

Sur l'irrigation sanguine du muscle cardiaque.

Par

Chr. Bohr et V. Henriques.

(Présenté dans la séance du 10 février 1893.)

La mesure directe de la quantité de sang qui, partant du ventricule gauche, passe par l'aorte dans l'unité de temps, a été entreprise dans divers buts par MM. Stolnikow¹⁾, Paulow²⁾, Tigerstedt³⁾ et nous⁴⁾. Toutefois, comme l'ont fait remarquer plusieurs de ces auteurs, la méthode employée n'avait pas permis de prendre en considération la quantité de sang qui, servant à la nutrition du muscle cardiaque même, circule dans les artères coronaires, en sorte que la mesure de la quantité de sang en circulation, est toujours restée au-dessous de la réalité. On a pu, avec raison, regarder cette circonstance comme n'exerçant aucune influence sur les résultats présentés dans les susdits mémoires; car, même quand il s'agissait de déterminer d'une manière absolue la quantité de sang en circulation (Tigerstedt et les auteurs du présent article), la connaissance de l'irrigation sanguine des muscles ordinaires, nous rendent évident que l'importance de l'erreur serait insignifiante. Cependant, il nous semblait le plus juste de ne pas

¹⁾ *Archiv für Anatomie u. Physiologie.* 1886.

²⁾ *Ibid.* 1887.

³⁾ *Skandinavisches Archiv für Physiologie* 1891.

⁴⁾ *Compt. rend. de l'Acad. des scienc.*, t. CXV. 1892.

se contenter d'analogies basées sur d'autres organes, mais de déterminer pour le muscle cardiaque même et avec un degré satisfaisant d'exactitude, la quantité en litige, et nous avons alors entrepris les expériences qu'on va décrire. En cette occasion, l'on pourrait aussi comparer l'irrigation sanguine du cœur constamment en activité, avec les valeurs que d'autres savants ont trouvées pour le muscle volontaire soit au repos, soit au travail.

Il fallait que dans les expériences la circulation du sang dans les artères coronaires fût mesurée, pendant que le cœur effectuait encore des contractions efficaces: nous avons cherché à obtenir ce résultat de plusieurs manières. Dans toutes ces expériences, les difficultés techniques ont été assez considérables, en sorte que, sur un grand nombre d'expériences, quelques-unes seulement ont réussi.

Dans une série d'expériences, nous introduisîmes une canule dans le tronc principal antérieur des artères coronaires; puis nous fîmes circuler du sang défibriné à travers le muscle cardiaque. Les animaux soumis aux expériences étaient des veaux.

Après avoir narcotisé l'animal et coupé la moelle allongée, on pratiqua l'ouverture du thorax, et prépara le tronc antérieur des artères coronaires aussi haut que possible vers l'aorte; puis on y fit deux ligatures, dont une fut serrée tout près de la racine aortique de l'artère, tandis que l'autre servait à fixer la canule introduite immédiatement après dans la portion périphérique dudit tronc; sur quoi l'on introduisit, par la canule et sous une pression d'environ 100^{mm} de mercure, du sang de veau défibriné et chauffé à la température du corps. Dans deux cas on réussit de cette manière à maintenir les contractions du cœur assez longtemps pour accomplir un mesurage de la quantité de sang en trajet. Toutefois, la plupart des animaux employés avaient le tronc des artères coronaires tellement court, qu'il n'y avait pas de place pour la canule,

celle-ci arrivant alors à obstruer l'une des ramifications principales du tronc, ce qui, naturellement, faisait échouer les expériences.

Les deux expériences dans lesquelles le mesurage fut accompli, sont citées ici.

- I. Le poids du cœur était 350 grammes; comme le fit constater une injection ultérieure, l'artère coronaire antérieure se ramifiait dans les deux bons tiers du cœur, ce qui correspondait à environ 240 gr. Pendant que le cœur battait énergiquement, il y eut dans la canule une circulation de 60^{cc} par minute. Si nous appelons coefficient de l'irrigation sanguine le nombre de centimètres cubes de sang qui dans une minute circule à travers 100 gr. de muscle, ce coefficient devient ici 25.
- II. Poids du cœur: 215 gr., la portion appartenant à l'artère coronaire antérieure, pesait environ 140 gr. Le cœur fonctionna durant 6 minutes; durant les 4 premières minutes, et sous des contractions énergiques du cœur, passèrent par la canule 90^{cc} de sang; après quoi le coefficient de l'irrigation sanguine fut égal à 16.

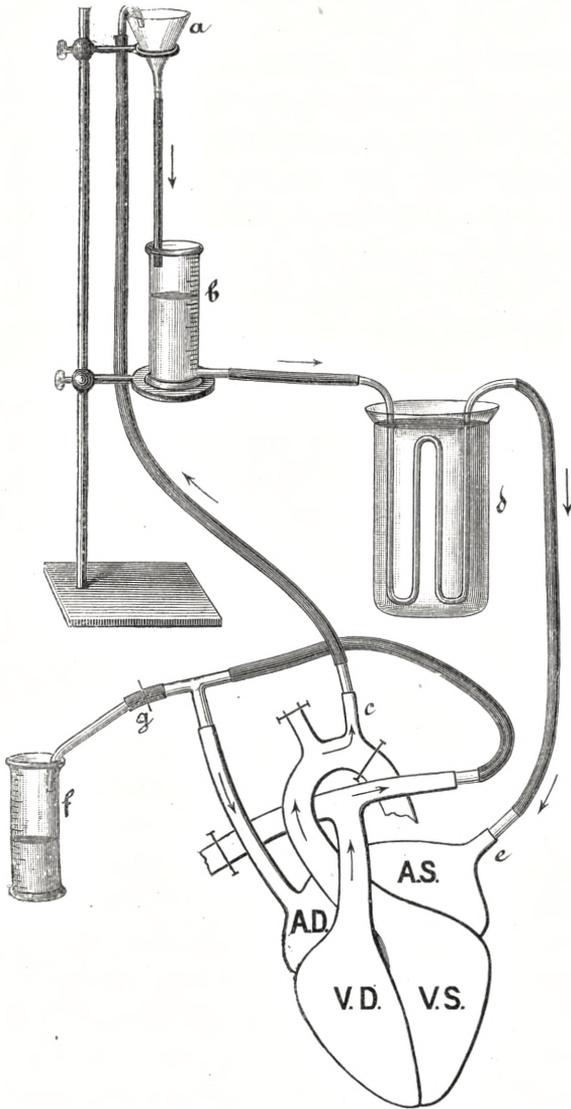
La moyenne du coefficient d'irrigation des deux expériences fut ainsi d'environ 21.

Toutefois, pour mesurer l'irrigation sanguine du cœur entier et éviter la circulation artificielle du sang défibriné, cette circulation étant remplacée par le jeu même du cœur, nous fîmes sur des chiens une série d'expériences, dans lesquelles nos efforts visèrent en premier lieu à comparer entre elles les quantités de sang circulant simultanément par l'aorte et par l'artère pulmonaire, employant au mesurage le procédé dont se sont servis les auteurs précités. Ce qu'on mesure alors dans l'aorte, c'est le sang qui part du cœur gauche, excepté la portion qui, avant qu'on ait effectué le mesurage, a déjà passé par les artères coronaires; tandis que, dans l'artère pulmonaire, on obtient la mesure de tout le sang qui, dans le

même temps, émane du cœur droit. La différence entre les quantités de sang qui circulent simultanément dans l'aorte et l'artère pulmonaire, représentera alors la valeur cherchée. Mais on ne réussit à mener à bonne fin aucune expérience, en opérant de la sorte: même quand le cœur battait énergiquement, après qu'on avait fini toutes les manipulations opératoires nécessaires, l'arrêt se produisait, pour ainsi dire, aussitôt après que la circulation avait commencé dans l'appareil à mesurer, le cœur droit regorgeant alors de sang. La cause en était probablement celle-ci: Durant l'introduction des canules dans la branche gauche de l'artère pulmonaire, la circulation du poumon correspondant s'était naturellement arrêtée, tandis que la respiration continuait dans le poumon droit seul; durant l'expérience même, c'était l'inverse: la circulation était interrompue dans le poumon droit et le sang devait partir du cœur droit et chercher passage dans la branche gauche de l'artère pulmonaire, l'appareil à mesurer et le poumon gauche. Le réseau capillaire de ce dernier a dû alors se contracter par suite de l'arrêt de la circulation, et par là opposer une trop forte résistance au courant.

Pour lever ces obstacles, nous recourûmes alors à la méthode suivante (voir la figure ci-jointe):

L'aorte est étranglée, à l'aide d'une pince, immédiatement au-dessous de l'arc, et toutes les ramifications qui partent de celui-ci sont ligaturées, à l'exception de l'une des carotides (*c*): cette dernière permet au ventricule gauche (*V**S*) de refouler le sang dans un entonnoir (*a*) installé à la hauteur correspondant à la pression du sang. De cet entonnoir, le sang s'écoule dans l'éprouvette (*b*) remplie, dès le début de l'expérience, avec du sang défibriné et en quantité convenable; de (*b*), le sang passe par l'appareil à réchauffer (*d*) et se rend à l'oreillette gauche (*A**S*), la canule (*e*) étant introduite dans une veine pulmonaire. Le reste des veines pulmonaires est étranglé au moyen de ligatures pratiquées autour de chaque hile pulmonaire. Le cœur gauche forme alors, à part lui, un circuit fermé, et



Plan schématique de la circulation du sang.

il devrait constamment contenir la même quantité de sang qu'on y avait trouvée au début, pourvu qu'il n'y eût aucune fuite constante du sang par les artères coronaires. Quant au cœur droit, l'une des ramifications de l'artère pulmonaire est, comme le montre la figure, reliée à la veine jugulaire, tandis que l'autre branche de la pulmonaire est étranglée par la ligature autour du hile pulmonaire; à son tour, le cœur droit forme alors, à part lui, un circuit fermé. L'engorgement du cœur droit par le sang qui lui afflue constamment à travers les artères coronaires, peut être évité en laissant échapper du sang dans un verre (*f*). De cette façon le cœur peut continuer à fonctionner pendant quelque temps; l'efficacité des contractions du cœur est facile à constater, en regardant le sang refoulé dans l'entonnoir (*a*). Les poumons sont tout à fait à l'écart, ce qui est praticable sans préjudice pour la nutrition du cœur, car le sang qui traverse les artères coronaires et sert à la nutrition du muscle cardiaque, ne retourne pas au cœur gauche, ce dernier contenant par conséquent un sang dont la composition artérielle reste constante. La quantité de sang qui, traversant les artères coronaires, quitte le cœur gauche, peut être mesurée par l'observation du niveau dans l'éprouvette (*b*).

Les erreurs qui peuvent se glisser dans le mesurage, concourront toutes à représenter la circulation coronaire plus forte qu'elle ne l'est en réalité; c'est surtout de cette manière qu'agiront, soit une fuite dans les espaces que traverse le sang — circonstance dont d'ailleurs on peut faire abstraction —, soit une dilatation du cœur gauche, éventualité possible, due à l'affaiblissement des contractions. Les chiffres donnés par nos mesurages peuvent donc, en certains points, être trop forts, mais non trop faibles.

Voici les expériences:

I. Poids du chien, 7,0 kilos; poids du cœur, 51 grammes.

Dans l'espace de 4 minutes, les artères coronaires ont laissé passer 83^{cc} de sang, ce qui donne pour coefficient d'irriga-

tion sanguine (volume de sang en centimètres cubes par 100 grammes de muscle et par minute) 41.

- II. Poids du chien, 7,9 kilos; poids du cœur, 78 gr.; en 4 minutes ont circulé dans les artères coronaires 95^{cc} de sang; d'où, coefficient d'irrigation sanguine, 34.
- III. Chien. Poids du cœur, 180 gr. En 1 minute passèrent par les artères coronaires 34^{cc} de sang; donc, coefficient d'irrigation, 19.
- IV. Chien. Poids du cœur, 235 gr. Le cœur battit énergiquement durant 3 minutes. Pendant la 1^{ère} minute, les artères coronaires laissèrent passer 64^{cc} de sang; durant la 3^e, 60^{cc}; ce qui donne un coefficient de 26.

Comme moyenne des quatre expériences, le coefficient de l'irrigation sanguine était donc 30; le maximum, 41; le minimum, 19.

Afin de pouvoir comparer l'irrigation sanguine du cœur avec celle des muscles volontaires en général, citons ici les valeurs trouvées pour les muscles volontaires par MM. Chauveau & Kaufmann ¹⁾. Les nombres portent sur le volume de sang en centimètres cubes par minute et par 100 grammes de muscle.

Repos	Travail
13	60
7	60
16	57
8	61
37	124
14	95
Moyenne: 16	Moyenne: 76.

On en conclut que l'irrigation sanguine du muscle cardiaque est considérablement plus faible que celle du muscle volontaire constamment en activité. Toutefois, on doit bien se rappeler

¹⁾ *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, t. CIV, p. 1126.

que le cœur ne travaille pas continuellement. Si, comme dans nos expériences, le nombre des pulsations est d'environ 60, la durée de la systole se réduira à un tiers environ, la diastole ayant une durée de deux tiers. Pour comparer l'irrigation sanguine du cœur avec celle du muscle volontaire, il faudrait donc faire travailler ce dernier durant un tiers de l'expérience et le laisser reposer pendant deux autres tiers. Le coefficient de l'irrigation sanguine deviendrait alors, en employant les nombres trouvés par M. Chauveau, $\frac{2}{3} \cdot 16 + \frac{1}{3} \cdot 76 = 36$; tandis que, d'après nos expériences, le coefficient d'irrigation sanguine du cœur est 30. Comme, pour l'une et l'autre de ces valeurs, la moyenne est déduite de nombres qui ne sont pas trop rapprochés, et par conséquent doit être considérée comme purement approximative, on constate que l'irrigation sanguine moyenne du cœur est à peu près la même que l'irrigation d'un muscle volontaire, lorsque les durées des périodes de travail et de repos des deux muscles conservent entre elles la même relation.
