

ESTUDO ALOMÉTRICO DO CRESCIMENTO CARDÍACO EM FETOS BRASILEIROS ESTADIADOS (10-28ª SEMANAS PÓS-CONCEPÇÃO)

CARLOS ALBERTO MANDARIM-DE-LACERDA*

O crescimento cardíaco foi estudado em 31 fetos entre a 10ª e a 28ª semana pós-concepção (SPC). Os corações foram avaliados quantitativamente considerando o peso, os diâmetros internos da artéria pulmonar e aorta, a largura ventricular total, e o comprimento "sulcus terminalis-apex cordis". Os dados foram correlacionados com a idade gestacional usando o método alométrico ($Y = b X^x$). As equações e as curvas de crescimento são descritas. No período analisado da

vida fetal observamos que o peso corporal é 130 vezes maior do que o peso do coração, o comprimento "st-apex" cresce 18,11% mais do que a largura ventricular, o diâmetro da artéria pulmonar cresce 40,72% mais do que o diâmetro da aorta. Este estudo é a primeira quantificação do crescimento do coração numa população de fetos brasileiros e os resultados poderão servir para avaliar melhor o desenvolvimento cardíaco em exames ultrassonográficos.

Arq. Bras. Cardiol. 50/1: 29-32—Janeiro 1988

O crescimento do coração humano tem sido estudado apenas com base na variação do peso cardíaco¹⁻⁷.

Grant⁸, em 1961, iniciou a publicação de estudos quantitativos sobre o desenvolvimento do coração tendo em vista a detecção de anomalias do desenvolvimento. Atualmente é consenso que patologias cardíacas que influem no tamanho do coração sem alterar sua arquitetura necessitam métodos quantitativos de estudo. Fisiologicamente o coração fetal pode ser analisado de modo quantitativo⁹, embora morfológica-mente este estudo ainda não seja rotineiro.

Os avanços recentes da ultrassonografia tem permitido examinar órgãos fetais em estágios mais precoces do desenvolvimento¹⁰. Entretanto, o conhecimento atual do crescimento cardíaco quantitativo é escasso no que se refere às medidas lineares que o exame pelo ultrassom permite avaliar.

O objetivo deste estudo é quantificar o crescimento do coração em fetos brasileiros estadiados usando o método alométrico e determinando curvas de crescimento para diversos parâmetros cardíacos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudamos 31 fetos brasileiros estadiados entre a 10ª e a 28ª semana pós-concepção (SPC), obtidos de abortos espontâneos (21 masculinos, 10 femininos).

Nenhum espécime apresentou anomalia congênita ou edema exagerado nas formas externas. A raça, idade e paridade materna, sexo do feto não influenciaram na seleção dos espécimes. A idade gestacional (SPC) foi determinada pelo critério do "comprimento do maior pé"¹¹ e a amostra teve a distribuição indicada na tabela I. O peso total do feto e o peso do coração isolado foi medido com balança de precisão de 0,01 gramas. Outras medidas cardíacas foram realizadas: diâmetros internos da artéria pulmonar e da aorta, imediatamente acima das valvas, largura ventricular medida logo abaixo do sulco atrioventricular, comprimento entre o "sulcus terminalis" e o "apex cordis".

TABELA I—Distribuição da amostra de fetos estudados em relação com idade gestacional em semanas pós-concepção (SPC)

Idade Fetal (SPC)	Número de Fetos	%
10—13	2	6,4
14—17	6	19,4
18—21	7	22,6
22—25	8	25,8
26—28	8	25,8
TOTAL	31	100,0

Trabalho realizado na Disciplina de Anatomia Humana, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

* Chefe da Disciplina, Doutor em Anatomia pela Université René Descartes/França.

A equação alométrica¹² foi empregada para estabelecer as curvas de crescimento das diversas medidas. Na equação $Y = b X^{\mu}$, X foi a idade fetal (SPC) e Y os outros parâmetros cardíacos. Os dados foram transformados em logaritmos e usados no cálculo das equações de correlação (método dos mínimos quadrados, sendo $\log Y = \log b + \mu \log X$). Depois os resultados foram transformados para a forma exponencial. Deste modo μ é o coeficiente alométrico e mede a aceleração da velocidade do crescimento do coração¹⁴. A área integral destas curvas foi usada para comparar a ascensão do crescimento dos diversos parâmetros analisados.

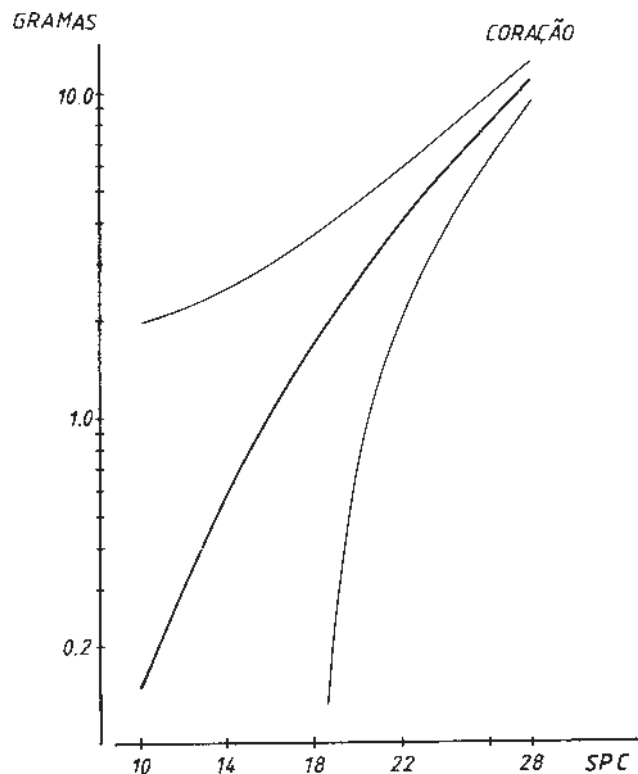
RESULTADOS

Os resultados são apresentados na tabela II e nas figuras 1, 2 e 3.

TABELA II—Equações alométricas relacionadas às curvas de crescimento das figuras 1, 2 e 3 (r = coeficiente de correlação)

Parâmetro "Y"	$5,9 Y = b X^{\mu}$	r^{**}
PESO DO FETO (g)	$Y = 2,16 \times 10^3 X^{4,02}$	0,98
PESO CARDÍACO (g)	$Y = 9,66 \times 10^6 X^{4,18}$	0,95
COMPRIMENTO "ST-APEX" (cm)	$Y = 6,78 \times 10^2 X^{1,20}$	0,90
LARGURA VENTRICULAR (cm)	$Y = 1,76 \times 10^2 X^{1,52}$	0,92
DIÂMETRO DA ARTÉRIA PULMONAR (cm)	$Y = 2,62 \times 10^3 X^{1,56}$	0,95
DIÂMETRO DA AORTA (cm)	$Y = 3,88 \times 10^3 X^{1,36}$	0,91

* parâmetro "X" = idade fetal em SPC; 8 ** $p < 0,01$



COLOCAR A FIGURA 1

Fig. 1 — Curva do crescimento do peso fetal correlacionado com a idade gestacional em semanas pós-concepção (SPC). A equação desta curva está indicada na tab. II. Estão também representadas as curvas de segurança máxima e mínima (percentil 95% e 5% respectivamente).

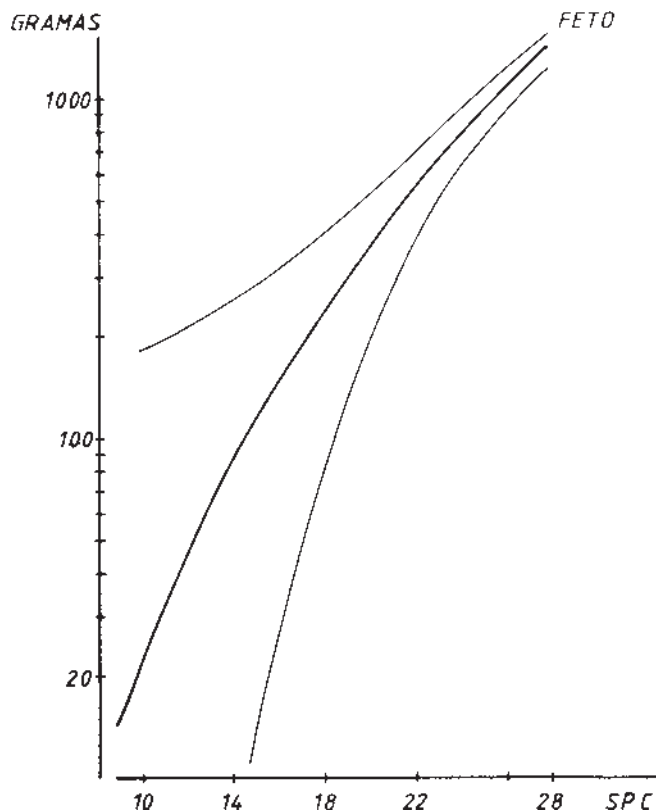


Fig. 2 — Curva de crescimento do peso cardíaco fetal correlacionado com a idade gestacional em semanas pós-concepção (SPC). A equação desta curva está indicada na tab - II. Estão representadas também as curvas de segurança máxima e mínima (percentil 95% e 5%, respectivamente).

DISCUSSÃO

As curvas de crescimento do peso corporal do feto e do peso cardíaco (fig. 1 e 2, respectivamente) apresentam uma ascensão relativamente semelhante. O coeficiente alométrico μ para estas duas curvas tem módulo com ordem de grandeza também semelhante (tab II). A comparação das áreas integrais indica que o peso do feto cresce cerca de 130 vezes mais do que o peso cardíaco no intervalo de tempo analisado (mais exatamente 12.980,59%). Após o nascimento, principalmente em adultos, é melhor comparar o peso cardíaco com o comprimento do corpo¹⁵. Entretanto é interessante assinalar que nos fetos que estudamos a razão entre o peso do coração e o peso do corpo foi da ordem de 0,76% (este valor tem a mesma ordem de grandeza dos resultados de Tanimura e col⁶ também em fetos), mas em adultos esta razão é bem menor, da ordem de 0,46¹⁶.

As curvas de crescimento dos parâmetros lineares do crescimento cardíaco estão representadas na figura 3 e as respectivas equações estão indicadas na tabela II. Esta é a primeira vez que tais parâmetros são estudados alometricamente no feto humano (todos os autores citados até o momento analisaram o "peso cardíaco" para estudar o desenvolvimento deste ór-

gão. Schulz e Giordano⁵ mediram, além do peso do coração, alguns parâmetros lineares, mas estudaram o feto de termo e crianças até 15 anos de idade.

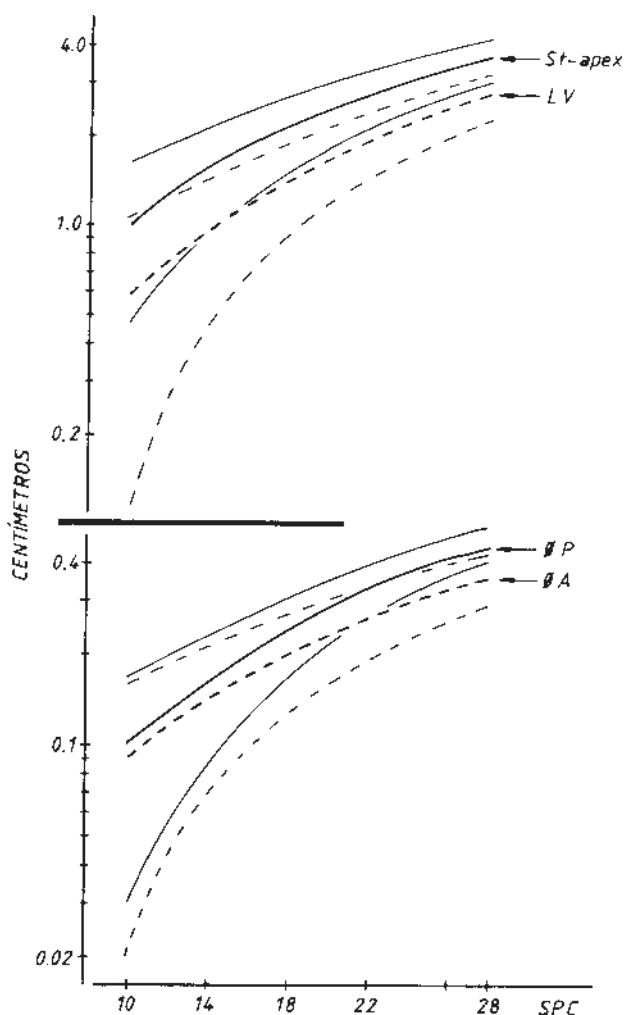


Fig. 3 — Curvas de crescimento dos parâmetros lineares cardíacos correlacionados com a idade gestacional em semanas pós-concepção (SPC). As equações destas curvas estão indicadas na tab. II. As curvas de segurança máxima e mínima também estão representadas (percentil 95% e 5% respectivamente). Æ P—diâmetro da artéria pulmonar; Æ A—diâmetro da aorta; L V—largura ventricular; st-apex—comprimento “sulcus terminalis apex cordis”.

A comparação das áreas integrais das curvas de crescimento comparam o produto aumento do parâmetro linear versus a idade fetal (isto é, cm x SPC). Assim procedendo encontramos que o crescimento do comprimento “st-apex” é 18,11% maior do que a largura ventricular, o do diâmetro da artéria pulmonar é 40,72% maior do que o do diâmetro da aorta. Estas medidas crescem, em média, 20% a cada duas semanas até a 18^a SPC, reduzindo gradativamente esta taxa de crescimento a medida em que o feto se aproxima da 28^a SPC. O peso do feto e o peso cardíaco crescem, em média, 80% a cada duas semanas até a 18^a SPC, depois a taxa de crescimento dos pesos se reduz

gradativamente, mas nunca é inferior a 40% a cada duas semanas. Estes dados podem ser aferidos com mais detalhe se calcularmos a dimensão das medidas para cada uma determinada SPC usando as equações da tabela II, acompanhando assim o crescimento proporcional das medidas em intervalos de duas semanas, por exemplo.

Os coeficientes alométricos das medidas lineares do coração possuem ordem de grandeza semelhante. O μ do diâmetro interno da artéria pulmonar é o mais elevado, seguido do μ da largura ventricular, os outros coeficientes têm módulo menor. Na vida fetal a artéria pulmonar está submetida a um regime de pressão elevada comparativamente, isto poderia explicar o elevado Y deste parâmetro.

As curvas de crescimento que apresentamos têm utilidade prática na determinação quantitativa de anomalias cardíacas e na determinação da idade gestacional se pudermos avaliar o coração fetal com o auxílio da ultrassonografia. Pela primeira vez este estudo é feito em uma população de fetos brasileiros previamente estadiados.

SUMMARY

The growth of the human heart was studied in 31 staged Brazilian fetuses (gestational age ranged from 10 to 28 weeks post-conception, WPC). The hearts were evaluated as to weight and the following linear parameters: the pulmonary (Æ P) and aortic (Æ A) diameters, the ventricular width (VW) and the length of the “sulcus terminalis-apex cordis” (st-apex). The data were correlated with the gestational age by using the allometric method ($Y = b X^x$). The equations and the growth curves are presented. In the fetus the body weight is 130 times larger than heart weight, the st-apex length is 1.18 times greater than the VW and Æ P is 1.41 times wider than the Æ A. This study has practical utility for quantitative determination of cardiac anomalies and for determination of gestational age since the fetal heart can be ultrasonographically evaluated.

REFERENCIAS

1. Smith, H. L.—The relation of the weight of the heart to the weight of the body and of the weight of the heart to age. *Am. Heart J.*, 4: 79, 1928.
2. Wylie, B.; Amidon, B. F. — Correlation of weight, length and time factors in fetal age. *Am. J. Obst. Gynecol.*, 61: 193, 1951.
3. Gruenwald, P.; Minh, H. N.—Evaluation of body and organ weights in perinatal pathology. I. Normal standards derived from autopsies. *Am. J. Clin. Pathol.*, 34: 247, 1960.
4. Schulz, D. M.; Giordano, D. A.; Schulz, D. H.—Weights of organs of fetuses and infants. *Arch. Pathol.*, 74: 244, 1962.
5. Schulz, D. M.; Giordano, D. A.—Hearts of infants and children. *Arch. Pathol.*, 74: 464, 1962.
6. Tanimura, T.; Nelson, T.; Hollingsworth, R. R.; Shepard, T. H. — Weight standards for organs from early human fetuses. *Anat. Rec.*, 171: 227, 1971.

7. Takai, S.; Akiyoshi, T. — Association of weights of some organs during the prenatal period. *Ann. Hum. Biol.*, 6: 85, 1979.
8. Grant, H. P. — Quantitative morphology. A new approach to cardiac pathology. *Circulation*, 23: 645, 1961.
9. Wickham, P. J. D.; Dawes, G. S.; Belcher, R. — Development of methods for quantitative analysis of the fetal heart rate. *J. Biomed. Eng.* 5: 302, 1983.
10. Sato, A.; Yamaguchi, Y.; Liou, S. M.; Sato, M.; Suzuki, M. — Growth of the renal kidney assessed by real-time ultrasound. *Dyne col. Obst. Inv.* 20: 1, 1985.
11. Streeter, G. L. — Weight, sitting height, head size, foot length, and menstrual age of the human embryo. *Contr. Embryol. Carnegie Inst.* 11: 143, 1920.
12. Huxley, J. S. — Problems of Relative Growth. Londres. Methuen. 1932.
13. White, J. F.; Gould, S. J. — Interpretation of the coefficient in the allometric equation. *Am. Nat.* 99: 5, 1965.
14. Pineau, H. — La croissance et ses lois. Paris, 1965. (Tese. Université René Descartes).
15. Zeek, P. M. — Heart weight. I. The weight of the normal human heart *Arch. Pathol.* 34: 820, 1942.
16. Thoma, R. — Untersuchungen über die Grösse und das Gewicht der anatomischen Bestandtheile des menschlichen Körpers im gesunden und kranken Zustände. Leipzig, Vogel, 1882.