

ANÁLISE QUANTITATIVA DA FUNÇÃO DO NODO A-V EM RESPOSTA AO TESTE DO EXTRA-ESTÍMULO EM CRIANÇAS

JOÃO ANTONIO GRANZOTTI*, IRA W. DUBROW**

Foram realizados 104 estudos eletrofisiológicos pela técnica da estimulação atrial programada com o objetivo de estudar as variáveis $A A_1$ (intervalo de tempo de condução do nodo A-V para cada batimento atrial), $A H_2$ (intervalo de tempo correspondente ao acoplamento do prematuro batimento atrial) e $H H_2$ (intervalo de tempo correspondente ao acoplamento de condução através do nodo A-V) em diferentes grupos etários. As crianças foram divididas em 4 grupos: 0/- 2 anos (12), 2/- 5 anos (31), 5 1- 10 anos (29) e > 10 anos (32) os quais foram reagrupados de acordo com a duração do ciclo cardíaco em 3 grupos < 400 ms, 400-500 ms, > 500 ms.

Verificou-se que quando relacionamos o intervalo $A H_2 \times A A_1$ para todos os grupos o coeficiente de correlação foi significativa

A correlação entre $A A_2 \times H H_2$ também foi significativa para todos os grupos etários e ciclos cardíacos.

No entanto, a verificação de diferença entre os grupos etários de acordo com a duração do ciclo cardíaco mostrou que somente o grupo 2 anos era significativamente diferente dos demais.

Concluímos que o grupo < 2 anos respondeu diferentemente dos demais grupos devido à imaturidade de seu sistema de condução.

O desenvolvimento dos estudos eletrofisiológicos intracardíacos tomou possível a avaliação de diversas variáveis eletrofisiológicas, abrindo uma nova dimensão na compreensão da eletrofisiologia cardíaca. Esses estudos abriram também uma nova perspectiva no entendimento das arritmias cardíacas¹⁻⁴.

Inicialmente, esses estudos foram realizados em animais⁵ e, em seguida, estendidos ao homem^{3,4} e, posteriormente, realizados em crianças⁶⁻⁸. Assim, desde os pioneiros estudos eletrofisiológicos, várias arritmias cardíacas, tais como taquicardia atrial paroxística, extra-sístoles supraventriculares e ventriculares, disfunções; do nódulo sinusal com as conseqüentes arritmias, bloqueios do nódulo A-V congênitos ou adquiridos, assim como outros distúrbios do ritmo, como a síndrome de pré-excitação foram melhor analisadas e interpretadas^{1,4,9,10}.

Os estudos eletrofisiológicos em crianças permitiram determinar os valores normais das principais variáveis eletrofisiológicas, tais como PA (intervalo entre o início da onda P e o início da onda A do eletrograma do feixe de His), AH (intervalo entre o início da onda A e o início da onda H do eletrogra-

ma) e HV (intervalo entre o início da onda H e o início da onda V do eletrograma do feixe de His)⁶, assim como dos períodos refratários atrial e nodal^{6,7,11}.

O objetivo deste trabalho foi estudar a função do nódulo A-V em crianças de diferentes grupos etários.

MATERIAL E MÉTODOS

Estudos eletrofisiológicos (EPS) foram feitos, após obter o consentimento, em 50 crianças.

Todos os pacientes estavam em ritmo sinusal com intervalos PR e AH bem como frequência cardíaca normais para a idade. Não havia pré-excitação ventricular. Todos os pacientes estudados apresentavam cardiopatia congênita acianótica ou eram pacientes normais. Não havia distúrbios do ritmo cardíaco. O EPS foi feito após estudo hemodinâmico e angiocardiografia. Os pacientes foram sedados com os pré-anestésicos (a) meperedine, prometazina e clorpromazina (doses: 1, 1/2, 1/2 mg/Kg respectivamente) que eram dados 3-4 horas antes do estudo

*Professor-Assistente-Doutor do Departamento de Ginecologia, Obstetrícia e Pediatria da FMRUP-USP.

**Professor-Adjunto da Divisão de Cardiologia Pediátrica, Universidade de Illinois, Chicago, Illinois, EUA.

eletrofisiológicos; b) innovar^(R) (droperidol 2-5 mg/ cc e fentanyl 0,05 mg/cc; dose 0,125 -0,25 cc/10 Kg).

Dois elétrodos-cateteres foram percutaneamente inseridos na veia femoral e conduzidos até o átrio direito e ventrículo direito². O cateter superior, no átrio direito, foi utilizado para registrar o eletrograma local, assim como para a estimulação. Outro eletrodo cateter, posicionado através da valva tricúspide, foi utilizado para registrar o eletrograma do feixe de His (HBE). As distâncias entre os elétrodos foram de 0,5 a 1 cm. Os elétrodos foram conectados através de uma "switch box" com um amplificador bioelétrico Hewlett-Packard.

Os sinais foram filtrados a 40-1.000 Hz para melhor definição e exibidos simultaneamente com o eletrocardiograma (derivações DI, AVF, V₁) em um osciloscópio.

Os estímulos de 2ms de duração (2 vezes o limiar diastólico) eram liberados de um estimulador programável (Bloom Norberth Pa) através de um discriminador de estímulos (Gross, Walthom Ma) no átrio direito. O estimulador era sincronizado para diferentes ciclos cardíacos. Assim, estimulou-se o átrio direito usando-se estímulos acoplados e progressivamente mais próximos.

Após todo 8.º batimento controlado, o extra-estímulo atrial era liberado a 10-20 ms até ocorrer captura atrial e realizava-se a estimulação até atingir o período refratário atrial efetivo.

Os dados foram registrados fotograficamente em papel (Hewlett Packard 4568C) ou em fita magnética para posterior análise.

Não houve complicações relacionadas com o EPS.

As medidas foram realizadas nos registros fotográficos a 100 mm/s. Os eletrogramas A e H foram respectivamente o atrial e o feixe de His¹ e A¹ e H¹ foram os eletrogramas induzidos prematuramente.²

A A₁² é o intervalo de tempo correspondente ao acoplamento do prematuro-atrial durante a estimulação atrial.

A H₂² é o intervalo de tempo correspondente à condução do nóculo A-V para o batimento atrial.

A H₁² é o intervalo de tempo correspondente ao acoplamento da condução do nóculo A-V durante a extra-estimulação atrial.

Como a eletroestimulação atrial programada é induzida precocemente no sentido de atingir os períodos refratários funcional e efetivo do nóculo A-V, A A₁², H H₁² corresponderão aos intervalos de acoplamento e A H₁² ao intervalo de tempo que corresponde à condução do nóculo A-V e reflete o retardo que ocorre no nóculo A-V.

As medidas foram realizadas a partir dos primeiros componentes de alta frequência do eletrograma atrial (A₁) e do eletrograma do feixe de His (H₁), consistentemente reconhecíveis.

Os dados de cada quadro registrado e medido por ciclo cardíaco por paciente foram colocados em cartões individuais perfurados, os quais posterior-

mente foram colocados em um computador análise. As crianças foram divididas em grupos etários (anos: < 2, 2 / - 5, 5 / - 10, > 10 anos. Os grupos etários foram então agrupados de acordo com os ciclos cardíacos testados (ms): < 400, 400 -500 e > 500 (tab. I). Traçaram-se os gráficos para A A₁² x A A₂² x H H₁² para os grupos e de acordo com o ciclo cardíaco², sendo que os dados foram submetidos a análise para ajustamento das curvas usando os modelos linear e quadrático. A melhor análise dos dados foi determinada pelo teste de ajustamento da reta. Para cada ciclo cardíaco os diferentes grupos etários foram comparados com o objetivo de verificar se as regressões A A₁² x A H₁² e A A₂² x H H₁² eram significativamente diferentes.¹ Posteriormente os dados foram também submetidos à análise de covariância com o objetivo de tentar separar quantitativamente os quatro grupos estudados.

TABELA I - Distribuição dos valores da variação dos ciclos cardíacos estudados, segundo os grupos etários, número de crianças, o valor médio dos ciclos cardíacos testados e o número de "scans".

	< 2 anos	2-5 anos	5.10 anos	> 10 anos
CL < 400				
Idade	1,11 ± 0,31	3,4 ± 0,91	7,15 ± 2,77	11,69 ± 1,74
N.º crianças	4	8	5	4
CL	358 ± 29	343 ± 44	330 ± 44	358 ± 29
N.º Scans	5	12	12	6
CL 400-500				
Idade	0,81 ± 0,52	3,3 ± 0,88	7,03 ± 1,59	12,02
N.º crianças	7	13	9	10
CL	441 ± 29	439 ± 27	437 ± 31	435 ± 25
N.º Scans	7	16	12	11
CL > 500				
Idade	1,17	3,55 ± 0,73	6,8 ± 1,23	12,27 ± 1,49
N.º crianças	1	10	15	18
CL	510	539 ± 41	543 ± 68	598 ± 88
N.º Scans	1	10	18	20

Pode-se observar na tabela I o sumário dos valores da variação dos ciclos cardíacos estudados, idades, número de crianças, o valor médio dos ciclos cardíacos testados e o número de "scans" (quadros analisados).

RESULTADOS

Os dados para as equações lineares (A H₁² e H H₁² vs A A₁²) estão em sumário na tabela II.

Os coeficientes de correlação (R) para cada equação de regressão são significantes a p < 0,01. Assim, entre os dois modelos testados, o linear foi o que se apresentou mais adequado, devido ao melhor ajuste das retas e é o que apresentamos na tabela I.

O limite de intervalo de confiança a 95% para os coeficientes angulares de cada subgrupo etário, para cada correspondente ciclo cardíaco mostrou graus de superposição e os coeficientes angulares não puderam ser separados, pois são de valores semelhantes exceto para o grupo de crianças < 2 anos (tab II). Assim, os dados foram também submetidos à análise de covariância mostrando que para um

TABELA II – Distribuição da análise de regressão linear para A_2, H_2, xA, A_2 e H_1H_2 x A_1, A_2 segundo o grupo etário e ciclos cardíacos testados

	< 2 anos	2-5 anos	5-10 anos	> 10 anos
	< 400 msec			
N.º observações	50	86	96	42
A_2H_2 reg eq	$-.0478x + 3.6572$	$-.0297 + 3.349$	$-.044x + 3.7023$	$-.0464x + 4.0152$
r	-.9412*	-.3072*	-.6529*	-.5751*
SE	0.0488	.1038	.0777	.1293
95 % Conf ↑	-.0429	-.0097	-.0347	-.0253
↓	-.0528	0.0496	-.0562	-.0675
H_1H_2 reg eq	$.0154x + 2.9954$	$.0152x + 3.0289$	$.0138x + 3.0216$	$.0166x + 3.1571$
r	.9039*	.5184*	.6964*	.43**
SE	.0611	.094	.0736	.1428
95 % Conf ↑	.0175	.0207	.0169	.0194
↓	.0133	.0097	.0109	.0038
	400-500			
N.º observações	83	190	115	89
A_2H_2 reg eq	$-.042x + 2.4634$	$-.341x + 3.2579$	$-.0397x + 3.7346$	$-.0227x + 3.4013$
r	-.8405*	-.484*	-.6783*	-.3845*
SE	.06	.0638	.0691	.099
95 % Conf ↑	-.036	-.0229	-.0317	-.0111
↓	-.048	-.0390	-.0478	-.0342
H_1H_2 reg eq	$.0159x + 3.0269$	$.0169x + 3.0226$	$.0145x + 3.0975$	$.0145x + 3.1344$
r	.8822*	.8195*	.8588*	.7052*
SE	.0523	.0418	.0484	.0756
95 % Conf ↑	.0178	.0186	.0161	.0176
↓	.0140	.0152	.0129	.0114
	> 500			
N.º observações	19	148	235	293
A_2H_2 reg eq	$-.0435x + 3.5262$	$-.0269x + 3.3857$	$-.0315x + 3.6585$	$-.0225x + 3.465$
r	-.09471*	-.5335*	-.5937*	-.5805*
SE	.0778	.07	.0527	.0477
95 % Conf ↑	-.0359	-.02	-.026	-.0188
↓	-.051	-.0339	-.037	-.0261
H_1H_2 reg eq	$.0148x + 3.1076$	$.0149x + 3.1702$	$.012x + 3.3004$	$.0143x + 3.23$
r	.9579*	.7887*	.6073*	.84*
SE	.0696	.0509	.052	.0317
95 % Conf ↑	.017	.0168	.014	.0154
↓	.0125	.013	.01	0.133

p < .001*
p < .01*

mesmo ciclo cardíaco, os 4 diferentes grupos etários não poderiam também ser definitivamente separados. No entanto, o grupo < 2 anos foi o que se separou dos demais grupos, em termos de valores quantitativos, quando se comparou o seu coeficiente angular com os dos demais grupos.

Regressão $A_1 \times A_2, H_1 - H_2$ - Exemplos do comportamento das curvas para os diferentes grupos estudados podem ser observados nas figuras 1 a 3.

As curvas sob o ponto de vista qualitativo são semelhantes para os diferentes grupos segundo a taxa etária e ciclo cardíaco.

Há dois modelos matemáticos: um linear e outro parabólico. Quando a resposta é vista sob o ponto de vista quadrático, ela corresponde à clássica figura da parábola.

Regressão $A_1 \times H_1 - H_2$ - Exemplos das curvas são mostrados nas figuras 4 a 6. Pode-se observar que as características das curvas são as mesmas. Quando o fenômeno é observado sob o ponto de vista de uma equação de segundo grau, observa-se que há uma fase descendente linear e a seguir uma fase de "plateau" próxima do período refratário efetivo do nó AV, fase esta correspondente ao prin-

cípio do estabelecimento dos períodos refratários atriais e nodais.

Sob o ponto de vista qualitativo as respostas são similares para os diferentes grupos estudados, e sob o ponto de vista quantitativo somente o grupo com idade menor que 2 anos diferiu dos demais.

Quanto ao fato de o fenômeno biológico poder obedecer também a uma equação do segundo grau, deverá ser submetido a uma posterior análise, desde que isso somente ocorre em casos isolados.

DISCUSSÃO

Estudos funcionais do sistema de condução têm sido realizados em avançados centros de pesquisa com o objetivo de determinar as respostas funcionais do coração frente à estimulação intracardíaca.

Os primeiros resultados relatados abriram nova perspectiva aos EPS. É bem conhecido^{3,5} não homem, assim como em outras espécies animais, que a frequência cardíaca assim como o tempo de condução atrioventricular são influenciados pela idade.

Assim, Abella e col⁶ correlacionaram as variáveis PA, AH e HV para diferentes grupos etários e ve-

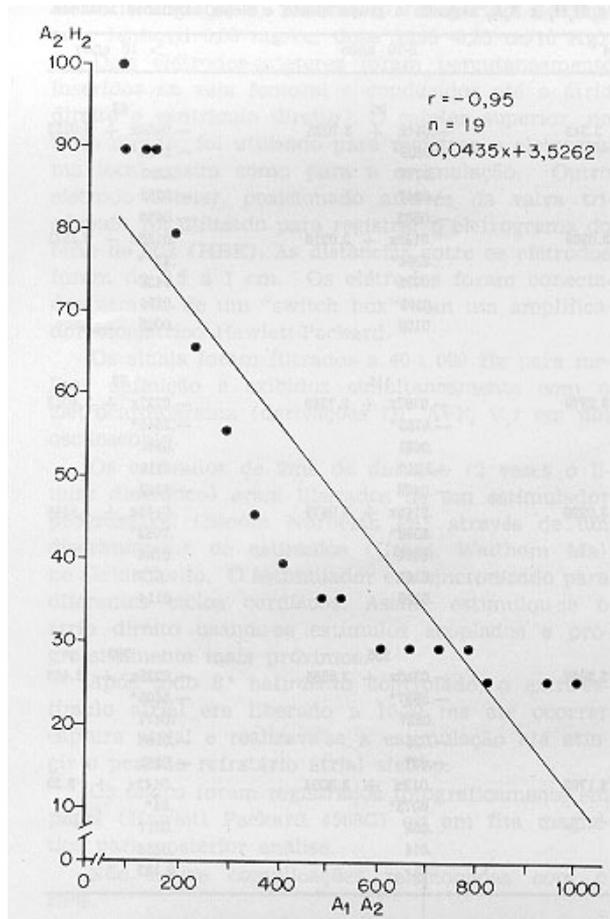


Fig. 1 - Regressão $A_2 H_2$ x $A_1 A_2$ para o grupo de crianças com idade < 2 anos e ciclo cardíaco > 500 ms.²

verificaram que esses valores estão relacionados com a idade da criança.

Assim, previamente havia sido verificado que estas variáveis eletrofisiológicas são dependentes da idade e por isso recebeu a interpretação de que seria devido à maturação do sistema de condução intracardiaco.

Após atriectomia direita ou ventriculotomia direita várias arritmias podem ocorrer durante o período pós-operatório imediato. Por exemplo, podem ocorrer bradi e taquiarritmias, bloqueios no nódulo AV parcial ou total, taquicardia ventricular ou mesmo fibrilação ventricular, exigindo tratamento imediato seja por meio de drogas antiarrítmicas, seja utilizando-se a cardioversão.

Os EPS em crianças têm sido realizados em menor escala do que os realizados em adultos, apesar da importância dos mesmos tanto sob o ponto de vista, clínico como clínico-cirúrgico.

Em trabalhos anteriores realizados por Dubrow e Col.^{7,8}, verificou-se que as variáveis eletrofisiológicas estão relacionadas com a idade do paciente.

Esses trabalhos⁶⁻⁸ determinaram os períodos refratários atriais e nodais em crianças, estabelecendo

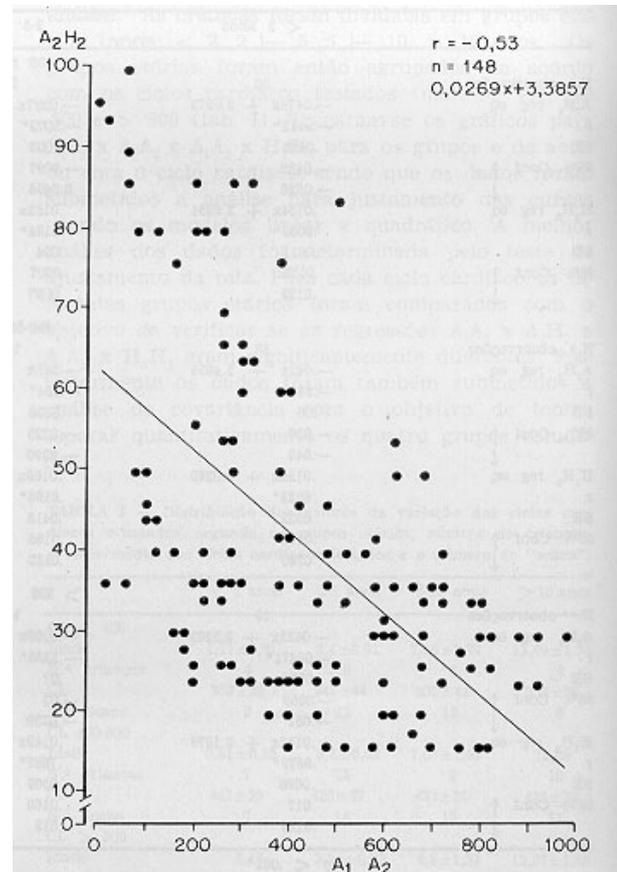


Fig. 2 - Regressão $A_2 H_2$ x $A_1 A_2$ para o grupo de crianças com idade de 2 a 5 anos e idade e ciclo cardíaco > 500 ms.

esses valores para diferentes grupos etários. Verificou-se que esses valores tendem a ser menores quanto menor for a idade da criança, refletindo uma condução mais rápida pelo nódulo A-V. Há, portanto, um ligeiro aumento dos valores dos períodos refratários de acordo com o aumento da idade. Isso foi inicialmente interpretado como decorrente da maturação do sistema de condução intracardiaco.

Assim, este estudo teve como um dos objetivos estudar aspectos do desenvolvimento do tecido intracardiaco em relação aos aspectos funcionais do módulo A-V.

Assim, podemos observar neste estudo funcional do nódulo A-V que, em condições de programada extra-estimulação atrial, para diferentes grupos etários e mesmo ciclo cardíaco, as duas correlações $H_1 H_2$ x $A_1 A_2$, $H_1 H_2$ x $H_1 H_2$ foram fundamentalmente lineares.^{1,2 1,2 1,2}

Assim, quando analisamos a regressão $A_1 A_2$ x $A_1 H_2$ verificamos que a curva apresenta uma fase ascendente lenta, seguida de uma fase ascendente mais rápida e terminando com uma fase "plateau" que precede o período refratário do nódulo A-V.

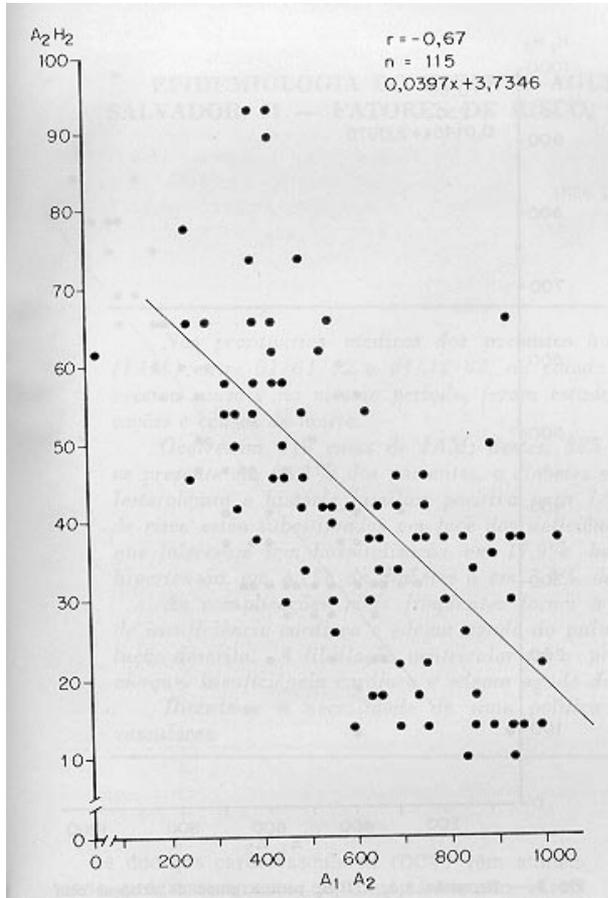


Fig. 3 - Regressão $A_1 A_2$ x $A_2 H_2$ para o grupo de crianças de 5 a 10 anos de idade e ciclo cardíaco entre 400 e 499 ms.

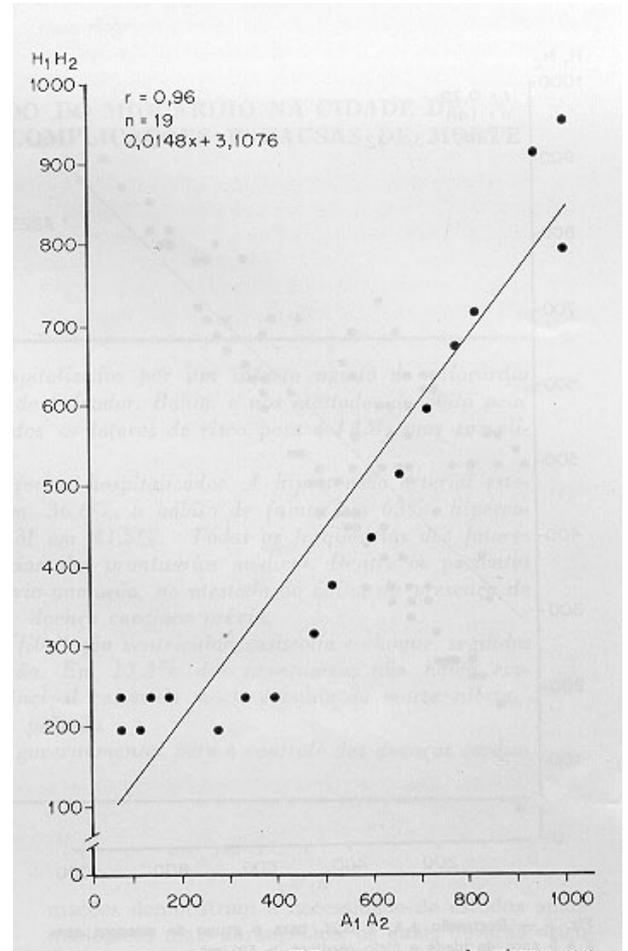


Fig. 4 - Regressão $A_1 A_2$ x $H_1 H_2$ para o grupo de crianças com idade < 2 anos e ciclo cardíaco > 500ms².

Por outro lado, a regressão $A_1 A_2$ x $H_1 H_2$ apresenta uma fase descendente linear e a seguir uma fase de “plateau” próxima ao estabelecimento dos períodos refratários atrial e nodal.

Assim podemos dizer que há dois tipos diferentes de respostas biológicas: uma, que é a comum resposta linear e a outra que obedece uma equação do 2º grau, porém ocorrendo somente em casos isolados.

Quando tentamos separar quantitativamente os valores para os diferentes grupos etários os resultados estatísticos mostraram que, para nossos casos, isso não seria possível. Isso poderia sugerir que a maturação do nódulo A-V ocorre muito precocemente, possivelmente nos primeiros dois anos de vida, dado que esse foi o grupo que se separou dos outros, desde que os demais apresentaram resultados superponíveis.

No entanto, o tema ainda permanece objeto de investigação no sentido de estabelecer precisamente os valores dessas variáveis segundo a faixa etária, desde que o assunto é ainda passível de controvérsia.

Outro aspecto que poderíamos relatar é que, não obstante as respostas funcionais apresentarem comportamento linear, em casos isolados, elas poderiam comportar-se obedecendo a uma equação do segundo grau como foi descrito nos resultados.

Podemos concluir que, sob o ponto de vista qualitativo, o fenômeno biológico é o mesmo entre adultos e crianças; no entanto, há diferenças quantitativas a serem posteriormente analisadas¹³.

SUMMARY

One hundred and four electrophysiological studies were performed using the technique of programmed extrastimulation, with the purpose of studying the variables $A_1 A_2$, $A_2 H_2$ and $H_1 H_2$ in different age groups.

The children were divided in four groups 0-2 year (12 subjects), 2-5 years (31), 5-10 years (29), > 10 years (32), who were then regrouped in three groups according to the duration of the cycle. It was found that the correlation coefficient for the interval $A_1 A_2$ x $A_2 H_2$ for all the age groups was positive.

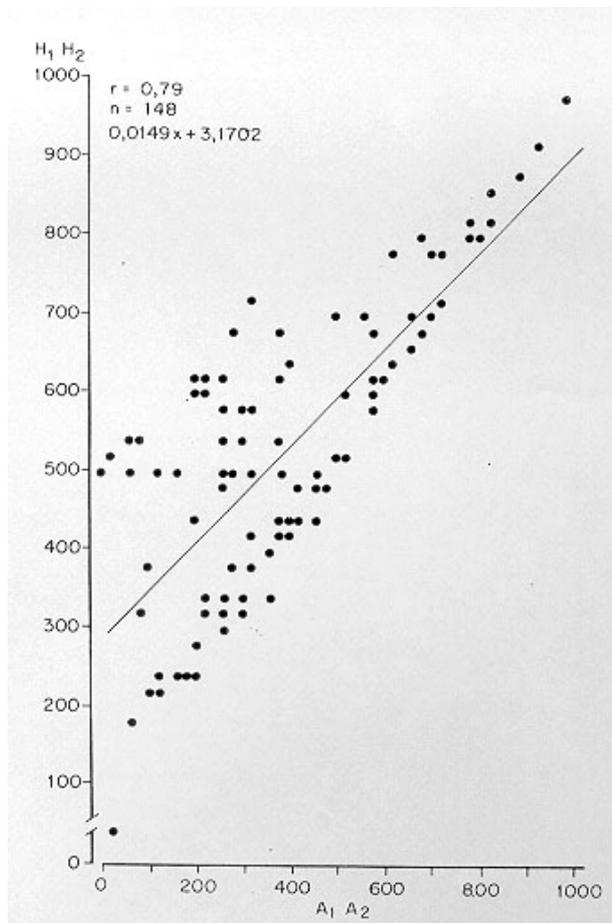


Fig. 5 - Regressão A A x H H para o grupo de crianças com 2 a 5 anos de idade a ciclo cardíaco > 500 ms.

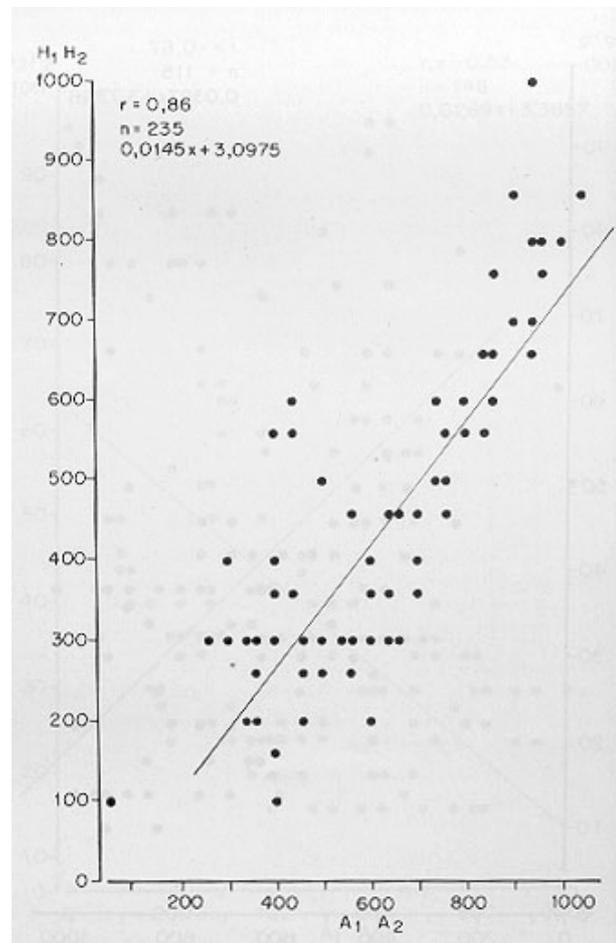


Fig. 6 - Regressão A A x H H para o grupo de crianças com 5 a 10 anos de idade a ciclo cardíaco de 400 a 499ms.

The correlation between A A x H H was also significant for all the age groups and duration of the cycle ($p < 0.0001$, $p < 0.01$).

Nevertheless the verification of difference among the age groups as to the duration of cycle showed that only the group less than 2 years of age was significantly different from the other groups.

It may be concluded that the group of children less than 2 years, responded differently than the other groups, due to immaturity of the intracardiac conduction system.

REFERÊNCIAS

1. Josephson, M. E.; Horowitz, L. N.; Kastor, J. A. - Paroxysmal supraventricular tachycardia in patients with mitral valve prolapse. *Circulation*, 57: 111, 1978.
2. Rosen, K. M. ed. - Cardiac electrophysiology symposium. *Arch. Int. Med.* 135: 387, 1975.
3. Scherlag, B. J.; Somet, P.; Helfant, R. H. - His bundle electrogram: a critical appraisal of its uses and limitation. *Circulation*, 46: 601, 1972.
4. Scherlag, D. J.; Lau, S. H.; Helfant, R. H.; Berkowitz, W. D.; Stein, E.; Domoto, N. D. - Catheter technique for recording His bundle activity in man. *Circulation*, 39: 13, 1969.
5. Scherlag, B. J.; Helfant, R. H.; Damato, A. N. - Catheterization technique for His bundle stimulation and recording in the intact dog. *J. Appl. Physiol.* 24: 425, 1968.
6. Abella, J. B.; Teixeira, O. H. P.; Misra, K. P.; Hastreiter, A. R. - Changes of strioventricular conduction with age in infants and children. *Am. J. Cardiol.* 30: 876, 1972.
7. Dubrow, I. W.; Fisher, E. A.; Amat-y-Leon, F.; Denes, P.; Wu, D.; Rosen, K.; Hastreiter, A. R. - Comparison of Cardiac refractory periods in children and adults. *Circulation*, 51: 485, 1975.
8. Dubrow, I. W.; Fisher, E. A.; Denes, P.; Hastreiter, A. R. - The influence of age on cardiac refractory periods in man. *Ped. Res.* 10: 135, 1976.
9. Josephson, M. E.; Kastor, J. A. - Supraventricular tachycardia in Lown Ganong-Levine syndrome: Atrionodal versus intranodal reentry. *Am. J. Cardiol.* 40: 521, 1077.
10. Kugler, J. D.; Gillette, P. C.; Mullins, E. C.; McNamam, D. G. - Sinoatrial conduction in children. An index of sinoatrial function. *Circulation*, 59: 6, 1979.
11. Dubrow, I.; Spingarm, D.; Fisher, E.; Hastreiter, A. R. - Cardiac refractory periods in congenital heart disease. *Am. J. Cardiol.* 43: 425, 1879 (resumo).
12. Bekheit, S.; Murtagh, J. G.; Morton, P.; Pletcher, E. - Measurements of sinus impulse conduction from electrogram of bundle of His. *Br. Heart J.* 33: 719, 1971.
13. Damato, A. N.; Lau, S. H.; Patton, D. R.; Stainer, C.; Berkowitz, W. D. - A study of atrioventricular conduction in man using premature atrial stimulation and His bundle recordings. *Circulation*, 40: 61, 1969.