

Artigo
Original

8

A Acurácia dos Algoritmos Eletrocardiográficos na Localização das Vias Anômalas na Síndrome de Wolff-Parkinson-White

Accuracy of the Simplest Electrocardiography Algorithms
for the Anomalous Pathway Localization in Wolff-Parkinson-White Syndrome

*Luís Gustavo Belo de Moraes, Washington de Andrade Maciel, Hécio Affonso de Carvalho Filho,
Nilson Araújo de Oliveira Jr., Leonardo Resende de Siqueira, Cláudio Munhoz da Fontoura Tavares;
Fabiana Mitidieri, Rodrigo Periquito Cosenza, Eduardo Machado Andréa, Jacob Atié*

*Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Instituto Estadual de Cardiologia Aloysio de Castro, Clínica São Vicente (RJ)*

Fundamentos: A localização da via anômala é útil para o planejamento da ablação por radiofrequência nos pacientes portadores da síndrome de WPW. Diversos algoritmos eletrocardiográficos são descritos na literatura com o objetivo de localizar essas vias. Eles são heterogêneos na complexidade, possuem diferentes acurácias e o grau de pré-excitação ventricular adequado para a análise do ECG não é conhecido.

Objetivo: Determinar a acurácia dos algoritmos mais simples na localização das vias acessórias e a influência do grau de pré-excitação nesta acurácia.

Métodos: Foram comparadas, em 190 pacientes portadores da síndrome de WPW submetidos à ablação, as regiões-algoritmo descritas pelos seus autores e respectivos colaboradores: Frank, Wellens, Lindsay, Reddy, Milstein, Atié e Iturralde. A duração do QRS foi dividida em 3 faixas: <120ms, entre 120ms e 139ms e >140ms.

Resultados: O algoritmo de melhor desempenho foi o de Milstein, com uma acurácia global de 67,8% e estatisticamente superior aos demais. A localização da via anômala pode ser determinada independentemente da duração do QRS quando se utilizaram os algoritmos descritos por Milstein, Atié, Lindsay, Wellens e Frank.

Conclusão: O algoritmo de melhor desempenho é o de Milstein e a sua acurácia independe do grau de pré-excitação. Ressalte-se, como lembrança, que a acurácia é baixa.

Palavras-chave: Síndrome de Wolff-Parkinson-White, Algoritmos, Eletrocardiografia

Background: Locating the anomalous pathway is important for planning radiofrequency ablation in Wolff-Parkinson-White syndrome patients. Different electrocardiographic algorithms published in the literature aim at locating these pathways. They have both heterogeneous complexity and different accuracies; and adequate ventricular pre-excitation level for ECG analysis is not known.

Objective: To determine the accuracy of the simplest algorithms in locating the accessory pathways and the influence of the pre-excitation level in this accuracy.

Methods: Comparison of the algorithm regions described by the authors and their respective collaborators, Frank, Wellens, Lindsay, Reddy, Milstein, Atié, and Iturralde in 190 patients with WPW syndrome submitted to ablation. QRS duration was divided into 3 bands: <120ms, between 120ms and 139ms and >140ms

Results: The best performing algorithm was Milstein's, which presented a global accuracy of 67.8% and was statistically superior to the others. Location of the anomalous pathway can be determined independently from QRS duration when the algorithms described by Milstein, Atié, Lindsay, Wellens, and Frank were used.

Conclusion: The best performing algorithm was Milstein's and its accuracy does not depend on the pre-excitation level. It should be highlighted, however, that accuracy is low.

Key words: Wolff-Parkinson-White syndrome, Algorithms, Electrocardiography

A síndrome de Wolff-Parkinson-White (WPW), o tipo mais freqüente de pré-excitação ventricular, é composta pelos seguintes elementos: 1. Vias anômalas que comunicam a musculatura atrial à ventricular; 2. Alterações típicas no eletrocardiograma (intervalo PR curto e presença de onda delta no início do complexo QRS); 3. Diferentes tipos de taquiarritmias supraventriculares. Dentre estas taquiarritmias, destaca-se a fibrilação atrial que eventualmente pode degenerar para fibrilação ventricular, ocasionando morte súbita¹.

Atualmente, a ablação por cateter intracavitário, utilizando a energia de radiofrequência, é a modalidade terapêutica de escolha por apresentar alta taxa de cura e baixas taxas de morbidade e mortalidade^{2,3}.

Essas vias anômalas podem estar presentes em qualquer região dos anéis atrioventriculares (A-V)⁴, e o conhecimento da sua localização auxilia no manejo clínico e planejamento da ablação por radiofrequência.

Dentre os métodos não-invasivos capazes de localizar as vias anômalas, o eletrocardiograma (ECG) é o mais utilizado. Diversos autores desenvolveram algoritmos eletrocardiográficos com esta finalidade⁵⁻²⁰. Há profundas diferenças entre esses algoritmos. Dentre elas destacam-se o grau de complexidade, a eficácia frente a diversos graus de pré-excitação ventricular e a divisão dos anéis atrioventriculares. São relatados índices de acurácia acima de 90% para determinados algoritmos¹⁵⁻²⁰, entretanto estudos comparativos não conseguiram reproduzi-los²¹⁻²⁵.

O objetivo do presente estudo é determinar a acurácia dos algoritmos eletrocardiográficos de menor complexidade em localizar as vias anômalas na síndrome de WPW e determinar a influência do grau de pré-excitação ventricular nessa acurácia.

Metodologia

Foi realizado um estudo retrospectivo com pacientes portadores da síndrome de WPW, por meio da análise do ECG, baseado nos diferentes algoritmos eletrocardiográficos e confrontados com a região efetiva da ablação por radiofrequência (padrão-ouro para este estudo).

Foram estudados 190 pacientes portadores da síndrome de WPW, submetidos ao estudo eletrofisiológico e ablação por radiofrequência entre os anos de 1994 e 1999, no Hospital Universitário

Clementino Fraga Filho (UFRJ) e na Clínica São Vicente (RJ). O procedimento ablativo foi realizado naqueles que apresentaram taquicardia atrioventricular reentrante sustentada e/ou período refratário anterógrado da via anômala menor que 250ms durante o estudo eletrofisiológico. As drogas antiarrítmicas foram suspensas pelo menos 5 meias-vidas antes do procedimento.

Foram excluídos do estudo os pacientes: portadores de múltiplas vias anômalas; portadores de cardiopatia estrutural; aqueles submetidos à ablação sem sucesso e ainda aqueles que apresentaram recidiva da condução anterógrada.

Algoritmos eletrocardiográficos utilizados

Foram incluídos para o estudo os algoritmos eletrocardiográficos descritos na literatura que dividem os anéis atrioventriculares em, no máximo, seis regiões (Figura 1). São os algoritmos descritos por Frank (Quadro 1), Wellens (Figura 2), Reddy (Quadro 2), Milstein (Figura 3), Lindsay (Quadro 3), Atié (Quadro 4) e Iturralde (Figura 4).

O ECG analisado foi o registro obtido ao início do estudo eletrofisiológico, em repouso, em ritmo sinusal, com velocidade de 25mm/s, ganho de 10mm:1mV, filtro de 0,05Hz a 150Hz e de 12 derivações convencionais. O mesmo ECG foi impresso na configuração de 3 canais simultâneos e em papel escalonado com unidades de 0,5mm x 0,5mm.

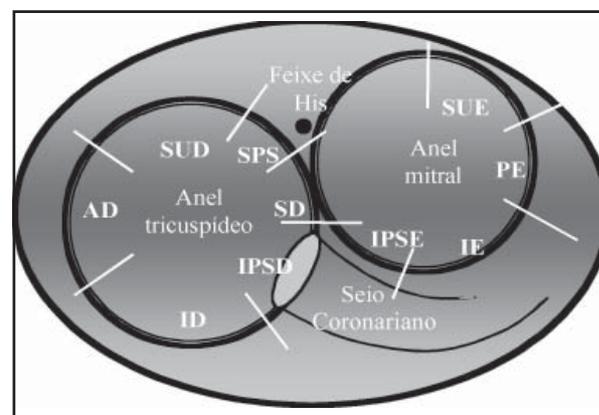


Figura 1

As regiões dos anéis atrioventriculares padronizadas. Esquema representativo dos anéis atrioventriculares visualizados em OAE (obliqua anterior esquerda a 45°).

Regiões: SPS=súpero-parasseptal; SD=septal; IPSE=infero-parasseptal direita; IPSE=infero-parasseptal esquerda; IE=inferior esquerda; ID=inferior direita; PE=posterior esquerda; AD=anterior direita; SUE=superior esquerda; SUD=superior direita; LD=livre direita (ID+AD+SUD); LE=livre esquerda (IE+PE+SUE)

Quadro 1
Algoritmo descrito por Frank et al.

Regiões	D1	D2	D3	aVR	aVL	aVF	V1	V2	V3	V4	V5	V6
IPSE	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
IPSD	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+
LD	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
SPS/SD	+	+	+	-	±	+	-(±?)	+	+	+	+	+
LE	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-

SPS=súpero-parasseptal; SD=septal; IPSD=ínfero-parasseptal direita; IPSE=ínfero-parasseptal esquerda; IE=inferior esquerda; ID=inferior direita; PE=posterior esquerda; AD=anterior direita; SUE=superior esquerda; SUD=superior direita; LD=livre direita (ID+AD+SUD); LE=livre esquerda (IE+PE+SUE)

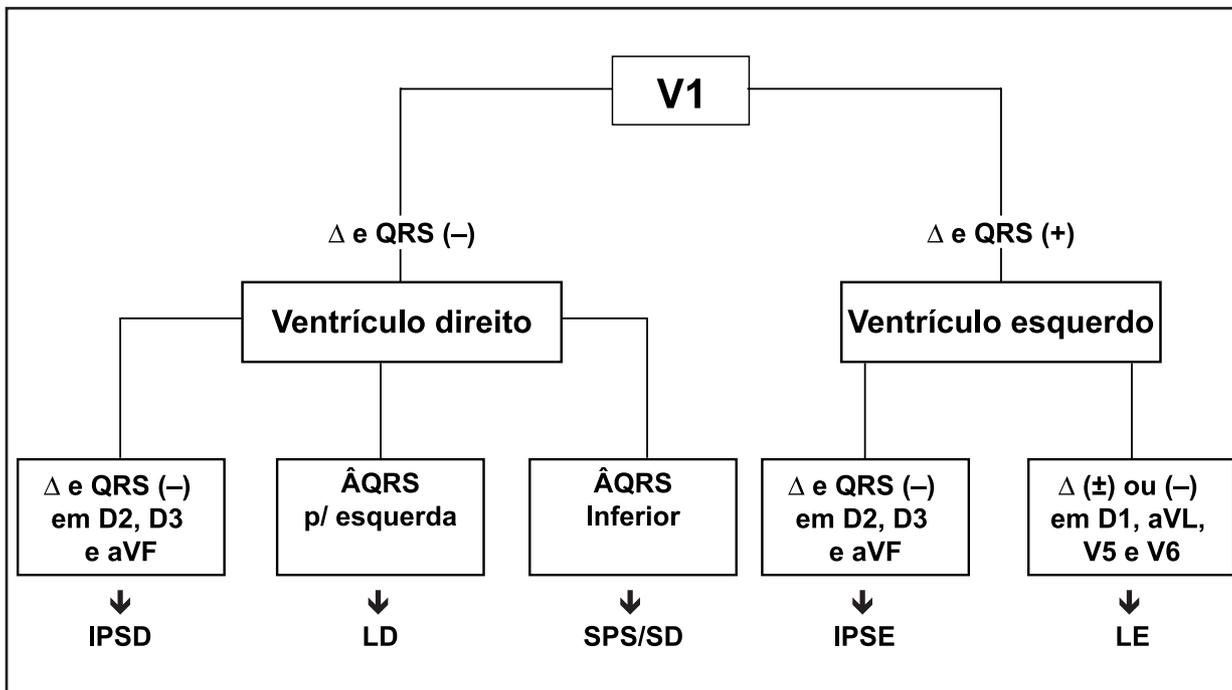


Figura 2
 Algoritmo descrito por Wellens et al.

SPS=súpero-parasseptal; SD=septal; IPSD=ínfero-parasseptal direita; IPSE=ínfero-parasseptal esquerda; IE=inferior esquerda; ID=inferior direita; PE=posterior esquerda; AD=anterior direita; SUE=superior esquerda; SUD=superior direita; LD=livre direita (ID+AD+SUD); LE=livre esquerda (IE+PE+SUE)

Quadro 2
Algoritmo descrito por Reddy et al.

Região	Polaridade do QRS			ÂQRS	ÂD	Δ em V1
	V1	V2	V3			
SPS/SD	-	-	-	Normal	Normal	
LD	-	-	-	Esquerda	Esquerda	
IPSD	-	+	+	Esquerda	Esquerda	(±) ou (-)
IPSE	+	+	+	Esquerda	Esquerda	(+) maioria
LE	+	+	+	Inferior	Inferior	

SPS=súpero-parasseptal; SD=septal; IPSD=ínfero-parasseptal direita; IPSE=ínfero-parasseptal esquerda; IE=inferior esquerda; ID=inferior direita; PE=posterior esquerda; AD=anterior direita; SUE=superior esquerda; SUD=superior direita; LD=livre direita (ID+AD+SUD); LE=livre esquerda (IE+PE+SUE)

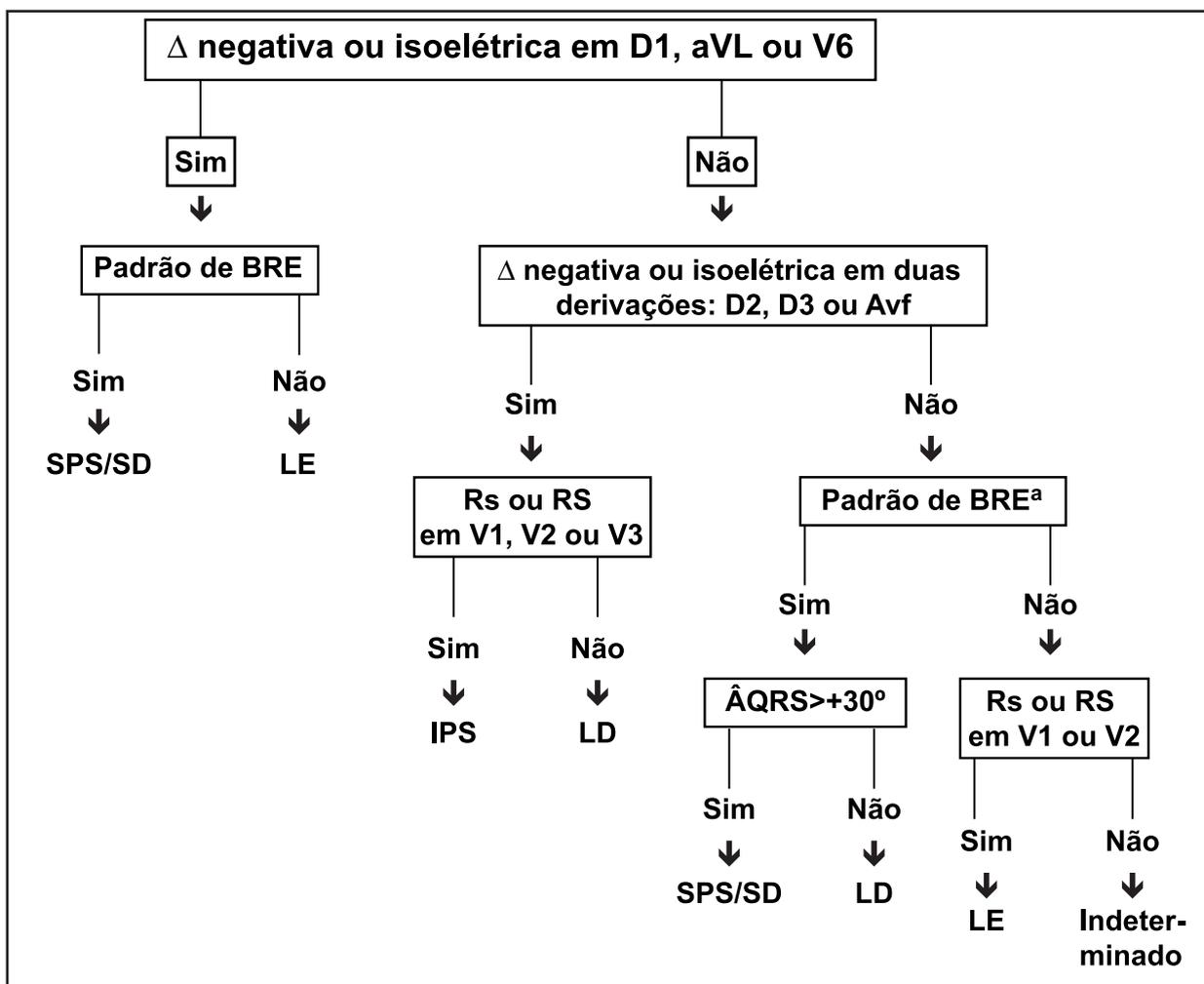


Figura 3

Algoritmo descrito por Milstein et al.

SPS=súpero-parasseptal; SD=septal; IPSD=ínfero-parasseptal direita; IPSE=ínfero-parasseptal esquerda; IE=inferior esquerda; ID=inferior direita; PE=posterior esquerda; AD=anterior direita; SUE=superior esquerda; SUD=superior direita; LD=livre direita (ID+AD+SUD); LE=livre esquerda (IE+PE+SUE)

Quadro 3

Algoritmo descrito por Lindsay et al.

Região	Onda delta negativa	Eixo do QRS no plano frontal	R>S
SUE/PE	I e/ou aVL	Normal	V1-V3
IE	III e aVF	-75° a +75°	V1
IPS	III e aVF	0 a -90°	V2-V4
LD	AVR	Normal	V3-V5
SPS/SD	V1 e V2	Normal	V3-V5

SPS=súpero-parasseptal; SD=septal; IPSD=ínfero-parasseptal direita; IPSE=ínfero-parasseptal esquerda; IE=inferior esquerda; ID=inferior direita; PE=posterior esquerda; AD=anterior direita; SUE=superior esquerda; SUD=superior direita; LD=livre direita (ID+AD+SUD); LE=livre esquerda (IE+PE+SUE)

Estudo eletrofisiológico e a ablação por radiofrequência

O procedimento foi realizado sob sedação consciente dos pacientes, ministrada por anestesista, utilizando as seguintes drogas: Midazolam, Alfentanil e Propofol, isoladamente ou combinadas.

Para as via anômalas localizadas ao longo do anel tricúspideo, um cateter deflectível de mapeamento bipolar e ablação com 2mm de distância interpolos e ponta de 4mm foi posicionado através de acesso venoso femoral. Para as vias localizadas ao longo do anel mitral, o mesmo tipo de cateter deflectível foi

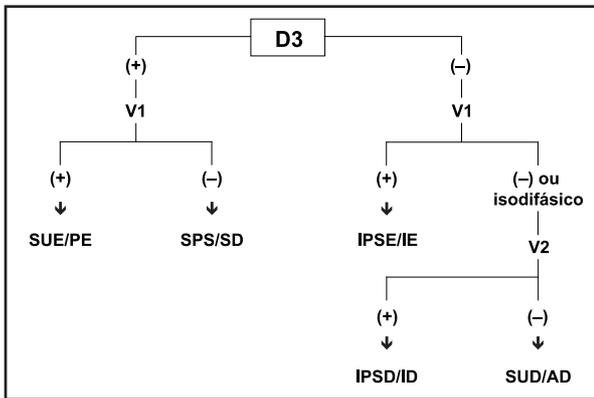


Figura 4

Algoritmo descrito por Iturralde et al.

SPS=súpero-parasseptal; SD=septal; IPSD=ínfero-parasseptal direita; IPSE=ínfero-parasseptal esquerda; IE=inferior esquerda; ID=inferior direita; PE=posterior esquerda; AD=anterior direita; SUE=superior esquerda; SUD=superior direita; LD=livre direita (ID+AD+SUD); LE=livre esquerda (IE+PE+SUE)

Quadro 4

Algoritmo descrito por Atié et al.

1. Onda delta negativa em D1 e/ou aVL?
Sim → LE
Não - próximo item
2. Onda delta negativa em D2 e D3 e aVF?
Sim - QRS de V1 (-) → IPSD
QRS de V1 (±) ou (+) → IPSE
Não - próximo item
3. Eixo elétrico do QRS no plano frontal entre 0° e +90°?
Sim → SPS/SD
Não → LD

SPS=súpero-parasseptal; SD=septal; IPSD=ínfero-parasseptal direita; IPSE=ínfero-parasseptal esquerda; IE=inferior esquerda; ID=inferior direita; PE=posterior esquerda; AD=anterior direita; SUE=superior esquerda; SUD=superior direita; LD=livre direita (ID+AD+SUD); LE=livre esquerda (IE+PE+SUE)

posicionado ao longo do anel mitral através de acesso arterial femoral (técnica retrógrada).

O local da aplicação efetiva de radiofrequência foi o consenso resultante dos eletrofisiologistas presentes durante o procedimento e registrado através de fluoroscopia nas incidências pósterio-anterior (PA) e oblíqua anterior esquerda a 45 graus (OAE), conforme Figura 1.

Análise dos dados

Os seguintes índices foram calculados utilizando-se cada algoritmo:

- a acurácia em localizar corretamente a via anômala em uma das regiões estabelecidas

(acurácia global);

- o desempenho dessa acurácia de acordo com as 3 faixas de duração do QRS (<120ms, entre 120ms e 139ms e ≥40ms).

Para a comparação foi aplicado o teste do qui-quadrado (χ^2) e o teste do qui-quadrado corrigido de McNemar, sendo considerada significância estatística um valor de $p < 0,05$.

Resultados

Casuística

A maioria dos pacientes encontrava-se na quarta década por ocasião do procedimento, sendo que o mais jovem tinha 5 anos de idade e o mais idoso 70 anos; o sexo masculino foi o preponderante (59,5%).

A distribuição das vias anômalas de acordo com as regiões e a duração do QRS está representada na Figura 5. Aproximadamente 66% das vias estavam localizadas ao longo do anel mitral e 50% nas regiões livres esquerdas, sendo que isoladamente a região mais prevalente foi a superior esquerda.

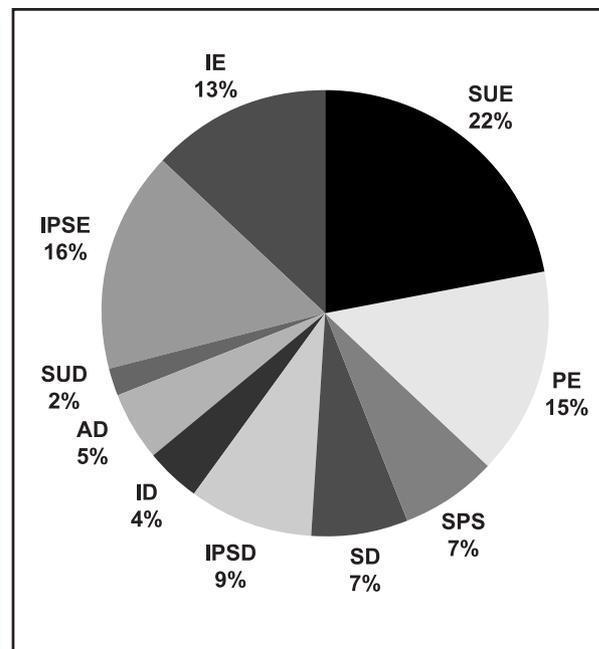


Figura 5

Distribuição das vias anômalas nas regiões de acordo com a duração do QRS

SPS=súpero-parasseptal; SD=septal; IPSD=ínfero-parasseptal direita; IPSE=ínfero-parasseptal esquerda; IE=inferior esquerda; ID=inferior direita; PE=posterior esquerda; AD=anterior direita; SUE=superior esquerda; SUD=superior direita; LD=livre direita (ID+AD+SUD); LE=livre esquerda (IE+PE+SUE)

Acurácia global dos algoritmos

As acurácias obtidas, aplicando-se cada algoritmo, estão representadas em ordem decrescente na Tabela 1. O algoritmo que possibilitou a maior acurácia foi o de Milstein et al. (67,8%), que localizou corretamente o maior número de vias anômalas do que nos demais algoritmos. Foram obtidas as seguintes acurácias: Iturralde et al., 54,7%; Atié et al., 53,6%; Lindsay et al., 48,2%; Reddy et al., 36,3%; Wellens et al., 21,5%; e Frank et al., 13,1%.

Acurácia dos algoritmos conforme a duração do QRS

Os índices obtidos de acordo com a duração do QRS estão representados na Tabela 2. A análise mostra que a localização da via anômala pode ser determinada independentemente da duração do QRS quando se utilizaram os algoritmos descritos por Milstein et al., Atié et al., Lindsay et al., Wellens et al. e Frank et al. Nos demais algoritmos descritos por Iturralde et al. e Reddy et al., a acurácia foi maior quando a duração do QRS foi maior ou igual a 120ms.

Discussão

A busca pelo algoritmo eletrocardiográfico ideal para a localização das vias anômalas na síndrome de WPW tem sido objeto de vários estudos. A grande possibilidade de combinação dos critérios eletrocardiográficos suscita o desenvolvimento de vários algoritmos e de diversos estudos comparativos. Como previamente mencionado, mais de 16 algoritmos são descritos na literatura, sendo alguns muito complexos, com 16 diferentes regiões possíveis e análise das porções iniciais da onda delta aos 20ms, 40ms e 60ms²⁰⁻²². O desenvolvimento da ablação por radiofrequência e a necessidade de uma localização precisa da via anômala estimularam o desenvolvimento de algoritmos mais complexos (maior número de regiões nos anéis atrioventriculares). Os estudos comparativos, a partir de então, utilizaram somente os algoritmos mais complexos, excluindo os que localizavam a via anômala em menor número de regiões dos anéis atrioventriculares. Embora o presente estudo não tenha incluído na sua metodologia a comparação entre os dois grupos de algoritmos, uma análise superficial do índice de

Tabela 1
Acurácia global

Algoritmos	Vias corretamente localizadas ^a	Índice obtido	Intervalo de confiança de 95%	valor de p ^b
Milstein et al.	129	67,8%	74,4% - 61,2%	-
Iturralde et al.	104	54,7%	61,8% - 47,6%	<0,01
Atié et al.	102	53,6%	60,7% - 46,5%	<0,01
Lindsay et al.	92	48,2%	55,3% - 41,1%	<0,01
Reddy et al.	69	36,3%	43,1% - 29,5%	<0,01
Wellens et al.	41	21,5%	27,3% - 15,7%	<0,01
Frank et al.	25	13,1%	17,9% - 8,3%	<0,01

^a total de vias anômalas analisadas para cada algoritmo: 190

^b valor de p em relação ao algoritmo de Milstein et al. adaptado, empregando o teste do χ^2 corrigido de McNemar

Tabela 2
Acurácia dos algoritmos, conforme a duração do QRS

	Duração do QRS <120ms		Duração do QRS 120ms-139ms		Duração do QRS ≥140ms		Valor de p ^b
	vias ^a	Acurácia	vias ^a	Acurácia	vias ^a	Acurácia	
Milstein et al. ^c	35 (19)	64,8%	55 (27)	67,0%	39 (15)	72,2%	0,69
Iturralde et al. ^c	20 (34)	37,0%	50 (32) ^c	60,9%	34 (20) ^d	62,9%	<0,01
Atié et al.	28 (26)	51,8%	45 (37)	54,8%	29 (25)	53,7%	0,94
Lindsay et al. ^c	20 (34)	37,0%	42 (40)	51,2%	30 (24)	55,5%	0,12
Reddy et al.	10 (44) ^c	18,5%	35 (47) ^d	42,6%	24 (30) ^e	44,4%	<0,01
Wellens et al. ^c	9 (45)	16,6%	16 (66)	19,5%	16 (38)	29,6%	0,21
Frank et al. ^c	6 (48)	10,9%	11 (71)	13,5%	2 (52)	14,8%	0,84

^a vias corretamente identificadas ou descartadas (vias erroneamente identificadas ou descartadas);

^b valor de p calculado utilizando o teste do χ^2 ;

^c algoritmos em que não houve diferença estatística na acurácia nos diferentes graus de pré-excitação ventricular.

acurácia global mostra índices semelhantes aos relatados na literatura nos dois grupos. Portanto, os algoritmos mais simples, embora menos precisos, não deixam de ter aplicabilidade clínica. Conclusão semelhante foi relatada por Basiouny et al.²⁵.

A casuística utilizada apresentou uma distribuição das vias anômalas nas regiões dos anéis atrioventriculares semelhante ao reportado na literatura²⁶.

A superioridade obtida com o algoritmo de Milstein et al. é corroborada pelos autores que compararam este algoritmo com outros do mesmo grupo (que dividem os anéis atrioventriculares em menos de 6 regiões), utilizando o índice de acerto global²¹⁻²⁴. Esse desempenho pode ser explicado pelo menor número de regiões resultantes da segmentação dos anéis atrioventriculares (4 regiões)^{25,26}.

Nos estudos comparativos prévios, Yuan et al.²³ e Basiouny et al.²⁵ concluíram que a acurácia tende a ser menor quando a polaridade da onda delta não é incluída nos critérios eletrocardiográficos.

Não obstante, ao se analisar os índices obtidos por cada algoritmo isoladamente, deve-se salientar outros pontos. Em relação ao item acurácia global, percebe-se, em todos os algoritmos, uma significativa diferença em relação aos índices reportados pelos seus respectivos autores. Os estudos comparativos prévios já haviam assinalado a falta de reprodutibilidade dos índices^{15,18,22-24}. Este fato foi atribuído, por Farré et al.²⁴, provavelmente, às diferenças de interpretação das regiões à fluoroscopia; porém, alguns dados encontrados no presente estudo podem ajudar na elucidação de tal discrepância. Por se utilizar um único padrão de divisão dos anéis atrioventriculares para todos os algoritmos analisados, foi introduzido um possível viés na comparação entre os resultados do presente estudo e os dos estudos prévios. Apesar disso, esta comparação não evidenciou diferença entre os atuais índices de acurácia global e os reportados nos estudos comparativos; por conseguinte, pode-se inferir que diferenças de limites de regiões não parecem desempenhar um papel decisivo. Outras possíveis causas são: a variabilidade interobservador na interpretação do eletrocardiograma²⁰, a posição anatômica do coração em relação ao tórax (rotações) e o curso oblíquo das vias anômalas no trajeto atrioventricular²⁶⁻²⁸. Apesar de o local efetivo da ablação por radiofrequência ser o melhor parâmetro de localização da via anômala, a morfologia do eletrocardiograma é primariamente dependente do local de inserção ventricular e secundariamente ao trajeto atrioventricular.

Independente da causa, os índices obtidos nos diversos itens são aquém dos ideais e podem comprometer uma decisão de conduta caso a localização da via anômala pelo eletrocardiograma seja usada como pedra angular no contexto do raciocínio médico. Estes índices tornam-se ainda mais preocupantes quando as regiões são analisadas separadamente. Um pior desempenho para o diagnóstico das regiões localizadas no anel tricuspídeo é compensado matematicamente por um aumento nos índices para as regiões do anel contralateral; entretanto, levando-se em consideração a importância da localização da via anômala em determinadas regiões, o resultado final pode não ser oriundo somente de dados matemáticos globais. Se forem utilizados apenas dados estatísticos da distribuição das vias nas diferentes regiões, ter-se-á uma acurácia de 50%, considerando que se está diante de uma via livre esquerda ao se analisar qualquer ECG portador de pré-excitação ventricular. Este índice é superior aos obtidos caso fosse analisado o ECG utilizando os algoritmos de Reddy et al., Wellens et al. e Frank et al.

O poder diagnóstico para localizar a via anômala independente do grau de pré-excitação ventricular é motivo de controvérsia. Gallagher et al.⁷ e Wellens et al.¹³ descreveram como condição mínima a duração do QRS de 140ms para a análise dos eletrocardiogramas. Outros autores incluíram nos seus estudos, pacientes portadores de QRS de até 100ms^{14-17,2}. Assim, a verdadeira aplicabilidade, dependendo do grau de pré-excitação ventricular, não é conhecida. No presente estudo, não houve diferença estatisticamente significativa entre os índices obtidos pelos diferentes algoritmos nas 3 faixas de duração do QRS estabelecidas (<120ms, entre 120ms e 139ms e ≥140ms) em vários itens. Deve-se ressaltar que os maiores índices nem sempre foram obtidos na faixa de maior duração do QRS. Portanto, a necessidade do eletrocardiograma evidenciar um maior grau de pré-excitação para que seja possível a localização das vias anômalas não parece ser verdadeira. Entretanto, os algoritmos que não utilizam a onda delta como parte dos critérios eletrocardiográficos tiveram menor homogeneidade para a localização da via anômala nas 3 faixas de duração do QRS estabelecidas do que os algoritmos que a utilizam.

Conclusões

A análise dos resultados do presente estudo permite as seguintes conclusões:

1. O algoritmo de maior eficácia é o algoritmo de Milstein et al. (Figura 3);
2. O grau de pré-excitação ventricular,

considerando-se as três faixas do QRS estabelecidas no presente estudo não influencia o desempenho de determinados algoritmos;

- Embora seja possível localizar as vias anômalas utilizando-se o eletrocardiograma basal, deve-se ter presente que a acurácia é baixa.

Referências

- Al-Khatib SM, Pritchett ELC. Clinical features of Wolff-Parkinson-White syndrome. *Am Heart J*. 1999;138:403-13.
- Jackman WM, Wang X, Friday KJ, Roman CA, Moulton KP, Beckman KJ, et al. Catheter ablation of accessory atrioventricular pathways (Wolff-Parkinson-White syndrome) by radiofrequency current. *N Engl J Med*. 1991;324:1605-611.
- Kuck KH, Schluter M, Geiger M, Siebels J, Duckek W. Radiofrequency current catheter ablation of accessory atrioventricular pathways. *Lancet*. 1991;337:1557-561.
- Becker AG, Anderson RW, Durrer D, Wellens HJJ. The anatomical substrates of Wolff-Parkinson-White syndrome. A clinicopathologic correlation in seven patients. *Circulation*. 1978;57:870-79.
- Tonkin AM, Wagner GS, Gallagher JJ, Cope GD, Kasell J, Wallace AG. Initial forces upon localization of accessory pathway by epicardial mapping. *Circulation*. 1975;52:1030-1036.
- Frank R, Fontaine G, Guiraudon C, Cabrol C, Grosgeat Y, Facquet G. Correlation entre l'onde delta et la topographie de la pré-excitation dans la syndrome de Wolff-Parkinson-White. *Arch Mal Coeur Vaiss*. 1977;5:441-50.
- Gallagher JJ, Pritchett ELC, Sealy WC, Kasell J, Wallace AG. The pre-excitation syndromes. *Proc Cardiovasc Dis*. 1978;20:285-326.
- Iwa T, Kawasuji M, Misaki T, Iwase T, Magara T. Localization and interruption of accessory conduction pathway in the Wolff-Parkinson-White syndrome. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1980;80:271-79.
- Willems JL, Robles De Medina EO, Bernard R, Coumel P, Fisch C, Krikler D, et al. Criteria for intraventricular conduction disturbances and pre-excitation. *J Am Coll Cardiol*. 1985;5:1261-275.
- Reddy GV, Schamroth L. The localization of bypass tracts in the Wolff-Parkinson-White syndrome from surface electrocardiogram. *Am Heart J*. 1987;4:984-93.
- Lindsay BD, Crossen KJ, Cain M.E. Concordance of distinguishing electrocardiographic features during sinus rhythm with the location of accessory pathways in the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Am J Cardiol*. 1987;59:1093-102.
- Milstein S, Sharma AD, Guiraudon GM, Klein GJ. An algorithm for the electrocardiographic localization of accessory pathway in the Wolff-Parkinson-White syndrome. *PACE*. 1987;10:555-63.
- Wellens HJJ, Brugada PC, Penn O. Pre-excitation syndromes. In: Zipes DP, Jalife J. *Cardiac Electrophysiology: From cell to bedside*. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1990:691.
- Atié J. New observations on the role of accessory pathways in tachycardias in man. [Tese de Doutorado]. Maastricht: University of Limburg; 1990:181.
- Xie B, Heald SC, Bashir Y, Katritsis D, Murgatroyd FD, Camm J, et al. Localization of accessory pathways from the 12-lead electrocardiogram using a new algorithm. *Am J Cardiol*. 1994;74:161-65.
- Fitzpatrick AP, Gonzales RP, Lesch M, Gunnard WM, Lee RJ, Scheinman M. New algorithm for the location of accessory atrioventricular connections using a baseline electrocardiogram. *J Am Coll Cardiol*. 1994;23:107-16.
- D'Ávila A, Brugada J, Skeberris V, Andries E, Sosa E, Brugada P. A fast and reliable algorithm to localize accessory pathways based on the surface ECG during sinus rhythm. *PACE*. 1995;18(part I):1615-627.
- Yuan S, Iwa T, Misaki T, Mukai K, Matsunaga Y, Bando H, et al. Comparative study of five preoperative methods for the localization of accessory pathways in the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Jpn Circ J*. 1991;55:685-91.
- Chiang CE, Chen SA, Teo WS, Tsai DS, Wu TJ, Cheng CC, et al. An accurate stepwise electrocardiographic algorithm for localization of accessory pathways in patients with Wolff-Parkinson-White syndrome from a comprehensive analysis of delta waves and R/S ratio during sinus rhythm. *Am J Cardiol*. 1995;76:40-46.
- Iturralde P, Araya-Gomez V, Colin L, Kushenovich S, Micheli A, Hermosillo MD, et al. A new ECG algorithm for the localization of accessory pathways using only the polarity of the QRS complex. *J Electrocardiol*. 1996;29:289-99.
- Arruda MS, McClelland JH, Wang X, Keckman KJ, Widman LE, Gonzalez MD, et al. Development and validation of an ECG algorithm for identifying accessory pathways ablation site in Wolff-Parkinson-White syndrome. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 1998;9:2-12.
- Cain ME, Luke RA, Lindsay BD. Diagnosis and localization of accessory pathways. *PACE*. 1991;15:801-24.
- Yuan S, Iwa T, Tsubotta M, Bando H. Comparative study of eight sets of ECG criteria for the localization of the accessory pathway in Wolff-Parkinson-White syndrome. *J Electrocardiol*. 1992;25:203-14.
- Farré JA, Cabrera JM, Rubio JM, Navarro F, Sanzini L, López-Bravo I, et al. Value of several electrocardiographic algorithms to localize the ventricular insertion of accessory pathways in Wolff-Parkinson-White syndrome. [Abstract]. *Eur Heart J*. 1996;17 (supl.):381.

25. Basiouny T, De Chillou C, Fareh S, Messier M, Sadoul N, Albany ML, et al. Accuracy and limitations of published algorithms using the twelve-lead electrocardiogram to localize overt atrioventricular accessory pathways. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 1999;10:1340-349.
26. Colavita PG, Packer DL, Pressley JC, Ellenbogen KA, O'Callaghan WG, Gilbert MR, et al. Frequency, diagnosis and clinical characteristics of patients with multiple accessory atrioventricular pathways. *Am J Cardiol.* 1987;59:601-606.
27. Prystowsky EN. Diagnosis and management of the preexcitation syndromes. *Current problems in Cardiology.* 1988;13:277-310.
28. Atié J, Brugada P, Smeets JLRM, Cruz FES, Peres A, Duque M, et al. Clinical and electrophysiological characteristics of patients with multiple accessory pathways. [Abstract]. *Eur Heart J.* 1989;10(supl.):381.