

change pas, quelle que soit la longueur du corps. Mais comme, d'autre part, Beneke a montré que, relativement à la taille, le cœur est plus petit chez l'enfant que chez l'adulte, il s'ensuit que le cœur de l'enfant, ayant un volume plus petit et un poids égal, a des parois musculaires plus épaisses et que son travail est mieux assuré pour ce qui concerne les résistances des trajets circulatoires.

Le poids du cœur comparé au poids du corps chez 1540 sujets a permis à Müller de reconnaître que l'accroissement du poids du cœur, tout en suivant celui du corps, est de plus en plus limité à mesure qu'on s'éloigne de l'enfance. Le cœur est, proportionnellement, plus pesant chez l'enfant que chez l'adulte. Deux chiffres suffiront pour fixer les idées à ce sujet. Le poids total du corps, après la croissance complète, représente 19 fois le poids du nouveau-né; le cœur de l'adulte représente à peine 15 fois le poids du cœur à la naissance. D'après Vierordt, le cœur de l'adulte représente 0,52 pour 100 du poids total du corps; chez le nouveau-né il représente 0,89 pour 100 du même poids. La masse du cœur est donc en avance sur celle du corps.

Par rapport à la surface du corps. — La taille, le poids du sujet, son périmètre thoracique ne constituent pas les seuls éléments capables de mesurer approximativement le travail dévolu au cœur. La surface du corps, par le refroidissement qu'elle produit, exerce une réelle action sur la calorification et sur l'activité du cœur. Or, si on rapporte la surface au poids, elle varie proportionnellement en sens inverse. Les chiffres qui expriment la surface envisagée par rapport à l'unité de poids sont plus élevés chez les enfants que chez l'adulte, d'où déperdition plus grande de calorique, et, comme corollaire, obligation de combustions et d'une circulation plus actives, si la température centrale doit se maintenir constante. Or Müller a montré que le poids proportionnel du cœur augmente avec la surface correspondant à l'unité de poids. Pour les corps de 1 à 20 kilog., la surface correspondant à 1 kilog. est de 499 à 720 cmq. Le poids du cœur répondant à 1 kilog. est de 670 milligr. Pour des corps de 40 à 60 kilog., la surface par kilog. est de 292 à 306 cmq. et le poids du cœur par kilog. est de 220 milligr. Pour des corps de 80 à 100 kilog., la surface par kilog. est de 269 à 280 cmq. et le poids par kilog., 180 milligr. Le cœur augmente donc sa masse en proportion de l'étendue de la surface d'évaporation et de réfrigération. Cela se conçoit, puisque les quatre cinquièmes de l'énergie du corps sont transformés en chaleur. Le cœur, qui s'est adapté à la fonction de la croissance, a dû conformer aussi ses proportions aux besoins d'une fonction plus importante encore, la calorification.

Dimensions relatives des artères. — Les exigences circulatoires de la croissance étendent leurs effets, non seulement au cœur, mais aux vaisseaux. Le système artériel doit surtout être envisagé par rapport à la taille, car c'est la longueur du trajet à parcourir qui constitue la résistance principale que rencontre le courant sanguin. Le développement des diamètres transverses et antéro-postérieurs du corps et le poids du corps en général n'exercent qu'une influence très restreinte sur ces résistances.

Le calibre des artères ou la somme des calibres partiels croît avec la

masse générale du corps (Beneke), qui elle-même s'accompagne d'une augmentation de la masse du sang. La largeur des artères est donc maxima dans les deux premières années et à la puberté. Mais cette largeur ne compense pas, au moment de la puberté, l'augmentation brusque des résistances qu'entraîne l'allongement artériel et qui se traduit par l'apparition rapide d'une tension forte. Si on rapporte en effet le calibre des artères à la taille, loin d'offrir un élargissement à la puberté, il est relativement étroit. Beneke a pu même établir, en rapportant toujours ses mensurations à la longueur du corps, qu'il existe un type cardio-vasculaire infantile qui se transforme complètement à la puberté. Le cœur infantile se caractérise par sa grande masse, son petit volume; les artères de l'enfant par leur calibre large. L'adolescent, au contraire, a un cœur volumineux et des artères étroites. Le volume du cœur, de la naissance à la puberté, augmente plus de 12 fois; la circonférence de l'aorte n'augmente que trois fois. Dans la première enfance, le volume du cœur est à la circonférence de l'aorte comme 25 : 20. A la puberté, ce rapport est, au début, 140 : 50; et à la fin, 260 : 61. Le système artériel de l'enfant est donc très large pour la masse du sang, mesurée nécessairement par le volume du cœur, qui doit y pénétrer à chaque contraction cardiaque. Les orifices qui établissent la communication entre le cœur et les vaisseaux subissent des changements très lents. De 1 à 4 ans, les orifices auriculo-ventriculaires et artériels ne varient à peu près pas. L'orifice auriculo-ventriculaire droit reste stationnaire jusqu'à 5 ans. L'orifice aortique a des modifications très lentes jusqu'à 15 ans. Le sang s'écoule, dans la première enfance, par des orifices presque aussi volumineux que dans la seconde enfance.

Le système artériel, considéré dans ses différentes parties, présente chez l'enfant un certain nombre de caractères spéciaux. Les artères du corps et des membres ont, dès la naissance, relativement à la longueur du corps, leur diamètre maximum. Il n'en est pas de même des gros troncs aortiques et pulmonaires, qui sont relativement très étroits chez le nouveau-né : l'artère pulmonaire parce que sa fonction ne se développe qu'à partir de la naissance, l'aorte parce que, chez le nouveau-né, elle fait seule les frais de la circulation artérielle, alors que, chez le fœtus, elle partageait cette charge avec l'artère pulmonaire, en amont de l'isthme de l'aorte.

Chez l'enfant, les artères qui irriguent la tête et les membres supérieurs sont plus larges que les artères iliaques. Les calibres s'égalisent à l'adolescence. Cette disposition favorise le développement cérébral, mais contribue aussi à créer la prédisposition aux affections du cerveau. Dans son ensemble, le système artériel de l'enfant est donc disposé pour assurer au sang une circulation large et facile. Le cœur est énergique, le calibre des artères très développé, les parois artérielles elles-mêmes sont dans des conditions d'intégrité qu'on ne retrouve pas aux autres âges.

Du système capillaire. — L'adaptation des conduits vasculaires à une circulation active se retrouve dans les dispositions générales que présente le système capillaire de l'enfant. D'après Berg, les capillaires dans les poumons, les reins, le foie, la peau, l'intestin sont plus larges, d'une façon absolue,

chez l'enfant que chez l'adulte. Les mailles des réseaux qu'ils forment sont également élargies. Malgré cette augmentation du calibre, Vierordt admet que la masse des capillaires, par rapport à l'unité de poids, est plus considérable chez l'enfant que chez l'adulte, et que par conséquent leur nombre aussi l'emporte dans le jeune âge. Cet énorme développement de la circulation capillaire relève des mêmes causes que la masse relativement considérable du cœur et le large calibre des artères, de l'intensité des actes nutritifs dans un organisme en voie d'accroissement.

Des veines. — On n'a pas calculé d'une façon précise les dimensions relatives du système veineux chez l'adulte et l'enfant. Chez l'adulte, le rapport du diamètre des veines à celui des artères est comme 2 à 1. Dans la première enfance (Alix)¹, les artères sont à peu près égales aux veines. Ce rapport augmente peu à peu. Les veines ont, en effet, une tendance constante à s'élargir et cette tendance entraîne un ralentissement progressif de la circulation veineuse. Les parois des veines ont, chez l'enfant, une résistance marquée qui se comprend parce qu'elles n'ont pas encore été forcées par les longues lutttes contre la pesanteur ou engourdis par l'immobilité des professions sédentaires. Les dispositions anatomiques qui caractérisent le système cardio-vasculaire de l'enfant ont pour conséquence d'établir un type circulatoire fonctionnel, propre à l'enfance, et qui se traduit par les trois phénomènes suivants : 1° *faiblesse de la pression artérielle*; 2° *rapidité de la circulation*; 3° *accélération du pouls*.

Pression. — La pression a été mesurée *directement* chez des animaux de différents âges. Volkmann a reconnu qu'elle était abaissée chez les jeunes. La pression carotidienne du chien adulte était de 150 millimètres de mercure, celle du jeune chien sera de 100. Chez la vache, Volkmann et Ludwig estiment la pression artérielle à 280 millimètres de mercure; chez le veau, elle varie de 122 à 127.

Chez l'homme, elle a été mesurée par différents procédés. Les chiffres obtenus par Vierordt sont les suivants :

Chez le nouveau-né	111 millimètres
A 5 ans	158 —
A 14 ans	171 —
Chez l'adulte	200 —

La plupart des auteurs qui à la suite de Vierordt ont essayé de déterminer la pression artérielle dans l'enfance ont usé de méthodes qui n'ont pas en France une faveur extrême et qui, d'autre part, sont d'une application difficile en clinique courante. Je citerai sur ce point les recherches de Eckert², Heim³, Schaw⁴, d'Anna Kolosowa⁵, qui ont tous pris la tension artérielle soit avec le sphygmomanomètre de Bask, soit avec le tonomètre

(¹) Étude sur la physiologie de la première enfance, 1867.

(²) Eckert. *Wratck*, 1882.

(³) Heim. *Deutsch. med. Wochenschr.*, 1900.

(⁴) Schaw. *Albany medical Annals*. Anal. in *Jahrb. f. Kinderheilk.*, 1900.

(⁵) Kolosowa. *Thèse de Lausanne*, 1902.

de Gaertner. Durand-Viel¹ a cherché à déterminer la mesure de la pression artérielle chez l'enfant normal, en se servant du sphygmomanomètre de Potain, instrument commode et d'une exactitude suffisante pour les besoins journaliers. Il constate des variations assez grandes dans les chiffres obtenus, variations qu'il attribue au développement corporel différent suivant les sujets. En prenant la moyenne des mensurations diverses, qu'il a faites sur des enfants de 4 à 25 ans, il admet que la pression normale est la suivante :

4 et 5 ans	8,5 à 10	10 et 11 ans	12 à 15
6 et 7 —	10 à 11	12 et 15 —	15 à 14
8 et 9 —	11 à 12	14 et 15 —	14 à 15,5

Les chiffres qu'il donne sont d'ailleurs légèrement supérieurs à ceux indiqués par Potain. Ce dernier a déterminé la pression artérielle chez une série de jeunes sujets, dont les uns étaient soignés pour la teigne à l'hôpital Saint-Louis; les autres étaient élèves de l'École d'Alembert de Montevrain, tous d'ailleurs dans d'excellentes conditions physiques ou hygiéniques. Ces moyennes ont été ainsi caractérisées.

De 5 à 7 ans, pression artérielle de	8,6
De 8 à 12 — — — — —	9,4
De 15 à 17 — — — — —	15,7
De 18 à 20 — — — — —	15,1

Quant à la mensuration de la tension artérielle dans le premier âge, elle a été négligée jusqu'ici; Durand-Viel, par exemple, prétend qu'il est impossible de la déterminer au-dessous de 4 ans parce que, suivant lui, le développement de la graisse sous-cutanée, la forme ronde de l'avant-bras ne rendent pas aisée l'application de la poire; en outre les mouvements de l'enfant sont eux aussi un obstacle. Pourtant un élève de mon service M. Grumbach², étudiant à titre incident la pression artérielle chez le nourrisson, trouve néanmoins qu'il est possible de prendre le chiffre de la pression artérielle à cette période de la vie, si l'on a le soin de ne gonfler qu'à demi la poire qui doit être appliquée sur le vaisseau; les variations sont plus grandes que chez l'enfant plus âgé ou chez l'adulte : de 1 mois à 22, le chiffre oscille de 5 à 15 de l'échelle Potain.

Il convient d'ailleurs de remarquer que ces données concernant la tension artérielle chez l'enfant ne sont pas d'une application très courante, car les maladies entraînant l'élévation de la pression vasculaire (diabète, néphrite interstitielle chronique, affections aortiques) ne sont point fréquentes. La détermination instrumentale et exacte de la pression n'a donc pas l'importance séméiologique qu'on doit lui attribuer au contraire dans l'âge moyen de la vie. Dans la règle, l'hypotension survient facilement au cours des divers états morbides.

C'est qu'en effet, comme on peut le déduire des tableaux précédents, avant 20 ans, la pression dans le système artériel est d'une valeur moindre

(¹) DURAND-VIEL. *Des variations de la pression artérielle au cours de quelques maladies chez les enf.*

(²) GRUMBACH. *De la tension de la fontanelle trismatique chez les nourrissons*. Th. de Lyon, 1902.

que chez l'adulte. La faiblesse de la pression a pour effet de diminuer le travail du cœur, celui-ci se calculant d'après la masse du sang chassé et la pression artérielle à vaincre. La masse proportionnelle du sang est la même chez l'adulte et le nouveau-né. Si on admet, en effet, avec Robin et Hiffelsheim, que la capacité moyenne des ventricules du nouveau-né est de 8 centimètres cubes, le poids moyen du nouveau-né étant de 3 kilogrammes, la masse proportionnelle du sang chassé à chaque systole sera de $8/3000 = 1/375$ du poids du corps, chiffre qui se rapproche de celui qu'on trouve chez l'adulte. Par conséquent, le développement du cœur infantile n'est pas commandé par un surcroît de travail qui serait dû à la masse du sang à mouvoir. Au contraire, les résistances artérielles sont moindres. Tout concourt à diminuer les charges du cœur. D'après les calculs de Vierordt, si on prend les chiffres absolus, le travail du cœur dans l'unité de temps est 20 fois plus considérable chez l'adulte que chez le nouveau-né. Le travail relatif est supérieur chez l'enfant.

La masse du sang qui s'écoule à travers l'unité de poids dans l'unité de temps est, d'après Vierordt, de 579 chez le nouveau-né, de 506 à 5 ans, 246 à 14 ans, 206 chez l'adulte. La vitesse de la circulation est par là même démontrée plus grande chez l'enfant. La faible tension artérielle, l'impulsion énergique du cœur l'expliquent dans une certaine mesure; l'accélération des battements du cœur en est la cause principale.

Nombre de pulsations. — D'après Roger, le pouls oscille durant la première année entre 80 et 120; dans la première enfance, il se maintient entre 80 et 110. Dans la seconde enfance, il tombe à 80 ou 90; et, à la puberté, atteint 70 à 80. Hensch a compté 120 à 140 pour les 4 premiers mois, 100 à 120 pour la deuxième année. Chez le nouveau-né, le pouls, après s'être ralenti quelques instants après l'accouchement, devient très fréquent dans les heures qui suivent: 144 (Elsässer), 154 (Floyer), 156 (Smith). La moyenne du premier jour est de 150 (Jacquemier et Lediberder). Celle de la première semaine est de 125 à 120 (Elsässer, Mignot, Gorham). Celle de la seconde semaine 155,4 (Elsässer). Celle de la troisième 151,9 (Elsässer). Trousseau trouva 152 le second mois, 128 de 5 à 6 mois, 120 de 6 à 12 mois. Chez le nourrisson, les influences extérieures créent des variations considérables. La tétée, les cris, les mouvements déterminent des accélérations de 14 à 16 pulsations (Seux). Les différences entre l'état de sommeil et de veille peuvent atteindre le chiffre de 40 pulsations (Hohl et Alix). Neumann¹ trouve également que l'activité cardiaque est d'autant plus grande que l'enfant est plus jeune: il fixe les chiffres suivants: 110 dans la première année, puis 100 jusqu'à la 5^e année, dans les deux sexes; ultérieurement, une différenciation survient: chez les garçons on compte jusqu'à la 9^e année, 82, chez les filles 94.

La première enfance se caractérise par une irrégularité physiologique du pouls. Il y a des séries ralenties et accélérées. La séméiologie du cœur doit en tenir compte.

(¹) NEUMANN. Ueber dilatativ Herzschwäche. *Jahrb. f. Kinderheilk.*, 1900, p. 297.

Vitesse de la circulation. — Nous avons déjà dit que la circulation de l'enfant était plus rapide que celle de l'adulte. Voici des chiffres comparatifs. D'après Vierordt le cycle complet de la circulation s'accomplit en 27 pulsations, quelle que soit l'espèce considérée. En appliquant cette règle à l'homme, on voit que la durée d'une révolution de la circulation accomplit son cycle:

Chez le nouveau-né en	12'' 1	134 pulsations
A 5 ans	15''	108 —
A 14 ans	18'' 6	87 —
Chez l'adulte	22'' 1	72 —

Dastre et Morat¹ ont montré que, chez les jeunes animaux, l'appareil modérateur intra-cardiaque est peu actif. Le pneumogastrique ne fonctionne pas pendant la vie fœtale et dans les premiers moments qui suivent la naissance. Chez le chat, du 2^e au 7^e jour, l'excitation électrique du pneumogastrique arrête le cœur, mais la section des deux vagues ne l'accélère pas (Anrep). Dans la 5^e semaine, l'excitation du pneumogastrique arrête le cœur, sa section l'accélère, mais l'avantage reste encore au système accélérateur (Anrep).

Résistance du cœur. — Le cœur de l'enfant est encore remarquable par sa résistance vis-à-vis de la fatigue, ce qu'on peut vérifier tous les jours chez les enfants cardiaques. Heinricius², en établissant une circulation artificielle dans des cœurs de fœtus de chiens et de lapins, a vu les contractions cardiaques se prolonger très longtemps. S'il tétanisait le cœur, le rythme reprenait dès qu'il cessait l'excitation. Ohlmüller³ a vu, chez des enfants athreptiques, tous les organes diminuer de volume et de poids à l'exception du ventricule gauche qui garde son aspect normal.

II. — EXAMEN DU CŒUR CHEZ L'ENFANT

Nous laisserons de côté les différents procédés d'examen du cœur qui sont d'ailleurs communs à l'adulte et à l'enfant, nous bornant à signaler quelques particularités intéressant le jeune âge. Il faut rappeler que, outre les moyens anciens de mensuration de l'aire cardiaque, et surtout pour juger des dimensions attribuables à chacune des cavités, on peut recourir à l'examen radioscopique ou radiographique tel que l'ont préconisé MM. Variot et Chicotot⁴; seul ou combiné avec la projection graphique, suivant la méthode Destot⁵ et de son élève Grogard⁶, il peut donner des renseignements très précieux: j'aurai d'ailleurs l'occasion d'y revenir plus amplement par ailleurs, car, en pathologie cardiaque, les données qu'il

(¹) Des tachycardies. *Th. de Lacerna*, Paris.

(²) HEINRICIUS. *Ztsch. f. Biologie*, t. VIII.

(³) OHLMÜLLER. Sur la diminution des organes dans l'athrepsie. *Dis. de Munich*, 1882.

(⁴) VARIOT et CHICOTOT. Une méthode de mensuration de l'aire du cœur par la radiographie. *C. R. Acad. des sciences*, 27 juin 1898.

(⁵) DESTOT. *Soc. des sciences méd. de Lyon*, 1902.

(⁶) GROGARD. *Thèse de Lyon*, 1902.