

Kohlensäure) die protoplasmatischen Fortsätze sich zusammenziehen, so zu sagen in sich hineinschrumpfen, um sich von den Sauerstoffresten zu nähren, indem sie das kleinste Volum (nämlich die Kugelform) annehmen. Wenn sich die Sauerstoffzufuhr vergrößert, so scheinen die Dendriten ihre Fortsätze auszustrecken, es bildet sich ein Kontakt, es erfolgt Erwachen und Thätigkeit. Die glatten Dendriten sind Uebergangsstadien von dem obenbeschriebenen Ruhezustande zu der Thätigkeit der Nervenzellen. Die groben varicösen Verdickungen an den Dendriten entsprechen einem pathologischen Zustande, der degenerativen Atrophie derselben. Aehnliche Bilder beobachtete der Autor zum Teil unter der Wirkung der Narkose (Chloroform und Morphinum), d. h. viel öfter als im wachen Zustande; man trifft birnförmige Anhängsel oder Knoten an den plasmatischen Abzweigungen an. Am öftesten beobachtet man perlenförmige Schwellungen und zuweilen Verunstaltungen der Zellen und der Dendriten, auf denen Schwellungen und Aushöhlungen zu bemerken sind. Aehnliche Abweichungen werden auch an Präparaten beobachtet, welche gestürzten Tieren, sogar bald nach dem Tode, entnommen wurden. Unter dem Einflusse der Narkose schreiten die Veränderungen der Hirnrinde von der Peripherie zum Centrum fort: zuerst verändern sich die protoplasmatischen Fortsätze in der Schicht der kleinen pyramidalen Zellen, dann die zum Centrum von denselben abgehenden Fortsätze und zuletzt die Dendriten der grossen pyramidalen Zellen.

Mitrofanoff, P. Ueber die anfängliche Entwicklung der Wachtel. (*Coturnix communis*) (mit 11 Abbildungen im Text). «Arbeiten aus dem zootomischen Laboratorium der Universität Warschau». Liefer. XXV. Warschau, 1902, S. 1—14.

Diese Notiz ist eine Ergänzung der schon früher in unserm Journal referirten Arbeit desselben Autors: «Vergleichende Thatsachen über die anfängliche Entwicklung der Vögel» (Arbeiten aus dem zootomisch. Labor. der Univ. Warschau Bd. XXIII, 1900). Der Autor hält für die ersten Schritte in der Entwicklung der Wachtel das Entstehen einer Verdickung im Ektoderm, welche in ihrem Centrum einen Primitivknoten ausscheidet, der als Ausgangspunkt für die Bildung des Primitivstreifens dient. Das wachsende Ende desselben ist gegen das hintere langgezogene Ende des hellen Hofes gerichtet, welches aus einer kreisrunden Form in eine ovale übergeht. Diese Thatsachen, die an der Hand eines eingehenden Studiums von 4 Wachtelembryonen gewonnen wurden, stehen ganz im Einklang mit den Schlüssen des Autors über die Entwicklung des Blastoderms bei den Vögeln und scheinen sich sogar auf die Entwicklung des Embryo bei den Säugetieren beziehen zu können.

Kouliabko, A. Expériences sur la ranimation du cœur. Travaux exécutés au laboratoire physiologique de l'Académie des sciences à St.-Petersbourg. Bulletins de l'Académie Imp. des Sciences, 1902. Mars. (Lu à la Section physico-mathématique dans la séance du 13 février, 1902).

Dans les traités de médecine générale autant que dans les écrits spéciaux des physiologistes on rencontre un assez grand nombre d'exemples de la

vitalité du coeur, qui, depuis bien longtemps, est considéré comme l'ultimomoriens de l'organisme animal. C'est surtout le coeur des animaux inférieurs, à sang froid, qui présente sous ce rapport les phénomènes les plus surprenants. Un coeur de grenouille séparé du corps et suspendu à un fil continue de se contracter presque pendant une semaine, pourvu qu'on l'empêche de se dessécher. Dans ces mêmes conditions les pulsations d'un coeur de tortue durent 10—12 jours et même davantage. La vitalité du coeur des animaux à sang chaud est beaucoup moindre, mais encore les contractions du coeur durent-elles quelquefois des heures entières après la mort. C z e r m a k et P i o t r o w s k i ¹⁾ conclurent d'une série d'observations que la durée maxima des pulsations du coeur chez des lapins décollés était de 36 minutes. R o u s s e a u ²⁾ observa des contractions du coeur pendant l'autopsie d'une femme décapitée, 29 heures après l'exécution. V u l p i a n ³⁾ trouva dans un cas qu'un coeur de chien battait encore 93 heures et demie après la mort de l'animal. D'un autre côté R e g n a r d et L o y e ⁴⁾ observèrent en faisant l'autopsie d'un cadavre 20 minutes après l'exécution du patient que le coeur cessa de se contracter environ une heure après la mort.

Cependant la suspension des pulsations n'est pas encore un indice de la mort définitive de l'organe. Ayant fait mourir un lapin par hémorrhagie, A r n a u d ⁵⁾ lui injecta quelques minutes après l'arrêt complet du coeur du sang artériel défibriné dans l'aorte vers le coeur, et les battements recommencèrent aussitôt. H é d o n et G i l i s ⁶⁾ étudièrent une heure environ après le supplice le coeur d'un homme décapité; lorsque ce coeur eut cessé de battre et ne réagissait plus contre les excitations extérieures, ils injectèrent du sang artériel défibriné dans les vaisseaux coronaires et observèrent des contractions des oreillettes et du ventricule droit. Grâce à la méthode de la production d'une circulation artificielle dans un coeur séparé du corps, on a pu se convaincre que le coeur des animaux à sang chaud possède l'aptitude de se remettre à fonctionner après une suspension des pulsations assez prolongée. L a n g e n d o r f f ⁷⁾ affirme qu'il ne voyait en général aucune nécessité de trop se hâter à préparer les coeurs pour l'expérience, vu qu'il réussissait à leur restituer le fonctionnement perdu, quelquefois même après un arrêt de deux heures. Il suppose même que cette ranimation est toujours possible tant que le muscle cardiaque n'est pas raidi. Ni l'arrêt produit par l'action du froid ni une suspension peu prolongée des pulsations par celle de la chaleur n'a de suites fatales pour le coeur. Si l'on fait passer à travers les vaisseaux du coeur une solution physiologique de NaCl au lieu de sang, les pulsations s'affaiblissent et cessent bientôt, mais aussitôt qu'on y fait de nouveau passer un courant de sang elles recommencent avec la même force. R u s c h ⁸⁾ trouva que quelques autres liquides (le sang laque, le sérum sanguin, la liqueur de R i n g e r et d'autres) ont également la propriété de rétablir les pulsations du coeur que l'injection de la solution physiologique avait fait cesser. Dans les expériences de P o r t e r ⁹⁾ des lambeaux d'un coeur de chien nourris de sérum sanguin qu'on faisait passer par les vaisseaux coronaires se mettaient à palpiter lorsqu'on les plaçait dans une atmosphère d'oxygène pur, sous une haute pression.

L'année dernière (1901), un médecin anglais, le docteur Locke¹⁰⁾, publia un nouveau procédé pour produire une circulation artificielle. En s'appuyant en partie de ses propres observations, faites antérieurement¹¹⁾, en partie des analyses détaillées du sang faites par Abderhalden¹²⁾, Locke prépara un mélange artificiel possédant la propriété de maintenir pendant un grand nombre d'heures les pulsations d'un cœur de lapin séparé du corps. Au congrès des physiologistes à Turin au mois de septembre 1901, où Locke faisait la démonstration de ces expériences, un cœur de lapin se contractait énergiquement et sans faiblir depuis 7 heures du matin jusqu'au soir—plus de 12 heures de suite. La liqueur de Locke, laquelle est une solution saline contenant les mêmes substances minérales et à peu près dans les mêmes proportions que le sérum sanguin et, en fait de corps organiques, seulement du sucre de raisin (1‰), ne le cède en rien au sang dans sa faculté de maintenir l'action du cœur.

Il n'est pas à douter que la méthode de Locke ne soit d'une grande valeur pour la solution de diverses questions ayant rapport à la physiologie du cœur et à la nutrition du muscle cardiaque. En même temps, elle est si simple et commode qu'elle mérite d'être rangée parmi les méthodes classiques en physiologie. L'emploi du mélange salin artificiel pour remplacer le sang présente non seulement de grandes facilités, en simplifiant beaucoup les manipulations, il offre encore l'avantage de permettre l'étude de l'influence immédiate des différents agents sur le cœur même, et non sur un milieu vivant aussi variable que le sang. A ce point de vue la méthode en question est surtout précieuse pour l'étude de l'influence sur le cœur de différents médicaments, des poisons et des sérums thérapeutiques¹⁾.

Les pulsations rythmiques d'un cœur dont on fait traverser les vaisseaux par un courant de la liqueur de Locke saturée d'oxygène pur et réchauffée jusqu'à la température du corps de l'animal ne sont pas moins régulières et isochrones que lorsqu'il y circule du sang. Sur un cœur suspendu et nourri de cette façon on réussit à reproduire toutes les expériences fondamentales sur l'influence de la température, de l'irritation électrique et mécanique etc. Je me suis servi, avec succès, de cette méthode entre autres dans mes expériences sur un cœur d'oiseau pour y maintenir le fonctionnement, en dehors de l'organisme, dans des conditions de température appropriées, pendant un temps assez long; j'ai déjà eu occasion d'en parler dans les «Bulletins de l'Académie des Sciences»¹³⁾. Mais ce sont surtout les phénomènes qu'on observe dans les cœurs de mammifères après l'arrêt de la circulation artificielle, et la reprise de celle-ci après que le cœur a été complètement arrêté pendant un temps plus ou moins long, qui présentent un intérêt particulier.

Si, après que l'action rythmique régulière d'un cœur séparé du corps s'est rétablie et que le levier du kymographe mis en communication avec l'une des oreillettes trace sur le cylindre noirci une série de myogrammes tout à

¹⁾ Je viens d'entreprendre une série de recherches dans cette direction.

fait identiques, on cesse de faire circuler la liqueur, le cœur continue encore de se contracter pendant un temps assez long, de 2 à 5 minutes. Au commencement on observe quelquefois que les oscillations deviennent plus grandes, ce qui, paraît-il, dépend de ce que la résistance est devenue plus faible; mais bientôt on voit apparaître, comme indice du manque d'oxygène et de la rétention des produits du métabolisme dans le muscle cardiaque, un changement original de la courbe. Ce changement consiste en ce que l'une des deux contractions consécutives, disons la contraction impaire, conserve sa hauteur première, tandis que la suivante, la contraction paire, se raccourcit peu à peu. En conséquence, la courbe des pulsations du cœur acquiert un caractère clairement dicrotique. Ce dicrotisme s'accroît, très graduellement et très régulièrement, de plus en plus, jusqu'à ce que les contractions paires deviennent très faibles, atteignant dans certains cas à peine un quart ou un cinquième de leur hauteur initiale, tandis que les contractions impaires conservent la leur; ce n'est que beaucoup plus tard qu'une diminution graduelle s'y fait également observer. En même temps on remarque un ralentissement graduel de la période de chaque contraction en particulier, ce qui dépend en partie du refroidissement; mais le dicrotisme se produit au même degré à toutes les températures. Après que les contractions, tant paires qu'impaires, sont devenues beaucoup plus faibles, on voit se produire un autre symptôme de l'agonie du cœur, connu depuis longtemps. Il consiste en ce que, au milieu des pulsations ralenties et affaiblies, il se produit une contraction très énergique, suivie d'une série de contractions très-faibles, espacées par de longues pauses, après quoi le cœur s'arrête. Quelquefois pourtant, après une pause considérable et avant l'arrêt définitif du cœur, il se produit encore une ou deux fortes contractions. De faibles secousses rythmiques des oreillettes et des appendices des oreillettes continuent encore assez longtemps, après quoi elles cessent également.

En observant attentivement un cœur qui se contracte, on reconnaît facilement que le phénomène du dicrotisme dépend de ce que les troubles dans le fonctionnement du ventricule droit et du ventricule gauche ne se produisent pas en même temps. Lorsque la circulation s'arrête, le manque d'oxygène et de matières nutritives ainsi que le métabolisme devenu plus difficile se font sentir plus tôt dans la masse plus puissante des muscles du ventricule gauche. Quand le dicrotisme est déjà fortement accentué, les pulsations paires affaiblies correspondent exclusivement aux contractions du ventricule droit et cessent à la limite même des deux ventricules; en même temps les contractions impaires, commençant, comme auparavant, aux oreillettes, s'étendent sur le ventricule gauche aussi bien que sur le ventricule droit.

Si, après un certain laps de temps qu'à duré l'arrêt complet des pulsations du cœur, on recommence l'injection de la liqueur dans les vaisseaux du cœur, les contractions reparaisent bientôt, la plupart du temps après quelques secondes; faibles d'abord et se bornant à la région de l'insertion des veines caves, elles deviennent de plus en plus fortes, s'étendent sur les oreillettes, ensuite sur le ventricule droit, finalement sur le cœur entier, en acquérant un rythme régulier. Dans ces circonstances, les phénomènes du dicrotisme

se produisent dans l'ordre inverse. La différence dans les amplitudes des contractions paires et des contractions impaires diminue de plus en plus et finit par disparaître tout à fait, ordinairement avant même que les contractions aient atteint toute leur force. Dans certains cas de rétablissement de la circulation, des contractions paires affaiblies reparaissent avant la relaxation complète du muscle cardiaque après les contractions impaires, ce qui fait qu'il ne se produit pas de jointure complète de chaque paire de contractions. Quelquefois le rétablissement du rythme régulier est précédé d'une série de contractions suivies d'une pause plus ou moins longue.

Les phénomènes qu'on observe pendant la suspension et le rétablissement de la circulation dans un cœur d'oiseau présentent quelques différences d'avec ceux qu'on vient de décrire et qui se rapportent à des cœurs de mammifères. Cette différence se fait surtout sentir pendant le renforcement des contractions après que la circulation a été suspendue, car le rétablissement d'une pulsation régulière se fait beaucoup plus difficilement dans un cœur d'oiseau. Faisons encore observer que la perte de l'aptitude à la pulsation se produit tout à fait indépendamment de la raideur musculaire.

Pour ce qui est de la durée du temps pendant lequel le cœur peut être privé du liquide en circulation sans perdre la faculté de reprendre ses fonctions, j'ai eu bien des fois occasion d'observer, dès le commencement de mes expériences sur des cœurs isolés, qu'un arrêt de 10, 15, 20 minutes est supporté par le cœur impunément, malgré le refroidissement qui en est la suite. Dans un cas l'arrêt de la circulation n'avait pas duré moins d'une demi-heure, et le cœur de lapin avait été transporté, à l'air extérieur par un temps froid, sans aucune précaution, d'un laboratoire à un autre. Aussitôt que la circulation artificielle eut été rétablie, le cœur se remit à fonctionner. Il était très intéressant d'établir la limite que l'arrêt de la circulation peut atteindre sans que le cœur perde l'aptitude de reprendre son mouvement rythmique indépendant, en d'autres termes, de savoir quel est l'espace de temps qui suit la suspension complète du fonctionnement du cœur, son engourdissement complet, après lequel la ranimation en est encore possible. Qu'il me soit permis de donner ici la description de quelques expériences que j'ai instituées tout récemment et qui m'ont fait voir que l'arrêt de la pulsation peut, dans certaines conditions, durer des heures entières sans que le cœur perde l'aptitude de reprendre son fonctionnement.

Dans l'expérience du 19 janvier 1902 la circulation artificielle dans un cœur de lapin fut mise en train à 3 heures de l'après-midi. Le cœur fut soumis à des expériences ayant pour objet d'établir l'influence du froid et de la chaleur, et la circulation, suspendue plusieurs fois pour 20, 21 et 25 minutes. A 5 heures 20 minutes, lorsque les contractions du cœur étaient devenues assez faibles, celui-ci fut entouré de neige de manière qu'elle en touchait directement la surface. 2 minutes après la neige fut ôtée. Les pulsations, qui avaient cessé à la suite du refroidissement, recommencèrent. A 5 heures 40 minutes le cœur, avec la canule fixée dans l'aorte, fut porté dans une chambre du laboratoire à température basse et y fut laissé jusqu'au lendemain matin. Le rétablissement de la circulation dans la matinée du 20 janvier fut

immédiatement suivi de la reprise des pulsations dans la région de l'insertion des veines caves, après quoi les contractions s'étendirent sur les oreillettes. La température de la solution circulante ayant été élevée, par inadvertance, à plus de 50° C., le cœur s'arrêta, et l'on se vit obligé à mettre fin à l'expérience.

Le 23 janvier à 5 heures de l'après midi, on isola le cœur d'un lapin bien nourri et sain, on y fit circuler la liqueur de Locke chauffée à 40°, et l'on put enregistrer une série de contractions énergiques et régulières. La circulation fut maintenue pendant une heure. A 6 heures précises le courant du liquide fut arrêté, après quoi on plaça le cœur avec sa canule dans une glacière et on l'y laissa jusqu'au lendemain à la température de 0°. 5 minutes après, toute pulsation avait cessé. Le 24 janvier à midi, c'est-à-dire *après 18 heures de séjour dans la glace*, le cœur fut porté au laboratoire et fixé dans l'appareil à circulation artificielle. L'inspection la plus minutieuse ne put faire découvrir la moindre pulsation, même dans la région de l'insertion des veines caves (où la pulsation dure en général le plus longtemps). On ouvrit ensuite le robinet et l'on fit circuler la liqueur chauffée à 30°. *Moins d'une demi-minute après, on vit se produire des contractions énergiques* à l'endroit de l'insertion des veines caves et s'étendre ensuite sur les oreillettes. Environ une demi-heure après, apparurent d'assez fortes contractions du ventricule droit. Le ventricule gauche ne recouvra point son fonctionnement. Les contractions restèrent tout le temps irrégulières: à la suite d'une série de 6—10 contractions plus faibles il s'en produisait une forte, puis de nouveau un groupe de contractions faibles et ainsi de suite. Depuis environ 2 heures de l'après-midi les contractions, en se ralentissant, devenaient de plus en plus faibles. La solution saline ayant été remplacée par du sang, elles redevinrent un peu plus fortes en se ralentissant encore davantage, et l'on observa la tendance des contractions à se réunir en une seule. Vers 4 heures et demie les pulsations cessèrent tout à fait et ne se produisirent plus, même à la suite de l'excitation du cœur.

Mais c'est l'expérience du 7 et 8 février qui offre un intérêt particulier. Vers 11 heures du matin un chat qu'on préparait pour l'expérience périt pendant la narcotisation par l'éther, et toutes les tentatives de le ranimer à l'aide de la respiration artificielle échouèrent. Alors on ouvrit le thorax de l'animal et on en retira le cœur déjà sans mouvement. Celui-ci fut placé dans l'appareil pour la circulation artificielle, mais au lieu de la solution saline ordinaire, contenant 0,1% de sucre de raisin, on se servit d'une solution un peu plus concentrée, renfermant le double de cette quantité. Lorsqu'on fit l'injection de cette liqueur, le cœur se contracta faiblement plusieurs fois, puis s'arrêta de nouveau complètement. L'injection de la liqueur fut continuée depuis 11 heures et demie jusqu'à 3 heures du matin, mais pendant tout ce temps le cœur resta complètement immobile. Alors on remplaça la liqueur en question par la liqueur ordinaire, et les pulsations reparurent. La différence dans la composition chimique de la liqueur circulante avait donc amené l'arrêt du cœur durant plus de 3 heures, après quoi, les conditions étant devenues plus favorables, les contractions se renouvelèrent! Les

pulsations régulières s'étant rétablies à 3 heures 20 minutes, la circulation fut suspendue, et le cœur fut placé dans la glacière. Le lendemain, à 3 heures 20 minutes, on le remit dans l'appareil, et la circulation ayant été rétablie, le cœur recommença de se contracter *après une interruption de 24 heures*.

Le rétablissement de contractions rythmiques assez énergiques, sinon tout à fait régulières, dans un cœur isolé après des interruptions aussi longues que 18 et 24 heures, présente par lui-même un fait intéressant et de haute importance. Il est évident que la dépression temporaire des fonctions vitales sous l'action du froid ou de la composition chimique du milieu ambiant ne détermine pas encore la mort de l'organe. Quant au dernier terme que peut atteindre la suspension du fonctionnement du cœur, sans que celui-ci périsse, il est probable que les conditions individuelles de chaque animal en particulier, son âge, l'état de sa santé, sa nutrition etc. y jouent un très grand rôle. En tout cas, il paraît que ce terme n'est pas trop éloigné de celui que j'ai observé (18, 24 heures) dans les expériences que je viens de décrire. Les tentatives de ranimer un cœur qui avait séjourné dans la glace pendant deux jours ont échoué jusqu'à présent. Quelle que soit l'activité vitale des tissus à sang chaud réduite par le refroidissement jusqu'à 0°, le métabolisme respiratoire et l'accumulation de produits de la décomposition s'y produisent pourtant, quoiqu'à un degré très faible (vita minima): le changement de caractère et l'affaiblissement des pulsations après une pause prolongée en sont la preuve. Quoi qu'il en soit, ces expériences prouvent la grande vitalité du cœur ainsi que la possibilité de le ranimer après qu'il a été privé de mouvement et que sa fonction a été suspendue pendant 24 heures, et nous permettent de penser que le rétablissement des fonctions et la ranimation après un arrêt temporaire (comme p. ex. dans les cas de léthargie), beaucoup plus long qu'on ne l'a cru jusqu'à présent, pourraient, dans certaines conditions, se rapporter aussi à d'autres tissus et à d'autres organes.

Supplément. Tout récemment, lorsque les épreuves du présent article étaient déjà tirées, j'ai réussi à ranimer un cœur de lapin et à rétablir les pulsations des oreillettes après que le cœur avait séjourné 44 heures dans la glace, c'est à dire presque deux jours après que le fonctionnement en avait complètement cessé. Les pulsations durèrent 3 heures (expériences faite le 16 au 18 mars 1902).

LITTÉRATURE.

- 1) Czermak und Piotrowsky. Sitzungsber. der Wiener Akad. 1857. Bd. 25, S. 431.
- 2) Rousseau. C.-R. de l'Acad. des Sc. de Paris. 1855, 3 (rapport publ. dans le Dict. de Physiologie, Richet. IV, 1, p. 312).
- 3) Vulpian. Ibidem.
- 4) Regnard. C.-R. de l'Acad. des Sc. de Paris. 1887.