

ANGIOCARDIOGRAFIA RADIOISOTÓPICA NA HIPERTENSÃO PULMONAR: CORRELAÇÃO COM DADOS HEMODINÂMICOS.

ANTÔNIO AUGUSTO BARBOSA LOPES, JOSÉ CLÁUDIO MENEGUETTI, JOSÉ SOARES JR., MIGUEL ANTÔNIO N. RATTI, MUNIR EBAID, EDWALDO EDUARDO CAMARGO.

Com o objetivo de verificar a correlação entre achados de angiocardiografia radioisotópica (ACR) e de estudo hemodinâmico, em portadores de hipertensão pulmonar, foram avaliados 18 pacientes apresentando a forma primária ou secundária da doença. No estudo radioisotópico foram utilizadas hemácias marcadas in vivo com ^{99m}Tc . Obtida a curva de primeira passagem pelos pulmões, calculou-se a derivada máxima da fase ascendente da mesma, normalizada para a contagem máxima da curva pulmonar ($D_{\text{máx}}$). No estudo hemodinâmico foram obtidos os valores da pressão

média da artéria pulmonar ($\overline{\text{PAP}}$), a resistência pulmonar (R_p) e a relação com a resistência sistêmica (R_p/R_s). Observou-se correlação significativa entre $D_{\text{máx}}$ e R_p ($r_s = -0,70$; $p < 0,001$), entre $D_{\text{máx}}$ e R_p/R_s ($r_s = -0,69$; $p < 0,001$) e entre $D_{\text{máx}}$ e $\overline{\text{PAP}}$ ($r_s = -0,59$; $p > 0,01$).

A análise da fase ascendente da curva de pulmão obtida pela ACR fornece informações importantes para estimar variáveis hemodinâmicas nestes pacientes.

Arq. Bras. Cardiol. 50/5:311-314—Maio 1988

A hipertensão pulmonar primária ou secundária é uma síndrome que relaciona múltiplos mecanismos etiopatogênicos¹. O diagnóstico da entidade é reconhecidamente difícil, sobretudo no início de sua evolução. Embora com algumas limitações conceituais², o valor da resistência arteriolar pulmonar verificado durante o estudo hemodinâmico, tem sido considerado um importante indicador de gravidade. O interesse pelo desenvolvimento de métodos não invasivos para determinação da extensão da doença fundamenta-se na possibilidade da repetição periódica do exame durante o acompanhamento do paciente. Neste sentido destacam-se os estudos ecocardiográficos³⁻⁵ e radioisotópicos, podendo este último identificar padrões de perfusão pulmonar⁶⁻⁸ ou fornecer dados passíveis de correlação com variáveis hemodinâmicas⁹⁻¹¹.

O presente estudo tem por objetivo correlacionar informações obtidas através da angiocardiografia radioisotópica, na primeira passagem pelo pulmão de hemácias marcadas com tecnécio-99m (^{99m}Tc), com o valor das pressões e resistência pulmonar observados durante o estudo hemodinâmico.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Reuniram-se 18 pacientes portadores de hipertensão pulmonar primária ou secundária, com idades entre 1 e

40 anos (tab. 1). Consideraram-se critérios de inclusão, a presença de pressão média na artéria pulmonar superior a 18mmHg, obtida durante estudo hemodinâmico e a disponibilidade da angiocardiografia radioisotópica (ACR) no intervalo de tempo não superior a 30 dias. Não se incluíram portadores de sinais clínicos de insuficiência cardíaca direita.

Estudo hemodinâmico—O exame foi realizado como complementação diagnóstica em todos os casos, tendo sido efetuado por via venosa sempre que possível, sendo a via arterial retrógrada utilizada ocasionalmente. A avaliação dos fluxos pulmonar e sistêmico e das respectivas resistências foi feita pelo método de Fick com valvas assumidas para o consumo de oxigênio. A resistência pulmonar foi calculada pela diferença de pressões entre território arterial e capilar e expressa em unidades de Wood (mmHg/l.min^{-1}), relacionadas a superfície corpórea.

Angiocardiografia radioisotópica—Durante a realização do exame, os pacientes, na faixa etária pediátrica, mantiveram-se sedados com hidrato de cloral (30mg/Kg de peso). Utilizaram-se hemácias marcadas in vivo com ^{99m}Tc na dose de 10,5MBg/Kg de peso, em administração venosa periférica. Empregou-se câmara de cintilação Ohio-Nuclear série 100 com colimador de média resolução, sendo registrada uma imagem por segundo em incidência anterior, a partir

do aparecimento da veia cava superior. A informação relacionada à primeira passagem pelo pulmão foi processada com auxílio de computador do tipo Sophamedical S-500 sendo obtida a curva tempo-atividade correspondente à área de interesse selecionada. Analisando-se a fase ascendente da curva de pulmão, obtve-se a função primeira derivada, cujo valor máximo constitui a variável escolhida para comparação dos dados hemodinâmicos. Considerando-se que este valor (expresso em contagens por segundo) depende do número total de contagens na região de interesse selecionada e da quantidade injetada do radioisótopo, preferiu-se relacionar o pico da derivada, com o valor da contagem máxima da curva de pulmão. Desta forma, a variável Dmáx. foi expressa em porcentagem da contagem máxima, por segundo (fig. 1-A). Foram os seguintes os elementos hemodinâmicos selecionados para o estabelecimento das correlações: pressão média na artéria pulmonar—PAP; resistência pulmonar—Rp; relação entre as resistências pulmonar e sistêmica—Rp/Rs.

TABELA I—Elementos diagnósticos, achados radioisotópicos e hemodinâmicos.

Paciente N.	Idade Anos	Diagnóstico	Dmáx.	PAP (mmHg)	R _p (U/m ²)	R _p /R _s
1	10	HPP	0,14	74	26,4	0,68
2	10	HPP	0,17	59	13,2	0,44
3	16	HPP	0,16	57	9,5	0,56
4	13	HPP	0,11	67	17,5	0,68
5	16	LES	0,11	59	16,6	0,51
6	40	DVSVD	0,12	74	19,0	0,50
7	9	VU	0,16	57	18,6	0,81
8	16	PCA	0,10	91	36,8	0,96
9	15	PCA-Pós-Op*	0,16	57	7,8	0,36
10	2	CIV-Pós-Op	0,16	28	4,4	0,11
11	10	CIA	0,17	19	2,7	0,12
12	8	CIV-Pós-Op	0,16	19	2,9	0,18
13	24	HPP	0,13	55	12,5	0,50
14	1	PCA	0,09	42	18,2	0,59
15	38	CIV	0,08	104	28,9	1,60
16	8	CIV-JAoP-Pós-Op	0,19	35	5,1	0,24
17	2	TGA-Pós-Op	0,18	19	6,8	0,28
18	3	Hipertrofia	0,12	51	13,0	0,62

CIA—comunicação interatrial; CIV—comunicação interventricular; DVSVD—dupla via de saída de ventrículo direito; HPP—hipertensão pulmonar primária; JAop—janela aorto-pulmonar; LES—lupus eritematoso sistêmico; PCA—persistência do canal arterial; TGA—transposição das grandes artérias; VU—ventrículo único; *Pós-op—indica defeitos já corrigidos.

Procedimento estatístico—No presente estudo, utilizou-se amostra de pacientes de tamanho arbitrário. Não havendo informação sobre as características da variável Dmáx. e tendo-se observado assimetria considerável (índice de assimetria de Pearson = 0,66) optou-se por estudar as correlações com o auxílio do coeficiente de Spearman— r_s . A reprodutibilidade nos valores da Dmáx. no mesmo paciente foi avaliada em cinco casos, em dois dias consecutivos. Adotou-se nível de significância igual a 0,05.

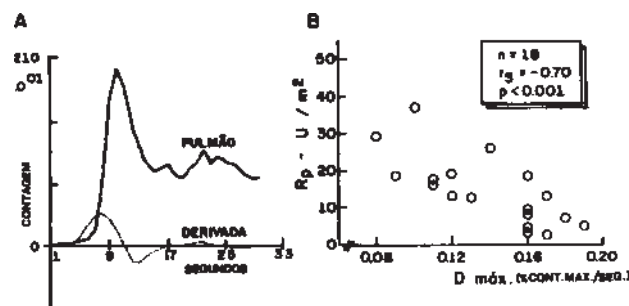


Fig. 1—A—Caso de nº 16: curva de pulmão e respectiva derivada. A Dmáx. corresponde ao quociente entre o pico da derivada e a contagem máxima, neste caso igual a 0,19 contagem máxima/seg. B—Relação entre Dmáx. e a resistência arteriolar pulmonar em 18 pacientes: r_s corresponde ao coeficiente de Spearman.

RESULTADOS

Os dados observados encontram-se reunidos na tabela 1. Os pacientes na presente amostra caracterizam-se por apresentar níveis elevados de pressão (média 53,7; desvio padrão 23,3mmHg) e resistência pulmonar (média 14,4; desvio-padrão 9,2u/m² em território pulmonar. A avaliação radioisotópica revelou valores da Dmáx. normalizada que variaram entre 0,08 e 0,19. A variação média nos valores da Dmáx. em dias consecutivos foi de apenas 10%.

Observou-se correlação negativa significante entre a Dmáx. e a resistência pulmonar ($r_s = -0,70$; $p < 0,001$ —figura 1-B). Semelhante correlação foi constatada entre Dmáx. e a relação Rp/Rs ($r_s = -0,69$; $p < 0,001$). Embora ainda significante, houve menor correlação entre Dmáx. e o nível de pressão média em artéria pulmonar ($r_s = -0,59$; $p < 0,01$). A análise particular do subgrupo de 13 pacientes sem comunicações interventriculares ou interarteriais não trouxe incremento na relação entre Dmáx. e a resistência pulmonar ($r_s = -0,62$; $p < 0,025$).

DISCUSSÃO

Em pacientes portadores de hipertensão pulmonar, a angiocardiografia radioisotópica pode oferecer dois tipos fundamentais de informações passíveis de correlação com variáveis hemodinâmicas. A primeira situação diz respeito à avaliação da função ventricular direita através de sua fração de ejeção (FEVD). Embora exista evidência de razoável correlação entre FEVD e pressões sistólica e média e ainda resistência pulmonar¹¹, outras verificações sugerem a resposta da FEVD ao exercício, como melhor indicador dos níveis de pressão na pequena circulação¹². Acrescentam-se a estas, variáveis mais específicas como a fração de ejeção regional direita, na segunda metade da sístole ventricular, que pode ser considerada como um bom estimador da pressão sistólica pulmonar¹³.

O segundo ponto de interesse da ACR diz respeito às informações que podem ser obtidas através da análise da curva de pulmão na primeira passagem. Verne-

joul e col⁹ estimaram pressões e resistências, através de um modelo baseado nos tempos de trânsito pulmonar e enchimento ventricular esquerdo, demonstrando boa correlação com valores observados durante o estudo hemodinâmico. Outros estudos indicam a possibilidade de se avaliar a relação Qp/Qs entre fluxos pulmonar e sistêmico, processando-se a curva de pulmão na primeira passagem e recirculação, de maneira semelhante ao que é feito com curvas de diluição de corantes^{10,14,15}. Este método, entretanto, tem aplicação restrita aos pacientes com hiperfluxo pulmonar conseqüente a comunicações intra-cardíacas ou interarteriais, características infrequentes entre os integrantes do presente estudo.

Pareceu-nos razoável supor que a derivada máxima na fase ascendente da curva de pulmão apresentasse boa correlação com variáveis hemodinâmicas naquele território. Os resultados observados confirmaram a hipótese. A fase ascendente da referida curva representa, em realidade, o ritmo de chegada das hemácias marcadas na circulação pulmonar; este ritmo depende do nível da resistência vascular. Embora não pertinente aos objetivos do presente estudo, pode-se prever limitações, em pacientes com disfunção ventricular direita acentuada. Na análise comparativa, as avaliações de fluxos e conseqüentemente resistências vasculares, foram efetuadas empregando-se o método de Fick, considerado de eleição sempre que a presença de comunicações intra-cardíacas ou interarteriais é cogitada. A utilização de valores assumidos para o consumo de oxigênio é uma limitação reconhecida, podendo trazer certo grau de imprecisão nas medidas. Entretanto, não havendo utilização de drogas durante o exame, erros grosseiros não são habituais, havendo outros autores que recorreram a mesma metodologia¹⁶⁻¹⁸. Ressalta-se que a avaliação do fluxo pulmonar em presença de grandes "shunts" de esquerda para direita, encontra maior obstáculo nos altos níveis de saturação em artéria pulmonar do que no consumo de oxigênio em si. Estas dificuldades entretanto não invalidam as conclusões, uma vez que os autores não se propuseram a comparar dois métodos de estimação da mesma variável, mas simplesmente a correlacionar duas variáveis diferentes que retratam a mesma situação clínica, cada qual com suas limitações próprias.

A avaliação isolada dos 13 pacientes sem comunicações entre os sistemas não mostrou incremento na correlação entre as variáveis estudadas. Ao contrário, melhor correlação foi observada com o grupo como um todo. O fato permite supor que a Dm_{ax}. possa ser utilizada indistintamente, seja o paciente portador ou não de tais comunicações. Esta suposição necessitará confirmação com estudos ulteriores, envolvendo número maior de indivíduos portadores de desvios interventriculares ou interarteriais.

Em conclusão, os dados observados permitem confirmar a correlação entre os achados da angiocardiografia radioisotópica e dados hemodinâmicos. A

variável apresentada neste estudo caracteriza-se fundamentalmente pela simplicidade de obtenção. O caráter não invasivo do exame torna possível sua repetição periódica durante o acompanhamento de pacientes portadores de hipertensão pulmonar.

SUMMARY

To assess the relationship between radionuclide angiographic data and hemodynamic findings, 18 patients with primary or secondary pulmonary hypertension, were studied. Radionuclide angiographic data were obtained by in vivo red blood cell labeling with technetium-99m pertechnetate. A pulmonary time-activity curve was plotted using the firstpass technique. The first derivative of the upstroke of the time-activity curve was normalized to the maximum count rate of the pulmonary time-activity curve (Dm_{ax}.), and compared to mean pulmonary arterial pressure (PAP), pulmonary resistance (Rp) and the ratio Rp/Rs. There was a good correlation between Dm_{ax}. and Rp (R = - 0,70; p < 0,001), and Rp/Rs (R = - 0,69; p < 0,001). However, although statistically significant, the correlation between Dm_{ax}. and PAP was poorer (R = - 0,59; p < 0,01).

These data confirm the usefulness of radionuclide angiography in the assessment of pulmonary hemodynamic parameters in patients with pulmonary hypertension.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração técnica de Silvana dos Santos, Agda Cecília Leite Munhoz, Eliana Mara Sala Maltez, Edeimar Luiz Zanardo, Rubens Abe, Vincenzo Roppolo Neto, na obtenção dos dados radioisotópicos; à Sra. Mitsuko Mori pela execução do desenho gráfico; à equipe de enfermagem na pessoa da Srta. Célia Yukiko Osato e à Srta. Teresa Cristina de Oliveira pela assessoria como secretária.

REFERÊNCIAS

1. Hughes, J. D.; Rubim, L. J.—Primary pulmonary hypertension: an analysis of 28 cases and a review of the literature. *Medicine*, 65: 56, 1986.
2. McGregor, M.; Sniderman, A.—On pulmonary vascular resistance: the need for more precise definition. *Am. J. Cardiol.*, 55: 217, 1985.
3. Spooner, E. W.; Perry, B. L.; Stern, A. M.; Sigmann, J. M.—Estimation of pulmonary/systemic resistance ratios from echocardiographic systolic time intervals in young patients with congenital or acquired heart disease. *Am. J. Cardiol.*, 42: 810, 1978.
4. Martin-Duran, R.; Larman, M.; Trugeda, A.; Prada, J. A. V.; Ruamo, J.; Torres, A.; Figueroa, A.; Pajaron, A.; Nistal, F.—Comparison of Doppler—determined elevated pulmonary arterial pressure with pressure measured at cardiac catheterization. *Am. J. Cardiol.*, 57: 859, 1986.
5. Isobe, M.; Yzaki, Y.; Takaku, F.; Koizumi, K.; Hara, K.; Tsuneyoshi, H.; Yamaguchi, T.; Machil, K.—Prediction of pulmonary arterial pressure in adults by pulsed Doppler echocardiography. *Am. J. Cardiol.*, 57: 316, 1986.

6. Fishman, A. J.; Moser, K. M.; Fedullo, P. F.—Perfusion lung scans vs pulmonary angiography in evaluation of suspected primary pulmonary hypertension. *Chest*, 84: 679,1983.
 7. Lisbona, R.; Kreisman, H.; Novalez-Dias, J.; Derbekyan, V.—Perfusion lung scanning: differentiation of primary from thromboembolic pulmonary hypertension. *AJR*, 144: 27, 1985.
 8. Burke, C. M.; Morris, A. J.—Perfusion scans and pulmonary angiography. *Heart Lung*, 15: 357, 1986.
 9. Vernejoul, P.; Mestan, J.; Delaloye, B.—The application of radiocardiography in measuring pulmonary pressures and resistences. *Helv. Med. Acta*, 36: 67,1971.
 10. Maltz, D. L. Treves, S.—Quantitative radionuclide angiocardigraphy: determination of Qp: Qs in children. *Circulation*, 47: 1049, 1973.
 11. Brent, B. N.; Berger, H. J.; Matthay, R. A.; Mahler, D.; Pytlik, L.; Zaret, B. L.—Physiologic correlates of right ventricular ejection fraction in chronic obstructive pulmonary disease: a combined radionuclide and hemodynamic study. *Am. J. Cardiol.*, 50: 255, 1982.
 12. Paris, D. Polu, J. M.; Bertrand, A.; Albert, R. K. Jadoul, A. P. — Does the radionuclide right ventricular ejection fraction (RVEF) predict pulmonary hypertension in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Am. Rev. Respir. Dis.* 131 (suppl): A73, 1985.
 13. Friedman, B. J.; Holman, L.—Scintigraphic prediction of pulmonary arterial systolic pressure by regional right ventricular ejection fraction during the second half of systole. *Am. J. Cardiol.*, 50: 1114, 1982.
 14. Parker, J. A.; Treves, S.—Radionuclide detection, localization and quantitation of intracardiac shunts and shunts between the great arteries. *Prog. Cardiovasc. Dis.*, 20: 121,1977.
 15. Fujii, A. M.; Rabinovitch, M.; Keane, J. F.; Fyler, D. C.; Treves, S.—Radionuclide angiocardigraphic assessment of pulmonary vascular reactivity in patients with left to right shunt and pulmonary hypertension. *Am. J. Cardiol.*, 49: 356,1982.
 16. Rabinovitch, M.; Haworth, S. G.; Castaneda, A. R.; Nadas, A. S.; Reid, L. M.—Lung biopsy in congenital heart disease: a morphometric approach to pulmonary vascular disease. *Circulation*, 58: 1107, 1978.
 17. Rabinovitch, M.; Keane, J. F.; Fellows, K. E.; Castaneda, A. R.; Reid, L. M.—Quantitative analysis of the pulmonary wedge angiogram in congenital heart defects: correlation with hemodynamic data and morphometric findings in lung biopsy tissue. *Circulation*, 63: 152,1981.
 18. Ruthellen, F.; Falkovsky, G.; Newburger, J.; Gorchakova, A. I.; Rabinovitch, M.; Gordonova, M. I. Fyler, D.; Burakovsky, V.—Pulmonary arterial changes in patients with ventricular septal defects and severe pulmonary hypertension. *Pediatr. Cardiol.*, 7: 147, 1986.
-