe de l'anévrysme du tronc brachio-céphalique ; mais ce signe peut manquer et être remplacé par une amplitude exagérée du pouls. Il n'a pas, par conséquent, la valeur qui lui est ordinairement attribuée.

2° Le retard exagéré du pouls radial droit, au contraire, est un phénomène constant qui n'est point, comme le précédent, susceptible d'être notablement modifié par des influences étrangères à l'anévrysme.

3° L'inégalité d'amplitude des deux pouls radiaux se rencontre dans l'anévrysme de l'aorte : l'amplitude est exagérée, tantôt à droite, tantôt à gauche, ce qui paraît dépendre surtout de la position de l'anévrysme par rapport aux artères brachio-céphalique et sous-clavière gauche.

Il en résulte que, dans l'anévrysme du tronc brachio-céphalique, comme dans l'anévrysme de la crosse de l'aorte, l'examen du pouls radial, fait seulement au point de vue de l'amplitude, ne peut fournir des signes diagnostiques assez précis : au contraire, en tenant compte du retard du pouls, on trouve ce retard exagéré *des deux côtés*, dans l'anévrysme de l'aorte ; *du côté droit seulement*, dans l'anévrysme du tronc brachio-céphalique.

4° L'existence d'un retard exagéré du pouls radial droit permet d'éliminer le diagnostic anévrysme de l'aorte ; mais il peut laisser subsister l'hésitation entre un anévrysme

sinage seront aussi d'un grand secours, et, en vous montrant les organes comprimés par la poche anévrysmale, ils vous indiquent aussi le siège et l'étendue de cette dernière.

Tels sont, messieurs, le manuel opératoire et les indications de l'électropuncture. Je vous ai dit que je me propose d'appliquer cette opération sur un malade du service; dans la prochaine leçon j'examinerai devant vous les conditions que présente cet homme et les chances que nous avons d'améliorer son état.

du tronc brachio-céphalique et un anévrysme de la portion thoracique de l'artère sous-clavière droite.

Pour établir ce diagnostic différentiel, si important au point de vue de l'intervention chirurgicale, on pourra tenir compte des considérations suivantes : si l'anévrysme siège sur le tronc brachio-céphalique, tronc commun à la carotide et à la sous-clavière, le retard exagéré du pouls s'observera *sur chacune des deux artères*, à égale distance du cœur. Si l'anévrysme occupe la partie profonde de la sous-clavière, le retard exagéré du pouls ne sera constaté que sur le trajet des artères du membre supérieur; le pouls carotidien conservera son retard normal sur le début de la systole cardiaque (*Journal d'anatomie et de physiologie*, t. XIV, avril 1878).

TROISIÈME LEÇON

TRAITEMENT DES ANÉVRYSMES DE L'AORTE PAR L'ÉLECTRLOYSE

SOMMAIRE. — Observations de malades traités par l'électrolyse. — Résultats donnés par cette méthode. — Perfectionnements et modifications apportés au manuel opératoire.

Messieurs, dans la dernière leçon, je vous ai énuméré les règles qu'il faut suivre dans l'application de l'électrolyse au traitement des anévrysmes de l'aorte, et je vous disais en terminant que je me proposais d'appliquer cette méthode sur un malade du service. C'est l'exposé de ce fait que je veux mettre aujourd'hui sous vos yeux avec les considérations qui résultent de cette opération.

Histoire d'un cas d'anévrysme.

Le malade que j'avais à opérer était couché salle Saint-Lazare, lit n° 9; c'était un homme de trente-six ans, arrivé depuis peu de Montevideo, qu'il avait habité dix ans; il y a deux ans, cet homme avait été atteint, sans cause appréciable d'une douleur au côté droit de la poitrine, puis avait remarqué en ce point une voussure très prononcée; en même temps la voix devint sourde et il y eut de la difficulté à avaler. En présence de ces symptômes, les médecins de Montevideo diagnostiquèrent un anévrysme de l'aorte, et le 12 janvier 1877 notre homme quitta cette ville pour arriver le 7 février à Bordeaux, où il entrait dans le service du docteur Burguet, qui constate l'exactitude du diagnostic porté par les médecins de Montevideo et traite le malade par la glace et l'iodure de potassium. Sous l'influence du traitement, il se produisit une légère amélioration; mais il survint un de ces accidents