

Sur les pulsations de la veine cave supérieure et des oreillettes du cœur chez le Chien (communication préliminaire);
par Léon Fredericq, membre de l'Académie.

Un certain nombre de physiologistes admettent avec Engelmann (1), Gaskell (2), etc., que le *muscle* cardiaque est doué d'*automatisme* et peut exécuter des contractions rythmées, sans l'intervention de fibres ou de cellules nerveuses. Dans cette *théorie myogène* de la pulsation cardiaque, le rythme du cœur (c'est-à-dire l'ordre de succession des contractions auriculaire et ventriculaire, ainsi que la simultanéité des pulsations des deux oreillettes, d'une part, des deux ventricules, de l'autre) n'est pas considéré comme réglé par des impulsions, nées dans des cellules nerveuses et amenées au muscle cardiaque par des fibres nerveuses. Ce rythme est une fonction du *muscle* cardiaque et dépend de la propagation, par continuité de substance musculaire, d'une *onde de contraction* qui naît dans les oreillettes et envahit ensuite les ventricules.

Ce n'est pas le lieu, dans une simple communication préliminaire, d'entrer dans la discussion détaillée d'une

(1) Voir pour la bibliographie : TH. W. ENGELMANN, *Ueber den myogenen Ursprung der Herzthätigkeit und über automatische Erregbarkeit als normale Eigenschaft peripherischer Nervenfasern.* (ARCH. F. D. GES. PHYSIOL., 1896, t. LXV, pp. 535-563.)

(2) W. H. GASKELL, *On the innervation of the heart, with especial reference to the heart of the tortoise.* (JOURN. OF PHYSIOL., 1883, t. IV, pp. 43-127.)

question aussi complexe. Je tiens à appeler seulement l'attention sur deux faits qui paraissent, à première vue, incompatibles avec la *théorie myogène* de la pulsation cardiaque, et qui se rapportent aux pulsations des grosses veines qui débouchent dans les oreillettes.

Le premier de ces faits a été signalé par Knoll (1).

Knoll met à nu le cœur du chien ou du lapin et enregistre les pulsations propres à la veine cave supérieure. Il excite ensuite le pneumogastrique au moyen de courants induits, gradués de telle sorte que les oreillettes cessent de battre, sans que les ventricules s'arrêtent. Il constate que, dans ce cas, les pulsations des veines caves persistent et que leur rythme est le même que celui des ventricules. Ici la *théorie myogène* semble en défaut : la contraction des veines caves n'a pu se propager aux ventricules, à travers les oreillettes relâchées, que par voie nerveuse.

L'autre fait est pour ainsi dire classique et se trouve formulé dans la plupart des traités de physiologie, y compris le mien. Il y est dit que le premier acte d'une révolution cardiaque, c'est une contraction brève, qui se montre à la fois à l'origine des veines caves et des veines pulmonaires, et qui précède immédiatement la contraction des oreillettes. Ici de nouveau, la simultanéité

(1) PHILIPP KNOLL, *Ueber den Einfluss des Herzvagus auf die Zusammensetzung der Vena cava superior beim Säugethier*. (ARCH. F. D. GES. PHYSIOL., 1897, t. LXVIII, pp. 339-347.)

Page 341 : « Führt die Vagusreizung zur Vorhofsruhe, während der Ventrikel (seltener) schlägt, so beobachtet man mit den Ventrikel-schlägen isorhythmische Venencontractionen. »

de la contraction d'anneaux musculaires, aussi éloignés les uns des autres que l'origine des deux (ou trois) veines caves et des quatre veines pulmonaires, suppose un lien physiologique autre que la paroi musculaire relâchée des oreillettes, un lien qui ne peut être que de nature nerveuse, comme le faisait remarquer Hering (1).

Ce sont ces deux faits qui ont d'abord fixé mon attention. J'ai répété l'expérience de Knoll sur un chien anesthésié par la morphine et le chloroforme. Après ablation du plastron sternal (respiration artificielle), l'origine de la veine cave supérieure est mise à nu et une ficelle est passée sous elle, tout contre l'oreillette, de manière à arrêter à volonté toute communication entre l'oreillette, d'une part, et la veine cave (y compris la veine azygos), d'autre part. Les pneumogastriques ont été préparés : on coupe l'un d'eux au cou et on excite le bout périphérique au moyen du chariot de du Bois-Reymond. Il n'est pas difficile, en général, de donner aux courants excitateurs une intensité telle que les oreillettes seules cessent de battre, les ventricules continuant à présenter leurs pulsations. Mais, dans ce cas, les pulsations propres de la veine cave cessent également : on n'y remarque plus que les pulsations passives, dues à la clôture des valvules auriculo-ventri-

(1) HERING, *Methode zur Isolirung des Herz- Lungen- Coronar-Kreislaufes*, etc. (ARCH. F. D. GES. PHYSIOL., 1898, t. LXXII, pp. 163-185.

Page 173 : « Setzt man die Gleichzeitigkeit der Venenpulsationen voraus, so entsteht die Frage, wie werden die örtlich so getrennten Hohl- und Pulmonalvenen zu einer gleichzeitigen Thätigkeit angeregt. Ich muss nun sagen, dass mir hiefür die Annahme eines Coordinationscentrums bis jetzt die beste Erklärung zu geben scheint. »

culaires et qui coïncident avec le début de la systole ventriculaire (1).

Un autre moyen d'arrêter les pulsations auriculaires, c'est de soumettre directement un de leurs points, pendant un instant, aux excitations tétanisantes du chariot de du Bois-Reymond. Immédiatement, leurs parois cessent de battre et sont envahies par les trémulations fibrillaires connues sous le nom de *délire du cœur*. Dans ce cas, le délire envahit également la veine cave supérieure, qui cesse de battre, tandis que les pulsations ventriculaires persistent (avec un rythme accéléré et légèrement irrégulier, il est vrai).

Si l'on n'a fait agir ces chocs d'induction que pendant peu de temps, les oreillettes se remettront bientôt à battre et l'on pourra recommencer plusieurs fois de suite l'expérience, et même la varier, en portant cette fois l'excitation directement sur la portion de la veine cave qui montre les pulsations. Dans ce cas également, les pulsations cessent à la fois dans les veines et dans les deux oreillettes, mais persistent dans les ventricules.

Si l'excitation électrique est portée sur une portion de veine un peu plus éloignée du cœur, là où les pulsations ne se montraient pas, cette excitation n'est suivie d'aucun effet.

Ces expériences ont été répétées par moi sur un assez grand nombre de chiens et m'ont toujours donné ce

(1) Je me trouve ici d'accord avec J. A. Mc WILLIAM, qui a observé également : « *during stimulation of certain vagus branches (cat) a complete standstill of the auricles and great veins while the ventricles go on beating regularly* ». Mc WILLIAM, *On the rythm of the mammalian heart.* (JOURN. OF PHYSIOL., 1887, t. IX, p. 177.)

résultat que les pulsations de la veine cave supérieure sont liées à celles de l'oreillette, et qu'elles disparaissent chaque fois que l'oreillette cesse de battre. La veine cave inférieure ne se prête guère à des expériences de ce genre. Les pulsations n'y sont pas assez distinctes de celles de l'oreillette.

Si je serre très légèrement la ligature dont j'ai parlé tantôt, de manière à interrompre le cours du sang, mais à ne pas écraser la paroi de la veine, les pulsations veineuses persistent. Elles disparaissent dès que la ligature est serrée fortement, de manière à écraser la paroi de la veine. L'expérience a été répétée avec le même résultat sur l'animal atropinisé. Ici aussi, les pulsations veineuses ont disparu, les oreillettes continuant à battre, lorsqu'on interrompait la communication anatomique entre veine cave et oreillette (1).

Je considère, dans toutes ces expériences, l'inspection directe du cœur comme préférable à l'emploi d'appareils enregistreurs. Il est en effet bien difficile de distinguer, sur un graphique, la pulsation veineuse due aux contractions des parois musculuses de l'organe, de celle qui est due à un tiraillement provenant des parties voisines, ou qui provient d'une propagation passive de pulsations ventriculaires ou auriculaires.

Quant à la question de savoir si la contraction de la

(1) KNOLL (*loc. cit.*) et Mc WILLIAM (JOURN. OF PHYSIOL., t. IX, p. 474) ont au contraire vu persister les pulsations de la veine cave supérieure, après suppression par écrasement de ses connexions anatomiques avec l'oreillette droite. Il est possible que normalement la pulsation auriculaire débute dans la veine cave supérieure et se propage de là aux deux oreillettes et aux autres orifices veineux.

veine cave supérieure précède celle de l'oreillette, et coïncide également avec une pulsation de la veine cave inférieure et des veines pulmonaires, elle me paraît douteuse. Je crois, au contraire, que la pulsation de la veine cave supérieure était, au moins chez certains des chiens sur lesquels j'ai expérimenté, une émanation de la pulsation de l'oreillette droite.

Dans un cas au moins, sur un cœur isolé, dont les pulsations étaient fortement affaiblies, et chez lequel une partie de la cloison interauriculaire et de la voûte des oreillettes avait été détruite, la systole auriculaire débutait manifestement dans l'oreillette droite et se propageait ensuite, avec un retard appréciable à la simple vue, à l'oreillette gauche, y compris les orifices des veines pulmonaires.

Les faits précédents sont donc parfaitement compatibles avec la *théorie myogène*. Les suivants me paraissent trancher la question en faveur de cette théorie, au moins en ce qui concerne la communauté de rythme des deux oreillettes.

J'utilise, depuis quelque temps, les chiens que l'on sacrifie à l'Institut de physiologie de Liège, pour réaliser, immédiatement après leur mort, sur le cœur extrait du corps, une circulation artificielle d'après le procédé décrit par Waroux (1), procédé qui n'est qu'une modification légère de celui de Langendorff (2).

(1) JULES WAROUX, *Du tracé myographique du cœur exsangue*. (BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 3^e sér., t. XXXV, 1898, p. 212, et ARCH. DE BIOL., 1899.)

(2) LANGENDORFF, *Untersuchungen am überlebenden Säugethierherzen*. (ARCH. F. D. GES. PHYSIOL., 1895, t. LXI, p. 291.)

Dans beaucoup de cas, le cœur se remet à battre sous l'influence d'une injection de sang défibriné artérialisé.

J'ai utilisé ces cas pour chercher à déterminer quel est le lien physiologique qui assure le synchronisme des battements de l'oreillette droite et de l'oreillette gauche.

Une première série d'expériences m'a montré que ce lien doit être cherché dans la paroi même des oreillettes et que la substance des ventricules n'y prend pas nécessairement part. Cette expérience a consisté à détacher complètement l'ensemble des deux oreillettes en les séparant des ventricules, par une première section circulaire complète, courant immédiatement au-dessus du sillon auriculo-ventriculaire, et par une seconde section, divisant la cloison interauriculaire. Quand les oreillettes continuent à battre après cette grave mutilation, ou qu'elles se remettent à battre après un arrêt plus ou moins long, elles conservent le même rythme commun.

J'ai fait ensuite une série d'expériences de sections plus ou moins complètes de la paroi de l'oreillette droite dans le voisinage immédiat de la cloison interauriculaire.

Sur un cœur de chien battant vigoureusement, j'ai sectionné la paroi postérieure, dorsale, de l'oreillette droite, tout près de la cloison interauriculaire et parallèlement à cette cloison, en prolongeant l'incision jusque dans la substance du ventricule droit; j'ai pareillement sectionné la paroi antérieure, sternale, de l'oreillette droite, depuis le voisinage de la base de l'artère pulmonaire, en allant rejoindre la voûte de l'oreillette droite, contre la cloison auriculo-ventriculaire. Un pont de substance musculaire, constituant la voûte de l'oreillette droite, l'unissait seul encore directement à l'oreillette gauche. Les deux oreillettes, après avoir présenté des contractions fibrillaires,

se remirent à battre en présentant un rythme commun. Le pont musculaire fut rétréci d'un coup de ciseaux, de manière à ne présenter qu'un centimètre d'étendue, sans que la communauté de rythme fut troublée. Un dernier coup de ciseaux ayant rompu le pont, les deux oreillettes continuèrent à battre, mais cette fois avec un rythme indépendant.

Sur un autre cœur de chien, on introduisit l'une des lames des ciseaux dans la veine cave inférieure et l'on sectionna aux ciseaux la paroi de l'oreillette droite parallèlement à la cloison interauriculaire, d'abord au-dessus de la veine cave, puis au niveau de la voûte de l'oreillette, puis à sa paroi antérieure, en pénétrant jusque dans le ventricule droit à côté de l'origine de l'artère pulmonaire.

On n'avait épargné que la petite portion de la paroi de l'oreillette, située entre l'orifice de la veine cave inférieure et la portion voisine du sillon auriculo-ventriculaire. Les oreillettes continuèrent à battre d'un rythme commun : ce rythme devint différent aussitôt qu'une nouvelle section pratiquée à partir de la veine cave inférieure jusqu'au sillon auriculo-ventriculaire, eut isolé anatomiquement la musculature de l'oreillette droite de celle de l'oreillette gauche. Dans ce cas, les ventricules continuèrent à battre du même rythme que l'oreillette gauche.

Enfin, dans une troisième série d'expériences, la paroi postérieure ainsi que la voûte de l'oreillette droite furent sectionnées dans le voisinage de la cloison interauriculaire, de manière à ne respecter que la paroi antérieure de l'oreillette droite : persistance de la communauté de

rythme des deux oreillettes. Dès que la paroi antérieure de l'oreillette fut également sectionnée, le rythme des deux oreillettes devint discordant.

Les mêmes expériences de séparation graduelle des deux oreillettes furent ensuite répétées, mais en pratiquant les sections dans les parois de l'oreillette *gauche*, toujours parallèlement et près de la cloison interauriculaire. Les résultats furent analogues.

Après séparation complète des deux oreillettes et discordance de leur rythme, on constata que les ventricules présentaient le même rythme que l'oreillette droite, c'est-à-dire encore une fois celle des deux oreillettes qui restait en continuité de substance avec la cloison interauriculaire.

Le résultat de toutes ces expériences peut se formuler comme suit : Les deux oreillettes cessent de présenter un rythme commun, si l'on divise complètement la paroi qui les unit l'une à l'autre; elles continuent à battre si cette paroi est divisée incomplètement. Il suffit d'un lambeau de peu d'étendue, situé, indifféremment, soit dans la paroi postérieure, soit dans la paroi supérieure, soit dans la paroi antérieure, pour assurer la communauté de rythme.

Il semble donc bien que la communauté de rythme de l'oreillette droite et de l'oreillette gauche soit réalisée par la propagation d'une onde de contraction, cheminant à travers la substance musculaire de leurs parois, sans l'intervention de nerfs ou de cellules nerveuses.

Comme je l'ai dit, j'ai vu nettement dans un cas cette onde de contraction franchir le pont musculaire entre l'oreillette droite et l'oreillette gauche.

Lorsque la discordance de rythme entre les oreillettes se trouve réalisée par une section pratiquée soit à droite, soit à gauche de la cloison interauriculaire, c'est l'oreillette qui reste adhérente à cette cloison qui règle le rythme des ventricules.

Je publierai sous peu les résultats d'expériences faites dans des conditions analogues et destinées à déterminer la voie par laquelle est réalisée la communauté de rythme entre les deux ventricules et les liens qui relient les pulsations ventriculaires à celles des oreillettes. Ces expériences sont malheureusement contrariées souvent par la facilité déplorable avec laquelle les ventricules du cœur du chien sont envahis par les trémulations fibrillaires, à la moindre lésion mécanique à laquelle on les soumet.

Sur la MYRIOTONIE comme unité dans les mesures osmotiques ;
par L. Errera, membre de l'Académie.

I

Il y a longtemps que les botanistes se sont occupés d'apprécier avec exactitude la valeur osmotique des solutions, et cette question acquiert aussi une importance de jour en jour croissante en physico-chimie, en physiologie animale, en bactériologie.

La valeur dont il s'agit ici a été exprimée de façons très diverses.