MARCOS SLEIMAN MOLINA

**Estudo comparativo entre a avaliação livre, dirigida e
automatizada na assistência ao diagnóstico
eletrocardiográfico em crianças e adolescentes**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título de
Doutor em Medicina.

Área de concentração: Cardiologia

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Pastore

SÃO PAULO

2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Molina, Marcos Sleiman

Estudo comparativo entre a avaliação livre, dirigida e automatizada na assistência ao diagnóstico eletrocardiográfico em crianças e adolescentes / Marcos Sleiman Molina. -- São Paulo, 2007.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Departamento de Cardio-Pneumologia.

Área de concentração: Cardiologia.

Orientador: Carlos Alberto Pastore.

Descritores: 1.Eletrocardiografia/métodos 2.Eletrocardiografia/estatística & dados numéricos 3.Criança 4.Saúde do adolescente 5.Diagnóstico por computador

USP/FM/SBD-232/07

Dedicatória

***“Se enxergo mais longe, é por estar nos ombros
de gigantes.” Sir Isaac Newton***

*À Alessandra, esposa amada, amiga corajosa e cúmplice em todos meus projetos, com capacidade rara
de tornar distância alguma longa demais.*

*A meus filhos, Tainá, Pedro, Natan e Sâmia, fontes incessantes de energia que me motivam a seguir
em frente e valorizar o nosso tempo, intensificando a arte de viver e a chamar este caminho de
felicidade.*

*A meus pais, Oswaldo Molina Gutierres e Nadime Sleiman Gutierres; meus avós paternos, Pedro
Molina Gutierres e Ignes Campanha Vera; maternos, Hikmat Sadek Sleiman e Nagibi Sleiman; e
Dolores Molina Campanha (tia Lolita), responsáveis pela formação de minha cultura, coragem,
compaixão, senso de justiça, equilíbrio e transcendência.*

*A minhas irmãs, Leila Sleiman Molina Ferreira e Inês Sleiman Molina Jazzar, sempre carinhosas,
companheiras e incentivadoras.*

*Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Alberto Pastore, pela oportunidade de compartilhar seus
conhecimentos e me direcionar neste aprendizado; sempre com solicitude, desprendimento e elegância.*

*A meu sogro, Adelino Iague Júnior, in memoriam, por seu incentivo a este projeto e por sempre me
lembrar quanto trabalho dá ter sorte.*

Agradecimientos

Para desenvolver e finalizar este trabalho, houve a colaboração de pessoas que muito me auxiliaram e que sem elas, esta tese não seria possível.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Pereira, pelo convite de lecionar na Faculdade de Medicina, pelas cartas de recomendação, pelo incentivo em persistir quando mais fácil seria desistir e por ser sempre meu ícone maior no exercício hipocrático.

Ao Prof. Dr. Theodorico José de Camargo Arruda Penteado, amigo e mestre, importante arquiteto de minha formação profissional.

Ao Prof. Dr. José Oswaldo Moreira, pela amizade antiga e estímulo ao ensino e à pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Sérgio Diogo Giannini, in memoriam, e sua esposa, Sra. Thaís Constantino Giannini, pela afetuosa acolhida, conselhos edificantes e encaminhamento da proposta de pós-graduação ao InCor.

Ao Prof. Dr. Whady Hueb, por sua acolhida calorosa e orientação no processo de ingresso na pós-graduação.

Às Sras. Neusa Rodrigues Dini, Eva Malheiros Guiss de Oliveira e Juliana Lattari Sobrinho pelo altruísmo, atenção, carinho e incentivo, em todas as fases deste processo.

Ao Prof. Dr. Charles Mady, pelo apoio e estímulo incondicionais desde o princípio desta jornada.

Ao Prof. Dr. Noedir Antonio Groppo Stoff, pela amizade, incentivo e confiança no meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Luis Felipe P. Moreira pela análise estatística criteriosa e sugestões essenciais.

*Ao Dr. Alexandre Miguel Benjó, amigo, pela colaboração e importante apoio em todas as fases
desta pesquisa.*

Ao Prof. Dr. José Franchini Ramires, mestre, amigo e incentivador.

Ao Prof. Dr. Max Grimberg, eminente mestre e conselheiro.

Ao Dr. Euler De Vilhena Garcia, pela amizade, parceria e sugestões na elaboração do trabalho.

*Ao Dr. Marcos Antonio Gutierrez, pela colaboração e importante apoio na avaliação e utilização
do questionário eletrônico, aplicado neste projeto.*

*Aos amigos do Serviço de Cardiopediatria do InCor, abnegados colaboradores, Drs. Rogério
Miranda, Wilma Maeda, Sabrina Vilela Costa, Ricardo Martins Fonseca, Paulo Camargo, Nana
Miura, Luciana Marcondes, Fernanda Viana, Prof. Edmar Atik, Ana Maria Thomaz e
Alessandra Barreto; sem esquecer a sempre atenciosa secretária, Sra. Rute Sotero.*

*Aos meus companheiros do Serviço de Eletrocardiologia e colaboradores diretos na execução deste
projeto, Drs. Nelson Samesima, Nancy Maria Tobias, Elizabeth Kaiser, Paulo J. Moffa e César
J. Grupi.*

*Aos funcionários do Serviço de Eletrocardiologia, Sra. Márcia Dancini, Edênilza Gomes da Silva
e Pedro Luis de Oliveira, pelo profissionalismo, disposição e carinho dispensados.*

Aos sempre prestativos funcionários da Biblioteca e Documentação Científica Srs. Alcemir José Costola, Ana Maria Leal, Ângela Jaquinta Teixeira, Antonio Ricardo M. Lázaro, Clementina Aparecida dos Santos, Eduardo Tadeo F. Guimarães, Emílio Carlos Ferreira Badia, Marcos Cândido Ferreira, Maria do Carmo C. Barreto, Mitsuko Oshiro Mori, Sandra Aparecida Silva do Nascimento e Vanda Lenir Pereira Gasparini.

Às professoras de português Sra. Alis Cunio Machado Fonseca e Sra. Maria Manoela Abranges Correia Jorge.

Sumário

	Pág.
Lista de Abreviaturas	
Lista de Símbolos	
Lista de Tabelas	
Lista de Gráficos	
RESUMO	
SUMMARY	
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	6
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	8
3.1 Padrão populacional.....	9
3.2. ECG na triagem.....	10
3.2.1 Síndrome do QT Longo.....	12
3.2.2. Arritmias.....	14
3.2.3. Defeito anatômico.....	16
3.3 Departamento de Emergência Pediátrica (DEP) versus cardiopediatra.....	16
3.4. Software.....	17
3.4.1. <i>Versus</i>	17
3.4.1.1. Departamento de Emergências Pediátricas.....	17
3.4.1.2. Cardiologista.....	19
3.4.1.3. Cardiopediatra.....	21
3.4.1.4. Residente.....	24
3.4.2. Aquisição de sinais.....	25
3.4.2.1. Modelos alternativos.....	25
3.4.2.2. Sem aquisição de sinais.....	26
3.4.3. Vetorcardiografia.....	27
3.4.4. Frequência de amostragem.....	28
4. MÉTODOS.....	30

4.1. Local e participantes.....	31
4.2. Material.....	32
4.2.1. ECGs.....	32
4.2.2. Pastas de ECGs.....	34
4.2.3. Questionários eletrônicos.....	34
4.2.4. Gabarito das aferições qualitativas (controle).....	38
4.2.5. Gabarito das aferições quantitativas.....	39
4.3. Protocolo.....	40
4.4. Estatística.....	41
5. RESULTADOS.....	42
5.1. Significativos.....	43
5.2. Não Significativos.....	53
6. DISCUSSÃO.....	61
6.1. Da caracterização da casuística.....	62
6.2. Dos resultados.....	70
6.3. Considerações finais.....	79
6.4. Limitações.....	81
7. CONCLUSÕES.....	83
8. ANEXOS.....	84
9. REFERÊNCIAS.....	114

Lista de Abreviaturas

AA	– análise automatizada
AD	– análise dirigida
AHA	– American Heart Association
AL	– análise livre
ANA	– análise(s) não automatizada(s)
ÂQRS	– ângulo do complexo QRS
BAV	– bloqueio átrio-ventricular
BAV2M1	- bloqueio átrio-ventricular de segundo grau Mobitz 1
BAV2M2	- bloqueio átrio-ventricular de segundo grau Mobitz 2
BAVT	- bloqueio átrio-ventricular total
BRD	– bloqueio de ramo direito
BRID	– bloqueio incompleto de ramo direito
colab	– colaborador
CD	– compact disk
DEP	– departamento de emergência pediátrica
DK	– doença de Kawasaki
ECG	- eletrocardiograma
ESC	– European Society of Cardiology
et al	– e colaboradores
FA	– fibrilação atrial
FV	– fibrilação ventricular
IAM	– Infarte agudo do miocárdio
IC	– intervalo de confiança
ID	– identificação
OCR	– reconhecedor de caracteres ópticos
PQ	– planilha questionário
QE	– questionário eletrônico
QTc	– intervalo QT corrigido
RN	– recém nascido
SAI	– software de análise interpretativa
SBC	– Sociedade Brasileira de Cardiologia
SMSB	– síndrome da morte súbita no berço
SO	– sistema operacional
SQTL	– síndrome do QT longo
SVD	– sobrecarga ventricular direita
SVE	– sobrecarga ventricular esquerda
SVD+AFC	– sobrecarga ventricular direita com atraso no final da condução
TV	– taquicardia ventricular
VCG	- vetorcardiograma
WPW	– síndrome de wolff-parkinson-white

Lista de Símbolos

°	- grau	ms	– milesegundo
Hz	– Hertz	mV	– milevolt

Lista de Tabelas

	Pág.
Tabela 1. ECGs: Identificação, idade, diagnóstico e características.....	33
Tabela 2. Questionários Eletrônicos - Distribuição das avaliações.....	36
Tabela 3. Dados Gerais - Distribuição dos erros e confronto de metodologias.....	43
Tabela 4. Dados Gerais – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos.....	44
Tabela 5. Dados Gerais – distribuição dos erros.....	45
Tabela 6. Onda Q na derivação avF.....	46
Tabela 7. Q em avF – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos.....	47
Tabela 8. Onda Q na derivação V6.....	47
Tabela 9. Q em V6 – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos.....	48
Tabela 10. Onda R na derivação V1.....	49
Tabela 11. Onda R na derivação V1. Sensibilidade, especificidade e valores preditivos.....	49
Tabela 12. R/S na derivação V1.....	50
Tabela 13. R/S na derivação V1. Sensibilidade, especificidade e valores preditivos.....	51
Tabela 14. R/S na derivação V6.....	51
Tabela 15. R/S na derivação V6. Sensibilidade, especificidade e valores preditivos.....	52
Tabela 16. Intervalo PR em DII (não significativo).....	53
Tabela 17. Duração de QRS em V5 (não significativo)	54
Tabela 18. Amplitude de P em DII (não significativo).....	54
Tabela 19. Amplitude de Q em V1 (não significativo).....	55

Tabela 20. Amplitude de R em V6 (não significativo).....	56
Tabela 21. Amplitude de S em V1 (não significativo).....	57
Tabela 22. Amplitude de S em V6 (não significativo).....	58
Tabela 23. Amplitude de T em V1 (não significativo).....	59
Tabela 24. Amplitude de T em V6 (não significativo).....	60

Lista de Gráficos

	Pág.
Gráfico 1. Dados Gerais - Distribuição dos erros.....	44
Gráfico 2. Q em avF - Distribuição dos erros. Não se observa diferença significativa ao compararmos ALxAD e ADxAA.....	56
Gráfico 3. Q em V6 - Distribuição dos erros. Não se observa diferença significativa ao compararmos ALxAD.....	48
Gráfico 4. R em V1 - Distribuição dos erros. Não se observa diferença significativa ao compararmos ALxAD; porém, ANA se beneficiam significativamente com a AA.....	49
Gráfico 5. R/S V1 - Distribuição dos erros. Não se observa diferença significativa ao compararmos ALxAD; porém, ANA se beneficiam significativamente com a AA.....	50
Gráfico 6. R/S V6 - Distribuição dos erros. Não se observa diferença significativa ao compararmos ALxAD; porém, ANA se beneficiam significativamente com a AA.....	52
Gráfico 7. Intervalo PR em DII (não significativo).....	53
Gráfico 8. Duração de QRS em V5 (não significativo).....	54
Gráfico 9. Amplitude de P em DII (não significativo).....	55
Gráfico 10. Amplitude de Q em V1 (não significativo).....	56
Gráfico 11. Amplitude de R em V6 (não significativo).....	57
Gráfico 12. Amplitude de S em V1 (não significativo).....	57
Gráfico 13. Amplitude de S em V6 (não significativo).....	58
Gráfico 14. Amplitude de T em V1 (não significativo).....	59
Gráfico 15. Amplitude de T em V6 (não significativo).....	60

Resumo

MOLINA MS. Estudo comparativo entre a avaliação livre, dirigida e automatizada na assistência ao diagnóstico eletrocardiográfico em crianças e adolescentes. São Paulo, 2007. 117p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

No desenvolvimento cardíaco infantil, a mudança na dinâmica vetorial do miocárdio influencia os parâmetros de normalidade, especialmente nos primeiros dias de vida. Estes limites são idade-dependentes, o que torna a análise do eletrocardiograma (ECG) potencialmente mais difícil em crianças que em adultos. Para facilitar esta tarefa, desenvolvemos um sistema interpretativo computadorizado para análise segmentar no ECG pediátrico. Para validar esta ferramenta, 15 cardiologistas pediátricos foram randomicamente distribuídos em três diferentes grupos, segundo abordagem quali-quantitativa, aqui definidas como avaliação livre (AL), dirigida (AD) e automatizada (AA), na análise de 20 ECGs pediátricos, distribuídos em uma proporção mínima de 35% para exames anormais, com 16 segmentos estudados em cada ECG. Na AL, o cardiologista foi solicitado a responder se o segmento em análise estava normal ou não, com liberdade para medir cada segmento antes de responder. Na AD, a mesma pergunta foi formulada, porém com a imposição de uma aferição prévia do segmento em análise. Consultar a tabela de normalidade foi permitida em ambas situações. Na AA, apenas a aferição foi solicitada e o resultado submetido a um software de interpretação segmentar para ECG pediátrico, com a tabela de normalidade em seu banco de dados. As respostas foram comparadas às análises de dois cardiologistas controle e os resultados conflitantes foram considerados discordantes. Foram observadas discordâncias em 11,6%, 10,7% e 6,2% nas AL, AD e AA, respectivamente. O viés de interpretação foi reduzido em 45% ($p < 0,0001$) com o uso da AA. Observou-se maior benefício

com a AA nos estudos das ondas Q em avF e em V6 e R em V1. Em análises não automatizadas, a aferição precedente não mudou a avaliação segmentar do ECG. Concluindo, a AA reduziu significativamente o viés interpretativo em análises não automatizadas, a aferição precedente não mudou a interpretação do ECG e o uso deste software permitiu reduzir o erro de análise segmentar em 45%.

Summary

MOLINA MS. Comparative study among the free evaluation, guided and automatized in the assistance to the electrocardiographic diagnosis in children and adolescents. Sao Paulo, 2007. 117p. Thesis (PhD) – University of São Paulo Medical School.

During the cardiac development of children, changes in the vectorial dynamics of the myocardium influence upon normality standards, especially during the first days in life. These are age-dependent limits that make the analysis of EKG of children potentially harder than that of adults. Aiming to make this task easier, we designed a computerized interpretation system for segmental analysis of pediatric EKGs. In order to validate this tool, 15 pediatric cardiologists were randomly allocated to three different groups according to qualitative-quantitative evaluation methods herein defined as free (FE), guided (GE) and automatized (AE) evaluation, for the purpose of analyzing 20 pediatric EKG tracings distributed in a proportion of at least 35% abnormal examinations, with 16 segments being studied in each EKG tracing. In FE, cardiologists were asked to answer whether the segment was normal or not, with freedom to measure each segment before giving their answer. In GE, the same question was made, however they were requested to measure the segment before answering. In both situations they were allowed to refer to a table of normality standards. In AE, only the measurement was asked, and the result was then entered into the software for segmental interpretation of pediatric EKGs, whose database included the table of normality standards. Answers were all compared with those given by two control cardiologists. Discordant results were seen in 11.6%, 10.7% and 6.2% of FE, GE and AE, respectively. Interpretation bias was reduced by 45% ($p < 0.0001$) with the use of AE. In the not automatized types of analyses,

previous measurement of segments did not alter the segmental evaluation of EKGs . In conclusion, the automatized evaluation significantly reduced interpretation bias, previous measurement did not change the EKG interpretation with the other not automatized methods and the use of this software allowed to reduce the error of segmental analysis in 45%.

Introdução

1. INTRODUÇÃO

“Hoje em dia, as pessoas têm maior chance de ter sua paz e felicidade destruídas pela leitura errada de um eletrocardiograma do que por um holocausto nuclear.” Frank Wilson, 1951, apud AJ Garson⁽¹⁾.

Na qualidade de destacado objeto na rotina cardiológica, o centenário eletrocardiograma (ECG), método diagnóstico simples, de baixo custo, rápido e sensível a muitas cardiopatias ⁽²⁾, constitui-se em expressiva fonte de informações e experiência para o cardiologista que, em geral, atende ao público adulto, mais vitimado por doença adquirida e, não raramente, se vê solicitado a analisar um ECG de paciente com menos de 16 anos ⁽³⁾.

Ocorrem mudanças no ECG normal, desde o nascimento até a vida adulta, decorrentes do desenvolvimento fisiológico, tamanho do corpo e suas variações, posição do coração em relação ao corpo e variações de tamanho e posição das cavidades cardíacas entre si ⁽⁴⁾.

A transição da circulação fetal para a neonatal é responsável pelas grandes alterações hemodinâmicas, respiratórias e, conseqüentemente, eletrocardiográficas no recém-nascido (RN) ^(5,6). Após o nascimento, o

desenvolvimento estrutural cardíaco não cessa, mas progressivamente reduz o ritmo de mudanças. O ECG normal acompanha estas mudanças intrínsecas com alterações vetoriais, especialmente perceptíveis nos primeiros dias de vida.

Ante o progressivo estímulo, por publicações de grande impacto mundial^(4,7), para a realização deste exame logo no primeiro mês de vida, espera-se maior confronto entre o cardiologista, não necessariamente cardiopediatra⁽⁸⁻¹⁰⁾, e o não cardiologista^(9,11-14) com cardiopatias congênitas (0,8%)^(15,16) e arritmias assintomáticas (1%)⁽¹⁷⁾. Somam-se a estas razões, os motivos mais freqüentes nos atendimentos de emergência em crianças: dor no tórax, suspeita de arritmias, convulsões, síncope, exposição à drogas, choque elétrico, distúrbios eletrolíticos e achados anormais aos exames físicos^(15,18).

A isto acresce-se a progressiva incidência de distúrbios metabólicos⁽¹⁹⁻²¹⁾, eventualmente, associados ou não a uma prejudicial tendência genética⁽²²⁻²⁵⁾, que nos impõem uma postura clínica cada vez mais investigativa e intervencionista. Desta forma, o ECG marca presença na triagem primária^(7,17,26-29,30-32,62) e secundária^(15,33,63) no atendimento a crianças e adolescentes.

No entanto, os principais critérios diagnósticos na interpretação de um ECG pediátrico são idade-dependentes, cujas dificuldades são maiores que a de pacientes adultos^(32,34,35). Publicações realizadas por Hecht et al.^(36 apud 37), desde 1913, consolidam o conhecimento sobre o desenvolvimento cardíaco em eletrocardiologia pediátrica. Em 1957, entretanto, Nadas et al.

⁽³⁸⁾ chama a atenção para “os graves enganos” decorrentes do desconhecimento ou da má interpretação do eletrocardiograma pediátrico. Em 1978, Liebman, Plonsey et al. ⁽³⁹⁾ publicam outra extensa e consistente revisão sobre o ECG pediátrico normal. No entanto, em 1979, André Davignon et al. ⁽³²⁾ publicaram o mais importante e influente estudo sobre ECG pediátrico, fornecendo a base de dados que serve de alicerce para as principais reedições ^(1,36,39,40) deste tema e que, ainda hoje, pauta importantes diretrizes sobre este assunto ^(4,41).

A experiência em cardiologia e eletrocardiologia é, ainda hoje, a principal ferramenta na avaliação de um ECG. Por esta razão, o padrão-ouro em eletrocardiografia pediátrica é o cardiologista ^(8-14,34,42-45). Seu domínio e arbítrio sobre este tema é consenso entre as principais publicações internacionais, médicos e demais profissionais da saúde ⁽⁴⁶⁾; porém, o reconhecimento, como controle, é questionado por alguns autores ^(34,43-45,47).

A aferição manual, nos segmentos do ECG pediátrico, também é controversa e desperta argumentos favoráveis ^(10,25,32,48,49) e desfavoráveis⁽⁴⁷⁾. Solucionar a precisão na aferição manual com perspectivas para criação de sistemas de interpretação computadorizados confiáveis ⁽⁴⁹⁻⁵¹⁾ parece ser um caminho próximo e consistente. Outro aspecto previsto por Davignon, e já em curso, é a utilização de outros dados antropométricos além da idade para diferenciações mais precisas nos padrões de normalidade, o que permite um aprimoramento dos algoritmos através da técnica de correlação múltipla que a informática permite ⁽³²⁾.

Atualmente, a informática colabora progressivamente para a precisão e a sofisticação diagnósticas, especialmente na análise de registros pediátricos complexos ^(11,13). Porém, este instrumento não prescinde da experiência de quem vive o método diariamente, comparando as informações clínicas com os achados eletrocardiográficos ^(8,53). A ausência de algoritmos padrão-ouro ^(8,12) e a imprecisão na aferição automática ^(4,10,25,32,48,59,60,61) dos segmentos limitam o uso de software para fins diagnósticos. Os resultados obtidos em estudos comparativos entre software e médicos, cardiologistas ou não, na análise interpretativa do ECG pediátrico não fornecem evidências suficientemente confiáveis para decidir qual método é melhor ^(9,11-14).

Os benefícios do ECG são proporcionais ao conhecimento e disciplina de quem o analisa. Contudo, um programa que sistematize a interpretação pontual dos segmentos no ECG pediátrico, complementado pela cultura e experiência do cardiologista, pode conferir maior consistência ao laudo final do exame, além de agilidade e segurança.

Objetivos

2. OBJETIVOS

2.1. Primário

Este estudo tem a finalidade de avaliar a capacidade interpretativa específica dos segmentos de um ECG pediátrico, através da metodologia livre, dirigida e automatizada.

2.2. Secundários

- Avaliar a competência interpretativa manual (não-automatizada) com e sem pré-imposição da aferição quantitativa.
- Avaliar o benefício de um sistema interpretativo segmentar computadorizado que contém, como banco de dados, a tabela de normalidade para ECG pediátrico.

Revisão da Literatura

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. Padrão populacional

Com o propósito de facilitar a avaliação e estabelecer uma larga base de dados normais sobre ECGs pediátricos, André Davignon et al.⁽³²⁾ realizaram o mais importante e influente estudo sobre os valores eletrocardiográficos normais, desde a fase neonatal até 16 anos, que serve de base para as principais publicações sobre o tema até os nossos dias. Para isto, foram realizadas múltiplas medidas segmentares nos ECGs de 2141 crianças norte-americanas, brancas e sadias, classificadas em doze grupos etários. Esses valores foram distribuídos em gráficos contendo, cada grupo etário, o 2º, 5º, 25º, 50º, 75º, 95º e 98º percentis. Em decorrência da larga e homogênea amostra, o padrão de 90%, no limite da banda de normalidade, foi, pela primeira vez, ampliado para 96% (do 2º ao 98º percentil) para ECGs pediátricos. Como a aferição manual de cada ECG demandava muito tempo, recorreu a um software, denominado Mayo Clinic Computer Program, para proceder à aferição automática nos segmentos dos ECGs e arquivamento dos dados, enquanto as gravações eram monitoradas visualmente com correções manuais das medidas defeituosas. O autor

previu o uso destas informações para o desenvolvimento de programas de computador e biblioteca virtual.

Diógenes et al. ⁽¹⁸⁾ estudaram as ocorrências em ECG no período neonatal de 33 recém-nascidos (RN) a termo e saudáveis. Para isto, comparou o perfil eletrocardiográfico de recém-nascidos a termo, clinicamente normais, nos primeiro, segundo e trigésimo dias de vida. O motivo da escolha dos dois primeiros dias decorre do fato de ser o período com maior mudança hemodinâmica, proporcional ao tempo decorrido, e trigésimo dia, da estabilização da dinâmica cardiovascular. A frequência de amostragem não foi esclarecida, mas os resultados deste estudo concordam com os valores de normalidade publicados por Davignon em 1979.

3.2. ECG na triagem

Steinberg et al. ⁽³³⁾ ressaltam o alto custo dos testes diagnósticos na síncope pediátrica. Para isto, foram analisados os custos dos testes hospitalares no atendimento a 169 crianças, triadas dos centros de atendimento terciário, com histórico sincopal, em um estudo retrospectivo. Dos resultados, apenas 4% dos testes foram positivos. Dos exames analisados, o ecocardiograma, raio X de tórax, cateterismo cardíaco, estudos eletrofisiológicos e exames laboratoriais não revelaram eficácia diagnóstica. Os autores concluem que a avaliação da síncope pediátrica continua onerosa e que alguns testes regularmente utilizados têm baixo

rendimento diagnóstico. Recomendam uma abordagem subsidiária justificada.

A realização de um ECG, no primeiro mês de vida, para identificação de anomalias cardíacas no RN pode ser o primeiro passo para um ato significativo de medicina preventiva. Assim, pondera Schwartz et al.⁽⁴⁾, *chairman* da Diretriz para interpretação do ECG no RN, realizada por uma Força Tarefa da Sociedade Européia de Cardiologia, composta de médicos e cientistas envolvidos com a prática clínica em hospitais Universitários e não-Universitários. Para isto foram selecionados especialistas em eletrocardiografia pediátrica de diferentes países europeus e América do Norte, com o principal objetivo de apresentar aos cardiologistas de adultos um documento de consenso específico para a interpretação do ECG em recém-nascidos; de focalizar as anomalias clinicamente mais relevantes; e de oferecer na administração as opções de encaminhamento. O documento também tem a finalidade de fornecer aos pediatras e neonatologistas informações atualizadas de relevância clínica que possam ser detectadas a partir de um ECG neonatal. O estudo, ainda em sua introdução, determina que, como na maioria dos testes de classificação, um ECG simples deve ser inserido no contexto (ex. história familiar, etc.).

3.2.1. Síndrome do QT Longo

Para diagnóstico da SQTL, Schwartz et al.⁽⁷⁾, em um estudo prospectivo com 45.000 crianças não selecionadas, registraram um ECG entre o 15º e 25º dias de vida. Os resultados revelam que um significativo número de mortes súbitas poderia ser evitado anualmente na criança positiva e nos familiares rastreados, geneticamente positivos, com a realização de um ECG de repouso ao nascer. Todavia, outras cardiopatias congênitas também podem ser diagnosticadas em crianças assintomáticas. Um aspecto relevante da pesquisa diz respeito à estimativa populacional de afetados que pode ser subestimada em até 100%.

Mariane Arnestad et al.⁽⁶²⁾ demonstraram que 9,5% dos casos diagnosticados como Síndrome da Morte Súbita no Berço apresentam prevalência significativa das variantes gênicas funcionais da SQTL, em uma larga (n=252) amostra de DNA das vítimas. Os autores salientam que estes dados podem estar subestimados em 43%, uma vez que apenas 70% das mutações responsáveis pela morte são identificadas.

Em uma breve revisão sobre a dificuldade em se distinguir as causas de risco à vida na avaliação de uma criança com eventos paroxísticos, desde uma epilepsia até uma grave arritmia cardíaca, o Dr. Walter C Allan⁽²²⁾, renomado neuropediatra, com várias publicações sobre Síndrome do QT Longo (SQTL), sugere aos colegas de especialidade, a realização do ECG de repouso durante a eletroencefalografia para, em especial, aferir o intervalo QT. Em outro estudo, o mesmo autor⁽²³⁾ analisa

310 crianças com histórico de desmaio, identifica um terço de afetados pela SQTL mediante a simples e sistemática aferição do intervalo QT corrigido (QTc), e aponta que, para os afetados e não afetados, manteve-se com valor médio de 484ms ($\pm$ 31ms) e 420ms ($\pm$ 21ms) respectivamente. Ainda discorrendo sobre o mesmo assunto, em outros artigos^(24,25), o autor conclui que “o único teste de seleção disponível para SQTL é o ECG”. Esta afirmação decorre da multiplicidade de problemas da triagem desta moléstia: diagnóstico de uma minoria de crianças, custo elevado e necessidade de dar prosseguimento ao estudo piloto durante quase 10 anos para documentar a eficácia.

Wehrens et al.⁽²⁶⁾ reforçam o ECG como instrumento único de triagem primária, utilizado concomitante ao exame clínico na abordagem para diagnóstico da Síndrome do QT Longo em recém-nascidos. Justifica esta postura, o risco potencial para síncope, arritmias e morte, e a possibilidade de diagnóstico e tratamento precoces. Insiste na necessidade do diagnóstico precoce, quando prevê, pela revisão da literatura, a aplicação em breve do tratamento genótipo-específico.

Ackerman et al.⁽³⁰⁾, após uma cohort retrospectiva, realizada na Clínica Mayo, com 35 casos diagnosticados com gene autossômico dominante para SQTL, concluíram num estudo que inexplicáveis afogamentos ou quase-afogamentos podem ser associados à natação, que pode precipitar arritmia gene-específica para SQTL.

A associação da água fria como “gatilho” na SQTL foi estudada por Yoshinaga et al.⁽³¹⁾ na relação entre a frequência cardíaca e o intervalo QT.

Como método, imergia-se a face de crianças, selecionadas em dois grupos, em água fria. No primeiro grupo, crianças com SQTL e sem história familiar para esta circunstância; no segundo, crianças normais, como controle. O teste revelou que todas as crianças com probabilidade elevada de SQTL tiveram um intervalo QT significativamente mais longo e possibilidade de alternância de onda T e/ou onda T entalhada do que as crianças controle durante a imersão da face.

3.2.2. Arritmias

Em recente publicação, que mereceu destaque editorial, Mohler et al.⁽⁶³⁾ associaram o desenvolvimento de arritmias cardíacas graves e potencialmente letais a uma complexa integração de fatores gênicos, incluindo (mas não limitada a) variantes que determinam as respostas intergênicas e gene-ambiente. Mesmo raras patologias “simples” de canais que causam SQTL e hospedam outras arritmias potencialmente fatais exibem uma complexa gama de fenótipos de variada gravidade e com características que se sobrepõem.

A análise da frequência cardíaca permite a determinação da arritmia com maior expressão, ocorrida nesta pesquisa, e a conclusão de serem as taquicardias especialmente as supraventriculares, as mais comuns, seguidas pelas bradicardias, em neonatos. Num estudo indiano, Poddar et al.⁽¹⁷⁾ iniciam sua publicação afirmando que as arritmias neonatais são comuns e

as quantificações, no capítulo da discussão, acima de 1% para recém-nascidos aparentemente normais e, em sua maioria, assintomáticos. Outro aspecto relevante observado é a estreita relação entre o tipo de anormalidade eletrocardiográfica e sua provável origem, um benefício adicional a uma análise tão modesta.

Iwamoto et al.⁽²⁷⁾ reforçam o ECG como instrumento único de triagem primária na revisão do prognóstico e necessidade de tratamento da taquicardia ventricular (TV) detectada numa pesquisa para doença cardíaca, realizada em escolas no Japão. Nessa, 17% dos casos foram diagnosticados em um primeiro ECG de repouso e para os demais, após constatação de extrassístolia ventricular, foi solicitada a realização de ECG Dinâmico de 24 horas (sistema Holter) e de esforço para detecção de TV.

Na pesquisa belga, Massim et al.⁽²⁸⁾ destacam “anormalidades” eletrocardiográficas silenciosas em 376 registros realizados em crianças e adolescentes saudáveis sob o aspecto cardiovascular, para análise dos padrões de frequência e arritmia cardíaca. Os resultados mostram arritmia sinusal em todos os registros. Algumas crianças apresentaram bloqueio átrio-ventricular de 1º e 2º graus durante o sono. Extrassístoles atriais e ventriculares monomórficas foram freqüentes.

3.2.3. Defeito anatômico

Na revisão sobre a variedade dos sintomas na doença de Kawasaki (DK), Wong et al. ⁽²⁹⁾ relatam situações assintomáticas que valorizam o diagnóstico e o acompanhamento eletrocardiográfico em crianças com risco de seqüelas cardíacas, como infarte do miocárdio e aneurisma da artéria coronária, responsáveis pela morbi-mortalidade por DK, principal causa de doença cardíaca adquirida em crianças no Japão e EUA.

3.3. Departamento de Emergência Pediátrica (DEP) versus cardiopediatra

Em um estudo realizado por enfermeiros, Ziegler et al. ⁽⁴⁶⁾ valorizam o conhecimento dos clínicos em eletrocardiografia pediátrica e a velocidade no reconhecimento de arritmias, bem como de suas características eletrocardiográficas para minimizar os riscos de deterioração da condição clínica em crianças com esta patologia ativa.

Wathen et al. ⁽¹¹⁾, após interpretar 1653 ECGs pediátricos, durante 3,5 anos em um DEP, sugerem que a revisão desses registros, pelo cardiopediatra, pode reduzir significativamente a sub-detecção de achados clinicamente importantes.

O estudo, conduzido por Horton et al. ⁽¹⁴⁾, tratou do uso de ECGs em 70 pacientes, com idades entre 2 meses e 22 anos, enviados pelo DEP para

a divisão de cardiologia pediátrica durante 15 meses. Revisaram-se os registros de todos os pacientes para determinar: (1) as indicações para o ECG; (2) a precisão da documentação; (3) o impacto do resultado do ECG no tratamento; e (4) a concordância entre DEP e cardiopediatras na interpretação de ECG. Dez ECGs (14%) foram executados indevidamente, 23 (32%) interpretados diferentemente pelos cardiopediatras, 14 (20%) apresentaram potencial para relevância clínica e 37 ECGs (52%) foram úteis para cuidar do paciente. Os autores concluíram com a recomendação aos residentes de maior domínio do ECG e a subsequente revisão de cada registro, realizado no DEP, por um cardiopediatra.

3.4. Software

3.4.1. Versus

3.4.1.1. Departamento de Emergências Pediátricas

O objetivo deste estudo, desenvolvido por Snyder et al. ⁽¹³⁾, é analisar e comparar a precisão na interpretação do ECG por médicos do DEP e por um software diagnóstico. Todos os pacientes, menores de 22 anos, que realizaram um ECG no DEP, durante 12 meses, foram incluídos. A interpretação dos médicos do DEP e a do software foram comparadas a de um eletrofisiologista pediátrico (controle). Cada diagnóstico

eletrocardiográfico foi classificado segundo classes predeterminadas: (I): normal e ritmo sinusal; (II): significado clínico mínimo (bradicardia sinusal, taquicardia sinusal, arritmia sinusal, marcapasso atrial mutável, desvio de eixo (direito ou indeterminado), sobrecarga ventricular possível, bloqueio de ramo incompleto, repolarização precoce, ritmo atrial direito baixo, anormalidade inespecífica de segmento ST e de onda T, artefato ou posicionamento incorreto de eletrodo); (III): significado clínico indeterminado (desvio do eixo para esquerda ou noroeste, aumento atrial, sobrecarga ventricular, bloqueio completo de ramo, dextrocardia, QTc com prolongamento limítrofe, BAV de 1º grau, BAV 2 M1, extrassístolia, ritmo juncional, QRS de baixa voltagem, elevação ou depressão do ST, inversão de onda T, efeito digital e WPW); (IV): significado clínico definitivo (isquemia, IAM, QTc longo, ritmo anormal – FA, flutter atrial, taquicardia atrial ou ventricular, FV, BAV 2M2 e BAVT). Os grupos interpretaram corretamente todos os ECGs normais (classe I); o computador, aproximadamente 75%, e os médicos do DEP 36% nas classes II e III; e o pior resultado, com 14% e 28% de acertos, respectivamente, para os ECG classe IV. Infere-se que, se a interpretação computadorizada for enviada aos médicos do DEP e depois ocorrer uma revisão de todos os ECGs por um hábil intérprete, o número de falhas diagnósticas poderá diminuir.

3.4.1.2. Cardiologista

A frequência e a natureza dos erros, na interpretação computadorizada de um ECG, foram estudadas por Guglin et al. ⁽⁸⁾. Para a pesquisa foram coletados, em um hospital americano, 2072 ECGs, dos quais 37,5% normais de pacientes internos e externos. Os registros foram lidos por um software e relidos por dois cardiologistas. Do resultado, 9,9% de todos e 15,9% dos ECGs anormais, houve discrepância significativa entre o computador e os cardiologistas. Os erros no diagnóstico de arritmias, de distúrbios de condução e de marcapassos eletrônicos explicaram 178 casos, ou seja, 86,4% de todos os erros. Os demais ocorreram por falha na detecção de aumento de câmara: 7 casos ou 3,4% no diagnóstico de isquemia; de IAM, 16 casos ou 7,8%; no posicionamento de eletrodos, 5 casos ou 2,4%. Os erros mais frequentes na interpretação do software foram relacionados a arritmias, distúrbios de condução e marcapassos eletrônicos. O diagnóstico computadorizado do ECG para situações com risco de vida, como as de IAM e BAV de elevado grau, não foi exato, com 40,7% e 75,0% erros respectivamente. O autor conclui que há necessidade de melhorias nos algoritmos. O índice de erro foi considerado uma ferramenta conveniente e informativa para a avaliação da exatidão diagnóstica.

Em um estudo com pacientes adultos, Eskola et al. ⁽¹⁰⁾ compararam a precisão entre a aferição manual e a computadorizada em segmentos eletrocardiográficos específicos de 69 pacientes consecutivos, com suspeita de insuficiência coronariana aguda. Os registros foram independentemente

interpretados e comparados às aferições automatizadas por dois cardiologistas com desconhecimento da interpretação computadorizada. Os resultados revelaram que, nos desvios do segmento ST, as medidas automatizadas foram menores do que as realizadas manualmente; a duração da onda Q foi maior na automatizada, com conseqüente agravo, no resultado inicial da avaliação clínica da doença. Os pesquisadores concluíram pela necessidade de corrigir a leitura automatizada através da aferição manual, especialmente devido às subseqüentes implicações clínicas.

A discordância na análise do ritmo no ECG, entre software de interpretação e cardiologistas, foi estudado por Poon et al.⁽⁵⁹⁾ que observaram ser a análise computadorizada do ritmo problemática em 13,2% dos casos, com falha do software em 9,9% dos registros e falsos-negativos para fibrilação atrial em 9,2%, tornando a re-análise do ECG, pelo cardiologista, mandatória.

Uma avaliação mais precisa do ECG pelo cardiologista, após interpretação computadorizada inicial, pode corrigir eventuais e importantes falhas na interpretação do ritmo pelo software; endossada posteriormente por residentes, médicos emergencistas e outros especialistas, 94% vs 71%, corrobora o estudo publicado por Anh et al.⁽⁶⁰⁾, os quais utilizaram a fibrilação atrial como elemento de comparação.

A incorreta interpretação computadorizada da fibrilação atrial foi ratificada por 24% dos médicos no estudo conduzido por Bogun et al.⁽⁶¹⁾. O fato promoveu o tratamento inadequado desses pacientes, incluindo o uso

de drogas antiarrítmicas e anticoagulantes em 10% dos casos. É um alerta dos estudiosos sobre a necessidade de um melhor preparo dos médicos no reconhecimento de arritmias e artefatos.

3.4.1.3. Cardiopediatra

A condição de “padrão-ouro” conferida ao cardiopediatra, na observação do ECG pediátrico, é colocada em questão por Chiu et al. ⁽⁴³⁾ no confronto entre dois profissionais e um software. Para tanto, foram utilizados 586 ECGs de pacientes cardiopatas e 561 normais. O software superestimou a análise de QT, de ectopias com ritmo sinusal e da sobrecarga ventricular direita; subestimou o ritmo sinusal, arritmias sinusais e bloqueio de ramo direito. Divergências importantes foram independentemente detectadas, na análise dos ECGs, diante de: cardiopatia, pouca idade do paciente, diferentes indicações diagnósticas fornecidas pelo ECG ao computador e/ou o cardiopediatra identificado como MD1, reavaliava o mesmo exame. Embora o estudo confirme a utilidade do software, os cardiopediatras foram mais eficientes nos diagnósticos do ritmo, reconhecimento do bloqueio de ramo direito, sobrecarga e análise do intervalo QT. Neste estudo, a acurácia na interpretação do ECG, entre médicos não cardiologistas que trabalham em serviços de emergência em pediatria, obteve alta taxa de concordância (73%) com a avaliação dos cardiopediatras, com sensibilidade de 87% e especificidade de 98,5%,

merecendo a classificação de “boa concordância” pelo autor; porém, também houve alta e significativa taxa de discordância (27%) na análise de ECGs clinicamente importantes.

A fragilidade no uso do cardiopediatra, como “padrão-ouro” para diagnóstico em ECG pediátrico, é demonstrada por Hamilton et al. ⁽⁴⁴⁾ quando questionam seu desempenho pelo confronto interpretativo inter e intra-observador, na análise da sobrecarga ventricular direita (SVD) e esquerda (SVE). Na avaliação inter-observador houve maior consistência no diagnóstico da SVD. A provisão de informações clínicas sobre o paciente permitiu uma melhor concordância entre os observadores. A sensibilidade, quando compara as avaliações intra-observador realizadas no mesmo ECG, foi de 56% e 80% para SVE e SVD respectivamente.

Em outra publicação ⁽⁴⁵⁾, estes mesmos autores utilizaram deste banco de dados para comparar médico e programa de computador na interpretação dos ECGs. Resultou que no diagnóstico de SVD a sensibilidade diagnóstica foi melhor com o uso do software e a especificidade próxima a 95%. Entretanto, para SVE, a sensibilidade foi baixa e a especificidade alta, aproximadamente 96%, especialmente para os ECGs sem identificação e os com indicação clínica. O trabalho demonstrou que quanto maior for a concordância entre estes médicos, maior é a confluência diagnóstica entre eles e o software.

Depreende-se disso que novos limites normais, diferentes daqueles freqüentemente usados e indicativos de uma revisão nos critérios diagnósticos para o ECG pediátrico, devem ser adotados. Rijnbeek et al. ⁽⁴⁷⁾,

no estudo com 1912 crianças holandesas, saudáveis, propuseram novos parâmetros de normalidade ante as imperfeições dos valores vigentes e observados em estudos citados em sua revisão de literatura, realizados entre 1950 e 1998. Das observações críticas, merece relevância a frequência de amostragem, regularmente baixa - 150Hz na recomendação da American Heart Association ⁽⁵⁴⁾ e 1200Hz neste estudo - medidas manuais dos segmentos e poucos parâmetros para determinação dos limites de normalidade. Todos ECGs registrados foram analisados por um software denominado Sistema de Análise Modular do ECG, *PEDMEANS*, formatado para interpretação de ECGs pediátricos, em que os limites idade-dependentes utilizados obedecem a um estudo anterior⁽⁴⁷⁾ realizado com o registro de 1912 crianças holandesas sadias. Para este segmento, outros 1718 registros pediátricos foram obtidos em um hospital de Rotterdam.

Em outro estudo comparativo de Rijnbeek et al. ⁽³⁴⁾, o software foi confrontado com a análise de dois cardiopediatras. O desempenho do programa, segundo a avaliação dos autores, parece justificar seu uso no auxílio clínico, embora tenha sido relatada dificuldade no ajuste aos novos limites de normalidade pelos cardiopediatras. Em em outra publicação ⁽³⁵⁾, sugerem uma frequência de amostragem mínima superior à recomendada pela American Heart Association ⁽⁵⁴⁾. Após comparar 2169 registros gravados com 1200Hz e submetidos a filtros digitais, evidenciaram que o valor mínimo permitido para uma menor margem de erro na leitura da amplitude máxima de QRS era de 250Hz.

3.4.1.4. Residente

No artigo sobre interpretação informatizada do ECG pediátrico, Tsai TL ⁽⁹⁾ compara os desempenhos de um software de análise interpretativa (SAI) para ECGs pediátricos com os de médicos residentes não cardiologistas, tendo a análise de dois cardiologistas como controle. Realizou-se um crossover de dois períodos com pareamentos de duas duplas de médicos, aleatoriamente distribuídos em grupos seqüenciados, A e B, para as interpretações de dois conjuntos igualmente difíceis com 75 ECGs. Para avaliar o efeito do SAI, os médicos foram pareados por ano de treinamento na pós-graduação e divididos em dois grupos, AB e BA. O AB interpretou primeiro o grupo A, sem ajuda do SAI e depois o grupo B, com auxílio do SAI. O grupo BA decifrou de maneira inversa ao AB. Os resultados revelaram que quando o software traduzia corretamente o registro, o laudo médico era beneficiado em 15%; quando, porém, o software diagnosticava errado, influenciava prejudicialmente, em 33,2%, a análise do médico. O acerto médico, embora com o laudo do software errado, foi de 48,3%; enquanto 56,7% acertavam, quando não tinham acesso ao diagnóstico errado do computador. Os autores ajuizaram que os médicos, não cardiologistas, foram influenciados pela ajuda incorreta do computador, questionando o resultado positivo, quando o laudo do software estava correto. Servindo-se destas informações, alertaram para o risco de ocorrer prejuízo na condução de pacientes, por serem os médicos não cardiologistas e usarem de sistemas interpretativos computadorizados imprecisos.

3.4.2. Aquisição de sinais

3.4.2.1. Modelos alternativos

Badilini et al. ⁽⁴⁹⁾ desenvolveram um estudo para validar o software ECGScan, desenvolvido para a conversão dos registros eletrocardiográficos em papel para arquivos digitais. Neste trabalho, os formatos digitais de 60 ECGs foram comparados ao impresso original em papel, através de um processador de imagens, que inicialmente detectou a grade milimetrada subjacente e, subseqüentemente, extrapolou o formato das ondas do ECG usando uma técnica baseada em modelagem ativa do contorno. A significativa fidelidade na reconstrução digital das ondas do ECG e a forte concordância entre as medidas semiautomáticas dos intervalos QT originais e as digitalizadas confirmaram a utilidade do software.

Mitra et al. ^(50,51) desenvolveram um sistema de aquisição de dados eletrocardiográficos com a utilização de um scanner para transferência pontual, píxel à píxel, das imagens obtidas em cada uma das doze derivações. As ondas do ECG, gravadas originalmente no papel, foram transferidas para uma base de dados digital. Esta pesquisa foi utilizada em um outro estudo, publicado três anos mais tarde pelos mesmos autores ⁽⁵²⁾, que capacitaram este software a identificar eletrocardiograficamente as doenças através das diferentes características observadas nas amplitudes dos complexos, em exames normais e anormais.

3.4.2.2. Sem aquisição de sinais

Molina et al. ⁽⁵⁵⁾ desenvolveram um programa de computador usando recursos da linguagem Visual Basic®, tendo em sua programação, como banco de dados, a tabela de normalidade em ECG pediátrico, publicada na I Diretriz (brasileira) de interpretação do ECG de repouso ⁽⁴¹⁾. Ao contrário de outros softwares desenvolvidos na área de eletrocardiografia pediátrica, este não se destina ao diagnóstico eletrocardiográfico; mas sim, à interpretação pontual de cada segmento aferido métrica ou vetorialmente, fornecendo, após comparação com o banco de dados incluso, os segmentos normais e anormais. O gabarito (*padrão-ouro*) no estudo anterior foi obtido pela concordância de uma sistemática análise eletrocardiográfica segmentar, fornecida por dois cardiologistas independentes, que usaram planimetria manual. Para validar este estudo, dezenove cardiologistas independentes, quatorze cardiopediatras, três emergencistas e dois eletrocardiologistas, contumazes no atendimento a crianças, com prática clínica diária e envolvidos com pesquisa no Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, foram solicitados a examinar duas vezes, doze segmentos eletrocardiográficos específicos, em cada um dos cinco ECGs pediátricos (4 normais) fornecidos. De início, todos os ECGs foram examinados de maneira convencional (avaliação qualitativa). Em seguida, os participantes aferiram os mesmos segmentos eletrocardiográficos métrica ou vetorialmente (avaliação quantitativa). Os dados obtidos, nas duas análises, comparados com o controle, apresentaram resultados de significância

estatística no auxílio desse recurso. Houve redução em 83% dos erros de análise segmentar. Evidenciou-se uma maior uniformidade e melhor qualidade na análise de todos os segmentos eletrocardiográficos, 92%, independentemente da condição de normalidade ou não do ECG.

3.4.3. Vetorcardiografia

Na análise do eletrocardiograma pediátrico, a discreta sobrecarga ventricular direita (SVD) e, em especial, a SVD discreta com atraso final de condução (SVD+AFC), são confundidas freqüentemente com o bloqueio incompleto de ramo direito (BRD), problema freqüente para algoritmos de análise computadorizada do ECG, visualmente indiferenciado para a maioria de cardiologistas pediátricos experientes. Zhou et al. ⁽¹²⁾, para melhor classificar a SVD+AFC discreta e BRD, combinaram as medidas do vetorcardiograma (VCG) com as do ECG. Os ECGs pediátricos usados no estudo foram gravados com 15 derivações e uma freqüência de uma amostragem de 500 hertz. Após análise de 4200 ECGs, 447 com SVD, 335 com BRD e 589 normais, coletados por um período de 18 meses, analisados por cardiopediatras, foram incluídos no estudo. A comparação estatística das medidas de ECG e de VCG feita no ECGs que têm padrão visual indistinguível no formato da onda (412), 117 SVD+AFC, 96 BRD e 199 normais, apresentou diferenças significativas nos vetores iniciais e terminais no plano transversal. Isto viabilizou o uso de um novo algoritmo com

resultados significativamente melhores na classificação destes desvios, com o uso de medidas combinadas de ECG e de VCG, quando comparados ao algoritmo existente.

A preocupação com a acurácia diagnóstica computadorizada no ECG pediátrico foi tema do estudo publicado por Brohet et al. ⁽⁴²⁾ sobre a influência de diferentes metodologias analíticas que se servem da vetorcardiografia a estatística multivariada e determinística convencional na interpretação do ECG pediátrico. Neste confronto, 1069 ECGs de crianças com cardiopatia congênita foram avaliadas quanto à presença de SVD, SVE, sobrecarga bi-ventricular ou normal, usando como controle o registro de 1069 crianças saudáveis. O melhor resultado foi obtido pela combinação dos métodos, seguido pela estatística multivariada, mais precisa.

3.4.4. Freqüência de amostragem

Erros significativos de aferição na amplitude e duração dos segmentos num ECG pediátrico podem ocorrer se a freqüência de amostragem for baixa. Macfarlane et al. ⁽⁴⁸⁾, autores desse estudo, com aproximadamente 1780 RN, lactentes e crianças, ao utilizar um eletrocardiógrafo digital para revisar limites de normalidade em crianças, mostraram que, acima do 98º percentil, as amplitudes normais poderiam ser 46% maiores que os limites vigentes na época da pesquisa. A duração de QRS encontrada foi maior do que a de dados previamente publicados.

Diferenças com relação ao sexo foram reveladas nas aferições da amplitude e duração dos complexos, particularmente, nos adolescentes mais jovens. O ECG digital utilizado na pesquisa estava capacitado para obter 500 amostras por segundo - 500Hz.

Método

4. MÉTODO

Metodologias diagnósticas que envolvam aquisição e processamento de sinais, diagnóstico e arquivamento de registro, requerem onerosa sofisticação tecnológica. Propomos, neste projeto, uma abordagem interpretativa que substitui a aferição digital automatizada pela manual, através de uma rotina segura, simples e acessível.

4.1. Local e participantes

Foram convidados quinze médicos, neste projeto referidos como “avaliados”, independentes, especialistas em cardiologia, com atividade no Instituto do Coração da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor-FMUSP) e com experiência na análise de ECGs pediátricos. Destes, onze são cardiopediatras e quatro eletrocardiologistas.

4.2. Material

Neste tópico será descrita a distribuição de pastas com ECGs, questionários eletrônicos, instalação de gabaritos, fluxo de dados e internet.

4.2.1. ECGs

Foram selecionados vinte ECGs pediátricos no Instituto do Coração, com equipamento Hewlett-Packard Page Writer, de 150Hz, e randomicamente distribuídos em uma proporção mínima de 35% para exames anormais (7 ECGs). Nos 13 registros normais, cinco dispunham de uma ou duas anormalidades segmentares irrelevantes ao laudo do exame. A distribuição foi proporcional entre os sexos e a idade com variação de 14 dias a 15 anos, média aproximada em 6 anos e 8 meses.

Dezesseis segmentos eletrocardiográficos específicos foram selecionados em conformidade com a I Diretriz (brasileira) de interpretação do ECG de repouso ⁽⁴¹⁾. São eles: frequência cardíaca, ângulo de QRS, intervalo PR, duração de QRS em V5, amplitude de P em DII, amplitude de Q em avF, amplitude de Q em V1, amplitude de Q em V6, amplitude de R em V1, amplitude de R em V6, amplitude de S em V1, amplitude de S em V6, amplitude de T em V1, amplitude de T em V6, quociente aritmético entre R e S em V1 e quociente aritmético entre R e S em V6 (Tabela 1).

Tabela 1. ECGs: Identificação, idade, diagnóstico e características –
Período da amostra: 24/10/2003 - 28/05/2004

ECG	ID	IDADE	DIAGN.	CARACTERÍSTICAS
1	153	14 anos	normal	
2	527	6 anos	ANORMAL	ÂQRS (165°), amplitude de P (0,30mV) em DII, de Q (0,05mV / 0,0mV) em V1 e V6, de R (0,65mV) em V6, de S (0,23mV / 0,87mV) em V1 e V6, de T (0,22mV) em V1 e na relação R/S (4,14 / 0,75) em V1 e V6
3	1536	6 anos	normal	
4	6503	15 anos	normal	
5	6764	1 ano	normal	
6	7117	14 dias	ANORMAL	ÂQRS (165°) e amplitude da onda R em V1 (1,43mV)
7	8770	8 meses	ANORMAL	Frequência cardíaca (173bpm) e ÂQRS (-15°)
8	12738	12 anos	normal	
9	12759	5 meses	normal	alterações de onda Q em avF (0,38mV) e V6 (0,31mV)
10	13654	10 anos	normal	
11	32235	2 anos	ANORMAL	ÂQRS (-45°), amplitude de R (0,02mV) em V1, de S (0,80mV) em V6, de T (- 0,97mV) em V1 e da relação R/S (0,05) em V1
12	32287	9 anos	ANORMAL	Amplitude de Q (0,37mV) em V6, de R (2,52mV / 0,37mV) em V1 e V6, de S (2,80mV) em V1 e de T (0,83mV) em V6
13	33306	13 anos	normal	Amplitude de Q em avF (0,32mV)
14	33961	4 anos	normal	
15	33992	3 anos	normal	Amplitude de Q em avF (0,42mV)
16	35603	5 meses	ANORMAL	Amplitude de Q em avF (0,48mV), de R (2,38mV) e S (1,25mV) em V6
17	35788	12 anos	ANORMAL	ÂQRS (-15°), intervalo PR (200ms), amplitude de P (0,30mV) em DII, de R (1,33mV / 2,43mV) em V1 e V6, de S (3,56mV / 1,03mV) em V1 e V6, de T (0,70mV / -0,11mV) em V1 e V6
18	37106	8 anos	normal	
19	37313	2 anos	normal	Amplitude de Q em V6 (0,32mV)
20	37565	15 anos	normal	Duração de QRS (140ms)

Fonte: Serviço de Eletrocardiologia do InCor-FMUSP.

4.2.2. Pastas de ECGs

Foram confeccionadas 50 pastas. Cada pasta foi codificada com uma combinação de letras diferentes, composta por uma folha inicial de instruções e pelos mesmos 20 ECGs presentes nas outras pastas. Estes, estavam distribuídos de maneira aleatória em uma sequência diferente das demais. A combinação de letras correspondente à pasta, selecionada por livre escolha do avaliado, seria sua identificação a ser digitada no *questionário eletrônico* (QE).

4.2.3. Questionários eletrônicos

O termo QE é definido, neste estudo, como o conjunto formado pela mídia física (*compact disc* - CD) e eletrônica (*programa de computador ou software*) entregue a cada avaliado.

Cada QE foi elaborado em vinte e três planilhas, assim dispostas: (a) uma planilha de instruções iniciais com um local específico para a identificação codificada (letra correspondente à pasta de ECGs escolhida pelo avaliado); (b) vinte *planilhas questionário* (PQ), sequenciais, numeradas de 1 a 20 e correspondentes a cada ECG a ser analisado; (c) uma planilha de instruções finais, orientada para o pronto envio do QE, quando concluído, ao endereço virtual do pesquisador, marcos.molina@incor.usp.br; (d) uma planilha oculta contendo a identificação codificada do avaliado e as

respostas digitadas nas 20 PQ. Os itens (a), (b) e (c) foram programados para acesso automático à planilha subsequente.

Três diferentes QE foram formatados segundo a finalidade à qual se destinam, em planilha Excel®, com 18 ou 34 diferentes macros. Macro é uma seqüência de comandos e funções armazenadas em um módulo do programa Visual Basic®, de propriedade da Microsoft®, e que pode ser executado sempre que precisar realizar alguma tarefa seqüencial. Quando uma macro é gravada, o Excel armazena informações sobre cada etapa realizada enquanto uma seqüência de comandos é digitada. Em seguida, a macro é ativada pelo usuário para repetir ou "reproduzir" automaticamente os comandos já programados.

Estes programas de computador foram previamente avaliados e aprovados pelo Departamento de Informática do Instituto do Coração (InCor) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Em um roteiro familiar, os três QE exibem as perguntas ao cardiologista. Para isto, os quesitos foram dispostos conforme a seqüência de análise segmentar, observada na tabela de normalidade do ECG pediátrico, presente na I Diretriz de interpretação do ECG de repouso, e são caracterizados pelo aspecto qualitativo e/ou quantitativo da análise (Tabela 2).

Tabela 2. Questionários Eletrônicos - distribuição das avaliações.

Avaliação		QUANTITATIVA	QUALITATIVA
	Objetivo	aferição métrica/vetorial	responder se está normal
Grupo 1	Livre		QE 1
Grupo 2	Dirigida	QE 2 (1º)	QE 2 (2º)
Grupo 3	Automatizada	QE 3	

QE: Questionário Eletrônico

O primeiro QE foi designado para o estudo subjetivo, aqui denominado avaliação “LIVRE” (AL). Neste formato, 16 perguntas qualitativas foram confeccionadas para respostas diretas, do tipo “SIM” ou “NÃO”, sobre a normalidade dos dezesseis segmentos eletrocardiográficos selecionados.

O segundo QE, denominado avaliação “DIRIGIDA” (AD), foi formatado para o estudo sistematizado. Neste, a cada segmento eletrocardiográfico, o avaliado é primeiro solicitado a aferir, métrica ou vetorialmente, e em seguida, responder sobre a normalidade ou não deste segmento. Foram preparadas 16 perguntas quantitativas e 16 qualitativas respectivamente.

O terceiro QE foi nomeado avaliação “AUTOMATIZADA” (AA). Neste, cada segmento eletrocardiográfico foi aferido métrica ou vetorialmente, sem apreciação da normalidade em cada segmento. Foram elaboradas 16 perguntas quantitativas.

Cada PQ foi confeccionada para permitir anulação pontual de eventuais respostas equivocadas através de um botão “LIMPAR”, inserido

no espaço destinado a cada pergunta. Um outro, denominado “LIMPAR TUDO”, foi programado para excluir todas as respostas pertinentes exclusivamente à PQ ativa, permitindo o reinício da digitação naquela planilha que fora desconsiderada, sem interferência em outras PQ já respondidas.

Para facilitar a simulação de uma situação laborativa cotidiana, durante o exame dos ECGs, foi prevista a possibilidade de consulta à tabela de normalidade do ECG pediátrico, no site da Sociedade Brasileira de Cardiologia - www.cardiol.br -. Para isto, cada PQ dispõe de um acesso remoto, *hiperlink*, na linguagem de informática, ao endereço eletrônico <http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2003/8002/repouso.pdf>, correspondente à I Diretriz Brasileira de Interpretação do ECG de Repouso.

O armazenamento dos dados digitados foi previsto para ser realizado tão logo a última pergunta da PQ fosse respondida. O avaliado, ao concluir a seqüência de perguntas, é solicitado a teclar o botão “GRAVAR”, ultimo em cada PQ, que surge na base da planilha mediante uma sinalização colorida. Após teclar “GRAVAR”, todas as informações respondidas no QE são gravadas no computador, operado pelo avaliado, na *área de trabalho*, a primeira tela disponível quando o computador está ligado e pronto para ser usado.

4.2.4. Gabarito das aferições qualitativas (controle)

As três formas de avaliação foram comparadas ao controle. Nas AL e AD, os resultados foram confrontados com o controle diretamente. Na AA, os dados aferidos foram, inicialmente, fornecidos a um software, que classificou o segmento segundo sua normalidade e, em seguida, comparados ao controle.

Para confecção de um gabarito, foi estabelecida uma rotina para a classificação dos 16 segmentos eletrocardiográficos, em cada um dos 20 ECGs, a ser seguida por dois médicos especialistas em cardiologia, independentes, não participantes em nenhuma outra etapa deste projeto e com o uso de planimetria manual.

A execução deveria obedecer a seguinte seqüência:

- (1) fornecer aos dois cardiologistas uma tabela de normalidade, anexada em cada registro, específica para a idade exibida em cada ECG;
- (2) anotar os limites de normalidade em cada segmento a ser analisado, antes da aferição;
- (3) eleger o segmento eletrocardiográfico a ser analisado, obedecendo a um padrão comum;
- (4) realizar a análise segmentar com uma lupa;
- (5) avaliar cada segmento em estudo, no mínimo, em três diferentes complexos;
- (6) aferir os segmentos com um planímetro adequado;

- (7) anotar cada aferição na folha que contém o registro eletrocardiográfico;
- (8) realizar a análise qualitativa somente após o item anterior;
- (9) avaliar no máximo três ECGs por data;
- (10) devolver todas as anotações ao pesquisador.

4.2.5. Gabarito das aferições quantitativas

Em um estudo anterior ⁽⁵⁵⁾, um programa de computador (*software*) foi desenvolvido por este pesquisador, em Excel®, usando recursos da linguagem Visual Basic®, tendo em sua programação, na qualidade de banco de dados, a tabela de normalidade em ECG pediátrico, publicada na I Diretriz de interpretação do ECG de repouso. A operação do software, na versão adotada neste estudo, requereu a aferição de cada segmento selecionado em milímetros e a digitação deste nos campos correspondentes durante as AA. Cada dado fornecido foi avaliado como normal ou anormal pelo programa após compará-lo com os limites de normalidade que haviam sido delimitados, logo na inserção da idade durante o cadastro inicial. Na seqüência, esta avaliação foi comparada com o controle.

4.3. Protocolo

Cada um dos quinze cardiologistas avaliados, por *livre escolha*, selecionou: (a) uma pasta com ECGs e (b) um CD com um QE incluso.

Em seguida, foi orientado a fazer uso deste material em seu ambiente habitual de trabalho, visando simular uma rotina. Foi sugerido, nas instruções iniciais, uma média diária de três a quatro ECGs examinados, preferencialmente todos os dias, até o término das análises e, após isto, o imediato envio dos resultados pela internet, através de e-mail, para o pesquisador.

Após receber, por e-mail, os arquivos dos avaliados, cada software foi destravado e exibiu a planilha oculta, permitindo o acesso à identificação codificada do avaliado e às respostas digitadas nas 20 PQ. Inicialmente foi conferido se todas as perguntas estavam respondidas. A seguir, os dados obtidos nas AL e AD foram diretamente comparados com os valores controle (gabarito das avaliações qualitativas). Aqueles dados obtidos por AA foram antes submetidos ao software de análise eletrocardiográfica segmentar para depois as respostas serem comparadas aos valores controle.

Os resultados da comparação com os valores controle foram classificados como concordantes ou discordantes nas AL e AD.

Nas AA, os dados submetidos ao software de análise eletrocardiográfica segmentar foram primeiro classificados em “normal” ou “anormal”, de acordo com o banco de dados inserido neste instrumento; em

seguida, comparados ao controle e re-classificados em concordantes ou discordantes.

Os dados classificados como discordantes nos três tipos de análise foram denominados “ERROS”.

4.4. Estatística

Os dados são apresentados em percentuais de erro com intervalo de confiança de 95%.

O teste qui-quadrado foi utilizado na comparação dos dados entre os três métodos de avaliação.

Foi definido em 5% o nível de significância.

Resultados

5. RESULTADOS

5.1. Resultados significativos

A análise eletrocardiográfica segmentar em pediatria, auxiliada por um sistema interpretativo computadorizado, reduziu em 45% - $p < 0,0001$ - os erros nas análises segmentar nos ECGs pediátricos; ou seja, de 11% para 6%, aproximadamente. Não houve diferença estatística significativa entre as ANA, como ocorre destas para com a AA (Tabela 3).

Tabela 3. Dados Gerais - Distribuição dos erros e confronto de metodologias.

Dados Gerais

Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,1156	0,0152	0,1071	0,0147	0,0618	0,0114
Qui-quadrado = 33,06		Livre x Dirigida		p=0,4632	
p<0,0001		Livre x Automatizada		p<0,0001	
		Dirigida x Automatizada		p<0,0001	

IC – intervalo de confiança

Gráfico 1. Dados Gerais - Distribuição dos erros.

Observa-se melhor sensibilidade e especificidade na AA, com maior risco de falsos resultados normais nas ANA. A especificidade credita um peso maior ao diagnóstico de anormalidade, especialmente com o uso do software (Tabela 4).

Tabela 4. Dados Gerais – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos.

	Livre	Dirigida	Automatizada
Sensibilidade	0,6963	0,586	0,8419
IC 95%	0.6299 a 0.7571	0.5171 a 0.6526	0.7861 a 0.8879
Especificidade	0,9116	0,9374	0,9522
IC 95%	0.8960 a 0.9256	0.9238 a 0.9492	0.9400 a 0.9624
Valor Pred. Positivo	0,5321	0,5753	0,7183
IC 95%	0.4718 a 0.5918	0.5069 a 0.6417	0.6584 a 0.7729
Valor Pred. Negativo	0,9541	0,9399	0,9765
IC 95%	0.9419 a 0.9644	0.9266 a 0.9515	0.9673 a 0.9837

IC - Intervalo de confiança

A tabela 5 detalha a natureza e quantidade de erros encontrados nas análises segmentares em cada formato. Os melhores resultados comparando a avaliação ‘AUTOMATIZADA’ com as “NÃO AUTOMATIZADAS” foram observados nos segmentos eletrocardiográficos que analisam a amplitude.

Tabela 5. Dados Gerais – distribuição dos erros. A concentração dos erros foi mais expressiva nas ondas Q (avF e V6), R (em V1) e razão R/S (em V1 e V6).

	LIVRE	DIRIGIDA	AUTOMATIZADA	p (LxD)-(LxA)-(DxA)
Freqüência cardíaca	5%	7%	7%	***
Eixo de QRS	14%	10%	5%	***
Intervalo PR	3%	3%	2%	***
Duração de QRS em V5	7%	5%	11%	***
Amplitude de P em DII	10%	4%	6%	***
Amplitude de Q em avF	23%	15%	6%	* – 0,0013 – *
Amplitude de Q em V1	7%	10%	10%	***
Amplitude de Q em V6	22%	17%	3%	* – 0,0001 – 0,0022
Amplitude de R em V1	25%	19%	3%	* - <0,0001 – 0,0007
Amplitude de R em V6	5%	5%	1%	***
Amplitude de S em V1	13%	9%	10%	***
Amplitude de S em V6	7%	11%	5%	***
Amplitude de T em V1	6%	15%	9%	***
Amplitude de T em V6	5%	5%	3%	***
Razão R/S em V1	26%	16%	4%	* - <0,0001 – 0,0095
Razão R/S em V6	12%	18%	3%	* - 0,0317 - 0,0012
GERAL	12%	11%	6%	* - <0,0001 - <0,0001

(LxD): análise livre versus dirigida; (LxA): análise livre versus automatizada; (DxA): análise dirigida versus análise automatizada; (*): não significativo.

A análise da onda Q em avF revela significância estatística quando comparamos a AL com AA (Tabela 6 e Gráfico 2).

Tabela 6. Onda Q na derivação avF.

Q em avF					
Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,2300	0,0825	0,1500	0,0700	0,0600	0,0465
Qui-quadrado = 11,56					
p = 0,0031					
Livre x Dirigida				p = 0,207	
Livre x Automatizada				p = 0,0013	
Dirigida x Automatizada				p = 0,065	

IC: Intervalo de confiança

Gráfico 2. Q em avF - Distribuição dos erros. Não se observa diferença significativa ao compararmos ALxAD e ADxAA.

Tabela 7. Q em avF – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos.

	Livre	Dirigida	Automatizada
Sensibilidade	0,3	0,25	0,9
IC 95%	0,1189 a 0,5428	0,08657 a 0,4910	0,6830 a 0,9877
Especificidade	0,8875	1	0,95
IC 95%	0,7972 a 0,9472	0,9549 a 1,000	0,8769 a 0,9862
Valor Pred. Positivo	0,4	1	0,8182
IC 95%	0,1634 a 0,6771	0,4782 a 1,000	0,5972 a 0,9481
Valor Pred. Negativo	0,8353	0,8421	0,9744
IC 95%	0,7391 a 0,9069	0,7530 a 0,9088	0,9104 a 0,9969

IC - Intervalo de confiança

O estudo da onda Q em V6 mostra que o uso da AA é melhor que as ANA (Tabela 8 e Gráfico 3).

Tabela 8. Onda Q na derivação V6.**Q em V6**

Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,2200	0,0812	0,1700	0,0736	0,0300	0,0334
Qui-quadrado = 16,11		Livre x Dirigida		p = 0,4753	
p = 0,0003		Livre x Automatizada		p = 0,0001	
		Dirigida x Automatizada		p = 0,0022	

IC: Intervalo de confiança

Gráfico 3. Q em V6 - Distribuição dos erros. Não se observa diferença significativa ao compararmos ALxAD.

Tabela 9. Q em V6 – Sensibilidade, especificidade e valores preditivos

	Livre	Dirigida	Automatizada
Sensibilidade	0,25	0,2	1,00
IC 95%	0,08657 a 0,4910	0,05733 a 0,4366	0,8316 a 1,000
Especificidade	0,9125	0,9875	0,9625
IC 95%	0,8280 a 0,9641	0,9323 a 0,9997	0,8943 a 0,9922
Valor Pred. Positivo	0,4167	0,8	0,8696
IC 95%	0,1517 a 0,7233	0,2836 a 0,9949	0,6641 a 0,9722
Valor Pred. Negativo	0,8295	0,8316	1,00
IC 95%	0,7345 a 0,9013	0,7410 a 0,9006	0,9532 a 1,000

IC - Intervalo de confiança

Os benefícios mais significativos nas análises segmentares do ECG pediátrico foram observados na onda R em V1 (Tabela 10 e gráfico 4).

Tabela 10. Onda R na derivação V1**R em V1**

Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,2500	0,0849	0,1900	0,0769	0,0300	0,0334
Qui-quadrado = 19,58					
p < 0,0001					
Livre x Dirigida				p = 0,3934	
Livre x Automatizada				p < 0,0001	
Dirigida x Automatizada				p = 0,0007	

IC: Intervalo de confiança

Gráfico 4. R em V1 - Distribuição dos erros. Não se observa diferença significativa ao compararmos ALxAD; porém, ANA se beneficiam com a AA.**Tabela 11.** Onda R em V1. Sensibilidade, especificidade e valores preditivos

	Livre	Dirigida	Automatizada
Sensibilidade	0,75	0,65	0,95
IC 95%	0,5090 a 0,9134	0,4078 a 0,8461	0,7513 a 0,9987
Especificidade	0,75	0,85	0,975
IC 95%	0,6406 a 0,8401	0,7526 a 0,9200	0,9126 a 0,9970
Valor Pred. Positivo	0,4286	0,52	0,9048
IC 95%	0,2632 a 0,6065	0,3131 a 0,7220	0,6962 a 0,9883
Valor Pred. Negativo	0,9231	0,9067	0,9873
IC 95%	0,8295 a 0,9746	0,8171 a 0,9616	0,9315 a 0,9997

IC - Intervalo de confiança

A razão R/S mostrou-se beneficiada pelo uso da AA nas análises em V1 e V6 (Tabela 12 e gráfico 5).

Tabela 12. R/S na derivação V1.

R/S em V1					
Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,2600	0,0860	0,1600	0,0719	0,0400	0,0384
Qui-quadrado = 18,69					
p < 0,0001		Livre x Dirigida		p = 0,1182	
		Livre x Automatizada		p < 0,0001	
		Dirigida x Automatizada		p = 0,0095	
IC: Intervalo de confiança

Gráfico 5. R/S V1 - Distribuição dos erros. Não se observa diferença significativa ao compararmos ALxAD; porém, ANA se beneficiam com a AA.

Tabela 13. R/S em V1. Sensibilidade, especificidade e valores preditivos

	Livre	Dirigida	Automatizada
Sensibilidade	0,90	0,80	1,00
IC 95%	0,5550 a 0,9975	0,4439 a 0,9748	0,6915 a 1,000
Especificidade	0,7222	0,8444	0,9556
IC 95%	0,6178 a 0,8115	0,7528 a 0,9123	0,8901 a 0,9878
Valor Pred. Positivo	0,2647	0,3636	0,7143
IC 95%	0,1288 a 0,4436	0,1720 a 0,5934	0,4190 a 0,9161
Valor Pred. Negativo	0,9848	0,9744	1,0
IC 95%	0,9184 a 0,9996	0,9104 a 0,9969	0,9580 a 1,000

IC - Intervalo de confiança

A razão R/S em V6 é beneficiada pelo uso da AA (Tabela 14 e gráfico 6).

Tabela 14. R/S na derivação V6.

R/S em V6					
Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,1200	0,0637	0,1800	0,0753	0,0300	0,0334
Qui-quadrado = 11,64					
p = 0,003		Livre x Dirigida		p = 0,3221	
		Livre x Automatizada		p = 0,0317	
		Dirigida x Automatizada		p = 0,0012	

IC: Intervalo de confiança

Gráfico 6. R/S V6 - Distribuição dos erros. Não se observa diferença significativa ao compararmos ALxAD; porém, ANA se beneficiam com a AA.

Tabela 15. R/S em V6. Sensibilidade, especificidade e valores preditivos.

	Livre	Dirigida	Automatizada
Sensibilidade	1,00	1,00	0,80
IC 95%	0,4782 a 1,000	0,4782 a 1,000	0,2836 a 0,9949
Especificidade	0,8737	0,8105	0,9789
IC 95%	0,7897 a 0,9330	0,7172 a 0,8837	0,9260 a 0,9974
Valor Pred. Positivo	0,2941	0,2174	0,6667
IC 95%	0,1031 a 0,5596	0,07460 a 0,4370	0,2228 a 0,9567
Valor Pred. Negativo	1,00	1,00	0,9894
IC 95%	0,9565 a 1,000	0,9532 a 1,000	0,9421 a 0,9997

IC: Intervalo de confiança.

5.2. Resultados não significativos

Tabela 16. Intervalo PR.

PR					
Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,0300	0,0334	0,0300	0,0334	0,0200	0,0274
Qui-quadrado =		0.2568			
		p= 0,8795

Gráfico 7. PR DII - Distribuição dos erros.

Tabela 17. Duração do complexo QRS**QRS V5**

Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,0700	0,0500	0,0500	0,0427	0,1100	0,0613

Qui-quadrado = 2.637
p= 0,2675

Gráfico 8. Duração de QRS em V5.**Tabela 18.** Amplitude de onda P.**P DII**

Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,1000	0,0588	0,0400	0,0384	0,0600	0,0465

Qui-quadrado = 3.000
p= 0,2231

Gráfico 9. Amplitude de P em DII.

Tabela 19. Amplitude de onda Q [na derivação V1](#).

Q V1					
Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,0700	0,0500	0,1000	0,0588	0,1000	0,0588
Qui-quadrado =		0.7326			
		p= 0,6933

Gráfico 10. Amplitude de Q em V1

Tabela 20. Amplitude de onda R na derivação V6

R V6					
Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,0500	0,0427	0,0500	0,0427	0,0100	0,0195
Qui-quadrado =		3.020			
		p= 0,2209

Gráfico 11. Amplitude de R em V6

Tabela 21. Amplitude de onda S na derivação V1.

S V1

Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,1327	0,0672	0,0900	0,0561	0,1000	0,0588

Qui-quadrado = 1.025
p= 0,599

Gráfico 12. Amplitude de S em V1

Tabela 22. Amplitude de onda S na derivação V6.**S V6**

Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,0700	0,0500	0,1100	0,0613	0,0500	0,0427
Qui-quadrado =		2.637			
		p= 0,2675

Gráfico 13. Amplitude de S em V6

Tabela 23. Amplitude de onda T na derivação V1

T V1					
Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,0606	0,0470	0,1500	0,0700	0,0909	0,0566
Qui-quadrado =		4.547			
		p= 0,1029

Gráfico 14: Amplitude de T em V1.

Tabela 24. Amplitude de onda T na derivação V6

T V6					
Livre		Dirigida		Automatizada	
Erro	IC 95%	Erro	IC 95%	Erro	IC 95%
0,0500	0,0427	0,0500	0,0427	0,0300	0,0334
Qui-quadrado =		0.6433			
		p= 0,725

Gráfico 15. Amplitude de T em V6

Discussão

6. DISCUSSÃO

“Em 1997, fãs de xadrez do mundo inteiro ficaram consternados quando o computador Deep Blue derrotou o campeão mundial, o russo Garry Kasparov, em uma série de seis partidas. Nove anos depois, o contrário é que causaria surpresa...a máquina é favorita.” 06/12/2006, Revista Veja, Esportes
(56)

Este é um ensaio clínico transversal que confronta experiência cardiológica, disciplina analítica e tecnologia como métodos na avaliação interpretativa em eletrocardiografia pediátrica.

6.1. Da caracterização da casuística

A escolha do Instituto do Coração (InCor) da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo como fonte para esta amostra é explicada por seu tradicional compromisso, enquanto instituição, para com o ensino e a pesquisa em cardiologia, pela excelência neste exercício e no desempenho das sub-especialidades alvo deste estudo, por dispor do número necessário de profissionais para a amostra e pela desinteressada solicitude dispensada pelos profissionais alvo.

A opção por especialistas em cardiologia, com atuação regular em cardiopediatria ou eletrocardiologia, cumpre um padrão (*ouro*) observado em várias pesquisas recentes ^(8-14,34,42-44). A opção por uma maior concentração de cardiopediatras (73%) reflete nosso alinhamento a este modelo.

Outro aspecto a influenciar a escolha destes profissionais é que os resultados obtidos em estudos comparativos entre médicos não cardiologistas e software, na análise interpretativa do ECG pediátrico, não fornecem evidências suficientemente confiáveis para decidir qual método é melhor. Wathen et al. ⁽¹¹⁾ expõem este confronto em um serviço de emergência pediátrica com o uso de dois cardiopediatras como controle, e observam alta e significativa taxa de discordância clinicamente importante na análise de ECGs. Advertem, sugerindo que a revisão regular dos ECGs pelo cardiopediatra pode reduzir significativamente a sub-detecção de achados clinicamente importantes em crianças. Em outro estudo, com desenho semelhante e com um eletrofisiologista pediátrico para controle, Snyder et al. ^(12,13) observam prejuízo na interpretação, médica e computadorizada, de ECGs mais complexos. Tsai TL et al. ⁽⁹⁾ denunciam um significativo prejuízo na condução de pacientes por não cardiologistas, que se servem de imprecisos sistemas interpretativos computadorizados. Horton et al. ⁽¹⁴⁾, em um estudo sobre a qualidade no uso do ECG, recomendam aos residentes um maior domínio do ECG e a subsequente revisão pelo cardiopediatra de cada registro pré-analisado por um não cardiologista.

Por outro lado, o reconhecimento destes especialistas como padrão-ouro é questionado por alguns autores. Entre eles, Chiu et al. ⁽⁴³⁾ que, ao

confrontarem a avaliação de dois cardiopediatras e um software, confirmam a utilidade do software; porém, concluem ser maior a eficiência na avaliação dos médicos, especialmente na análise do ritmo, de bloqueio de ramo direito, de sobrecargas e do intervalo QT. Em outra pesquisa, Hamilton et al.^(44,45) confrontam a interpretação inter e intra-observador na análise da sobrecarga ventricular direita e esquerda, e concluem haver concordância modesta entre os cardiologistas, porque mesmo com o uso de um software, o resultado é proporcional ao volume de informações fornecidas ao cardiologista sobre o paciente. Rijnbeek et al.^(34,47), em um estudo sobre novos limites de normalidade para o ECG pediátrico, observam dificuldade por parte do médico em se ajustarem a estes novos limites ao compararem o software PEDMEANS a dois cardiopediatras.

A orientação estatística definiu a escolha de 20 ECGs pediátricos de diferentes faixas etárias, logo no desenho deste projeto, com 57% dos exames propositalmente distribuídos até os dois anos de idade, período que encerra a maior variação dos limites de normalidade da criança e do ser humano^(18,32).

Cada segmento foi abordado 20 vezes (um em cada ECG) pelos 15 avaliados, conferindo um volume de 300 avaliações por segmento e totalizando 4800 análises nos 16 segmentos selecionados. Esta amostra seria suficiente para avaliar estatisticamente erros alfa e beta, e fornecer, com 90% de chance de acerto, a identificação de uma redução significativa acima de 10%. A proporção mínima para exames anormais foi definida em 35%; contudo, para simular a rotina ambulatorial do cardiologista “comum” e

experiente no atendimento pediátrico, e para minimizar o risco da abordagem mais cautelosa que o habitual pelos avaliados, pois potencialmente prejudicaria o resultado final desta pesquisa, optamos por evitar registros que diferissem da aparência costumeira, com elevado volume de anormalidades. Diante desta premissa, a possibilidade de proporcionalizar em, no mínimo, 35% as anormalidades nos segmentos (e não nos ECGs) e nas diferentes faixas etárias estaria prejudicada, pois exigiria montagem artificial dos registros para manter a distribuição simétrica das anormalidades, o que elevaria o número de ECGs anormais na amostra, além de modificar o aspecto habitual de cada exame.

Como a proposta deste projeto é o diagnóstico segmentar e não do ECG como um todo, apenas a idade foi fornecida junto com o exame para simular uma condição analítica laboratorial uniforme.

Todos os registros foram realizados em pacientes do InCor, com o mesmo tipo de aparelho.

Foi proposital a utilização de cinco ECGs normais com até duas anormalidades irrelevantes no laudo. Esta opção obedece a uma regularidade na interpretação do ECG pediátrico; ou seja, é freqüente a constatação de anormalidades segmentares pontuais em ECGs normais. Esta contumácia foi abordada por Macfarlane et al. ⁽⁴⁸⁾, quando afirmam que “erros significativos de aferição na amplitude e duração dos segmentos em um ECG pediátrico podem ocorrer se a freqüência de amostragem for baixa”.

Foram consideradas como anormalidades segmentares relevantes alterações com potencial para prejudicar o diagnóstico final do exame.

As principais publicações internacionais tratam a aferição segmentar como *padrão-ouro* na análise eletrocardiográfica e, em virtude disto, publicam tabelas com limites a serem respeitados. Os dezesseis segmentos escolhidos neste estudo atendem à recomendação da Diretriz (brasileira) de interpretação do ECG de repouso ⁽⁴¹⁾, publicada pela Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC).

Cada avaliado escolheu livremente (a) um envelope lacrado e sem identificação, contendo uma pasta com ECGs e (b) um questionário eletrônico. O termo *questionário eletrônico* (QE) é definido, neste estudo, como o conjunto formado pela mídia física (*compact disc* - CD) e a eletrônica que contém o programa de computador (ou software) a ser utilizado pelo avaliado. Este programa de computador utiliza linguagem Visual Basic®, presente no programa Excel®, da empresa Microsoft®. O uso desta linguagem se justifica por ser um programa compatível com a maioria dos sistemas operacionais (SO), por estar presente nos computadores que se servem deste SO, pela simplicidade de programação, manutenção dos dados e suporte, pela familiaridade do autor da pesquisa com esta linguagem de informática que facilita a programação, manutenção dos dados e suporte técnico e por ter seu projeto, execução e resultados, avaliados e aprovados pelo Departamento de Informática do InCor.

A opção por QE é justificada pelo conforto para responder às perguntas quando o avaliado estiver convenientemente disponível; pelo

gerenciamento de dados, desde sua aquisição e armazenamento até o envio através da world wide web (internet); pela redução no viés da entrevista. Apenas dois avaliados relataram dificuldades para instalação de seus QE em virtude de incompatibilidade de SO. Os problemas foram solucionados com o envio de uma versão adequada ao SO do avaliado.

A experiência em cardiologia e eletrocardiologia é, ainda hoje, a principal ferramenta na avaliação de um ECG ^(8-14,34,42-44). Para melhor estudar a influência desta experiência na interpretação de registros pediátricos, três diferentes QE foram preparados, segundo o nível de liberdade permitida ao médico. São eles:

- 1) QE para análise AL: Questionamento subjetivo, com perguntas qualitativas diretas, modelo “SIM” ou “NÃO”. O cardiologista tem liberdade de aferir o segmento e consultar uma tabela de normalidade antes de interpretar.
- 2) QE para análise AD: Questionamento misto, mas com predomínio subjetivo. Um diferencial disciplinar impõe a averiguação quantitativa precedendo a qualitativa. Neste formato, através de uma abordagem sistematizada manual prévia, o médico afere, antes de interpretar, com liberdade para consultar uma tabela de normalidade;
- 3) QE para análise AA: Questionamento sistematizado com de perguntas apenas quantitativas. O médico tem de aferir os segmentos e digitar seus valores em um programa de

computador. Este modelo prescinde da experiência médica e propõe um hábito interpretativo disciplinado e lógico.

Com o propósito de criar uma rotina analítica familiar ao cardiologista, durante o estudo segmentar dos ECGs, as perguntas foram dispostas na mesma seqüência da Diretriz para interpretação do ECG de repouso⁽⁴¹⁾. Para ambientar convenientemente as avaliações, foi sugerido o local de trabalho. Também, disponibilizou-se um acesso remoto à tabela de normalidade do ECG pediátrico, no site da Sociedade Brasileira de Cardiologia (www.cardiol.br), através de um *hiperlink* ao endereço eletrônico <http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2003/8002/repouso.pdf>, correspondente à I Diretriz (brasileira) de interpretação do ECG de repouso.

O motivo da gravação dos resultados na área de trabalho do computador, ao invés de ser no próprio CD fornecido, deve-se à possibilidade de: (a) atualização automática dos dados toda vez que uma *planilha questionário* (PQ) é concluída; (b) rapidez no processo de gravação (o disco rígido do computador armazena as informações mais rápido que o CD); (c) realização com um único comando, ao contrário da gravação em CD que necessita de uma seqüência de comandos; (d) redução dos problemas habituais de gravação em uma mídia móvel (dano físico no local de gravação, defeito de fábrica ou perda do CD); (e) rápido acesso ao *questionário eletrônico*, nos dias subseqüentes à primeira análise (um ícone específico fica automaticamente gravado na área de trabalho, tão logo o primeiro estudo eletrocardiográfico é concluído e gravado); (f) fixação do

avaliado ao local de trabalho nas próximas apreciações dos ECGs; (g) dispensa do CD com o *questionário eletrônico*, logo na primeira gravação; (h) facilidade para envio dos resultados pela internet.

Como gabarito das aferições quantitativas, dois cardiologistas, não pediátricos, foram usados como controle neste estudo. Isto não é fato isolado, uma vez que Guglin et al. ⁽⁸⁾, em seu projeto, após os registros serem lidos por um software, eram relidos por dois cardiologistas. Em outro artigo sobre interpretação informatizada do ECG pediátrico, Tsai TL ⁽⁹⁾ compararam os desempenhos de um software de análise interpretativa para ECGs pediátricos e de médicos residentes não cardiologistas, tendo, como controle, a análise de dois cardiologistas. Eskola et al. ⁽¹⁰⁾ compararam a precisão entre a aferição manual e a computadorizada em segmentos eletrocardiográficos específicos, que foram independentemente avaliados por dois cardiologistas, sem conhecimento da interpretação computadorizada, e comparados às aferições automatizadas. A rotina imposta aos dois cardiologistas-controle foi proporcionalizada ao risco da função, especialmente ante à polêmica da aferição manual ^(10,32,47,48).

Nas aferições qualitativas foi utilizado um software, desenvolvido pelo autor desta pesquisa em outro estudo ⁽⁵⁵⁾, que contém em seu banco de dados a tabela de normalidade em ECG pediátrico, publicada na I Diretriz de interpretação do ECG de repouso. O programa de computador não se destina ao diagnóstico eletrocardiográfico, mas sim à interpretação exata de cada segmento aferido métrica ou vetorialmente, classificando, após comparação com seu banco de dados, os que estão ou não normais. Os

significativos resultados deste estudo permitiram a utilização desta ferramenta para a função de controle quantitativo. Não fosse, porém, esta a ferramenta, bastaria o estrito cumprimento da tabela de normalidade vigente.

A utilização das PQ, presentes em cada QE, transcorreu satisfatoriamente em todas as rotinas programadas, inclusive na transferência desses dados pela internet.

O teste do qui-quadrado foi utilizado neste estudo por sua aplicação na comparação de proporções numéricas.

6.2. Dos resultados

O índice de erros é uma ferramenta conveniente e informativa para a avaliação da exatidão diagnóstica, segundo Guglin et al. ⁽⁸⁾. Nesta linha de raciocínio, a pesquisa revelou que os erros mais significativos ocorreram na análise das ondas Q e R durante as AL e AD ou *análises não automatizadas* (ANA).

O motivo da maior concentração de erros nos segmentos com análise de amplitude obedece ao relato de outros autores^(12,13,43). Inferimos que: (1) a maior dificuldade na interpretação da amplitude nas diferentes faixas etárias se deva à sua maior variação nos limites de normalidade do que nas análises de duração; (2) a frequência de amostragem foi baixa (150Hz) e erros significativos de aferição na amplitude e duração dos segmentos em um ECG pediátrico podem ocorrer se a frequência de

amostragem for baixa, como concluíram Macfarlane et al.⁽⁴⁸⁾, ao utilizar um ECG digital, capacitado para obter 500 amostras por segundo (500Hz); (3) talvez não coincidisse esta disposição dos erros se a distribuição das anormalidades, em todos segmentos estudados, fosse proporcional.

Em média, foram 23%, 17% e 4% os erros de avaliação nas AL, AD e AA; referentes às ondas Q em avF (tabelas 4 e 5) e V6 (tabelas 6 e 7) e R em V1 (tabelas 8, 9, 10 e 11). Observou-se redução em 68% (gráfico 2), 85% (gráfico 3) e 86% (gráfico 4) nos erros, quando comparamos respectivamente as AL e AD (não automatizadas) com a AA. A razão R/S na derivação V1 foi favorecida pela boa performance da AA, especialmente pelo bom resultado de R em V1 (gráficos 4 e 5). O significativo benefício na AA (tabelas 12 e 13), observado na razão R/S em V6 (gráfico 6), ocorre sem que as ondas R e S tenham isoladamente apresentado resultados significativos com o uso da AA. Isto talvez se explique pela boa performance de R em V6, apesar de não significativa.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as avaliações não automatizadas AL =11,56% e AD=10,57%. A aferição quantitativa não modificou a qualitativa. Em termos práticos, seria o mesmo que afirmar que, quando a experiência do cardiologista conclui a interpretação de um ECG pediátrico, é indiferente se houve ou não medição anterior à interpretação.

Outro aspecto que a similaridade entre AL e AD permite concluir é sobre a uniformidade interpretativa do cardiologista na análise do ECG, que, segundo os critérios estatísticos, presume competência satisfatória.

Os erros observados nas ANA foram reduzidos com significância estatística de 11% para 6% na AA. O cardiologista reduz em 45% os vieses de interpretação na AA. A diferença média de 5% nos erros interpretativos entre as ANA e AA representam uma redução estatisticamente significativa de 45% do total de erros (tabela 1 e gráfico 1).

A capacidade geral de acerto com este método, quando qualifica como normal um segmento eletrocardiográfico em ECG pediátrico, sensibilidade = 84%, confere um benefício 21% superior à AL e 44% superior à AD. As ANA permitem muitos resultados “falso normais”, AL=30% e AD=41%.

Os resultados pró-AA são ainda melhores quando o diagnóstico é de anormalidade segmentar, especificidade = 95%, apesar de não haver grandes diferenças com relação às formas AL e AD, 91% e 94%, respectivamente (tabelas 2 e 3).

Wyatt e Liu⁽⁵⁷⁾ definem, sob o ponto de vista da informática médica, algoritmo como sendo o conjunto de regras e operações bem definidas e ordenadas, destinadas a executar uma tarefa complexa através de etapas de simples decisão e execução. Segundo Karp⁽⁵⁸⁾, algoritmos são bons para descrever processos dinâmicos, enquanto fórmulas ou equações são mais apropriadas aos fenômenos estáticos. A aplicação de novos algoritmos interpretativos, porém, serve-se da evolução tecnológica, particularmente da melhora da frequência de amostragem que evoluiu de 333Hz⁽³²⁾ até 1200Hz⁽⁴⁷⁾ e da associação de metodologias complementares como a vetorcardiografia para elucidação de similaridades e para melhor escolha

metodológica na programação de um software para análise do ECG. Uma limitação comum, na interpretação de um ECG, é a ocorrência de imagens que se aplicam a mais de um diagnóstico, sem diferenciação para a capacidade visual humana e para algoritmos de análise computadorizada do ECG. Zhou et al. ⁽¹²⁾ obtiveram resultados significativamente melhores na classificação destes desvios, usando medidas combinadas de ECG e de VCG que permitiram um aprimoramento do algoritmo existente. Outro estudo que associa o uso da vetorcardiografia para aprimoramento da precisão interpretativa computadorizada em ECG pediátrico foi desenvolvido por Brohet et al. ⁽⁴²⁾, que avaliaram a influência de diferentes metodologias analíticas na interpretação do ECG pediátrico. O melhor resultado foi obtido pela associação das metodologias estatística multivariada e determinística convencional. Guglin et al. ⁽⁸⁾ analisaram a frequência e a natureza dos erros na interpretação computadorizada de um ECG. Os registros foram lidos por um software e relidos por dois cardiologistas. O diagnóstico computadorizado do ECG para situações de risco à vida não foi exato. Os autores concluíram que há necessidade de melhorias nos algoritmos diagnósticos.

Dentre os autores que não prescindem da aferição manual, Eskola et al. ⁽¹⁰⁾, em um estudo com pacientes adultos, compararam a precisão entre a aferição manual e a computadorizada em ECGs de pacientes com suspeita de insuficiência coronariana aguda. Os resultados revelam que, nos desvios do segmento ST, as medidas automatizadas foram menores que as realizadas manualmente, e a duração da onda Q foi maior na automatizada,

com conseqüente agravo ao diagnóstico inicial. Corrigir a leitura automatizada através da aferição manual é necessário, especialmente por causa das subseqüentes implicações clínicas, assim inferem os autores. Aliás, a Diretriz Européia ⁽⁴⁾ para interpretação do ECG no RN, publicada pela Sociedade Européia de Cardiologia (ESC), também recomenda a aferição manual dos segmentos de um ECG, face à existência de limitações nas medições eletrônicas. Macfarlane et al. ⁽⁴⁸⁾ valorizaram a aferição manual em registros digitais, com frequência de amostragem baixa (500Hz foi a utilizada em seu estudo). Davignon ⁽³²⁾ ilustrou bem este caso quando, para otimizar o tempo em seu (antológico) estudo, reconhecendo que a aferição manual de cada ECG demandaria muito tempo, recorreu a um software, denominado Mayo Clinic Computer Program®, para aferição automática dos segmentos nos ECGs e arquivamento dos dados. As gravações, porém, foram monitoradas visualmente e estavam sujeitas a correções manuais das medidas defeituosas. Allan et al. ⁽²⁵⁾, em uma carta enviada ao editor da revista Pediatrics, ponderaram sobre as variáveis interferentes que afetam a aferição automatizada, “não há substituto para o cálculo manual dos segmentos do ECG”.

A aferição manual dos segmentos do ECG pediátrico é controversa. Dentre os pesquisadores que desaconselham a aferição manual do ECG pediátrico, Rijnbeek et al. ⁽⁴⁷⁾ alegam que a imperfeição nos valores vigentes é também explicada pelas medidas manuais realizadas nestes segmentos.

Para solucionar a precisão na aferição manual, com perspectivas para criação de sistemas de interpretação computadorizados, Mitra et al.

^(50,51) desenvolveram um interessante sistema de aquisição de dados eletrocardiográficos que utilizou um scanner para transferência pontual das imagens, píxel à píxel, gravadas originalmente no papel e transferidas para uma base de dados digital. Esta pesquisa serviu a um outro estudo, publicado três anos mais tarde pelo mesmo autor ⁽⁵²⁾, o qual este software foi capacitado para a identificação eletrocardiográfica de doenças.

O scanner também foi usado por Badilini et al. ⁽⁴⁹⁾ para validar o software ECGScan, desenvolvido para a conversão dos registros eletrocardiográficos em papel para arquivos digitais. Neste trabalho, os formatos digitais foram comparados ao impresso original em papel através de um processador de imagens, que inicialmente detectou a grade milimetrada subjacente e, subseqüentemente, transferiu o formato das ondas do ECG usando uma técnica baseada em modelagem ativa do contorno, semelhante a utilizada pelo Reconhecedor de Caracteres Ópticos - OCR - nos scanners de mesa.

Nosso estudo apresenta similaridades com os resultados de outras pesquisas. Guglin et al. ⁽⁸⁾, ao estudarem a freqüência e a natureza dos erros na interpretação computadorizados de um ECG, com registros lidos por um software e relidos por dois cardiologistas, obteve 9,9% de desacordo significativo entre o computador e os cardiologistas. Em nosso estudo, o desacordo entre software e cardiologistas foi de aproximadamente 11% (ver tabela 1 e gráfico 1). Outra contumácia diz respeito ao desenho deste projeto que se assemelha a outros como, por exemplo, do estudo realizado por Macfarlane et al. ⁽⁴⁸⁾ que acusaram erros na aferição de amplitude e duração

dos segmentos. Em outro projeto, mas com pacientes adultos, Eskola et al.⁽¹⁰⁾ compararam a precisão entre a aferição manual e a computadorizada em segmentos eletrocardiográficos específicos, nos quais os registros foram independentemente interpretados por dois cardiologistas, sem conhecimento da interpretação computadorizada, e comparados às aferições automatizadas.

O ECG é normalmente utilizado como um instrumento de triagem primária por se tratar do primeiro exame em uma investigação cardiológica subsidiária. Foi observado, em nosso estudo, que a baixa sensibilidade interpretativa nas ANA permitem a ocorrência de muitos resultados “falsos normais”. Isto prejudicaria mais o paciente do que a situação inversa, porque o “falso normal” poderia ser erroneamente dispensado de qualquer investigação adicional, enquanto o “falso anormal” seria encaminhado para exames complementares que esclareceriam sua situação normal.

Outro aspecto relevante deste estudo diz respeito aos erros de natureza interpretativa quando se constata significativa perda da sensibilidade nas ANAs. Isto permitiria inferir sobre a perda de eficiência do ECG como instrumento de triagem primária, quando interpretado por ANA.

Iwamoto et al.⁽²⁷⁾ reforçaram a teoria do ECG como instrumento único de triagem primária em um estudo de revisão do prognóstico e necessidade de tratamento da taquicardia ventricular (TV) detectada em uma pesquisa para doença cardíaca realizada em escolas no Japão. Nesse estudo, 17% dos casos foram diagnosticados em um primeiro ECG de repouso, e aos demais, após constatação de extrassístolia ventricular, foi

solicitado realizar Holter e ECG de esforço para detecção de TV. Em uma revisão sobre a variedade de sintomas na doença de Kawasaki (DK), a principal causa de doença cardíaca adquirida em crianças no Japão e nos EUA, Wong et al.⁽²⁹⁾ relataram situações assintomáticas que valorizam o diagnóstico através do ECG. Steinberg et al.⁽³³⁾, em seu estudo sobre custos no atendimento à síncope pediátrica, não dispensaram o uso do ECG, ao recomendar uma abordagem subsidiária clínica e economicamente justificada. Em um estudo belga, Massim et al.⁽²⁸⁾ destacaram “anormalidades” eletrocardiográficas silenciosas que ocorrem em crianças e adolescentes saudáveis, sob o ponto de vista cardiovascular. Os resultados mostram arritmia sinusal em todos os registros. Algumas crianças apresentavam bloqueio átrio-ventricular de 1º e 2º graus durante o sono e extrassístoles atriais e ventriculares monomórficas freqüentes. Em um estudo indiano, Poddar et al.⁽¹⁷⁾ quantificaram em acima de 1% as arritmias cardíacas em RN aparentemente normais e, em sua maioria, assintomáticos. O potencial arritmogênico em recém-nascidos com alterações detectáveis a um ECG de repouso é também destaque na diretriz européia⁽⁴⁾. Mohler et al.⁽⁶³⁾, em um artigo que mereceu destaque do editor, providenciaram um esquema que orienta a compreensão da gravidade e da latência das arritmias congênitas e adquiridas, potencialmente letais, associadas a uma complexa integração de fatores gênicos, como a SQTl.

A Síndrome do QT Longo (SQTl) é a principal causa de morte súbita, de origem cardíaca em crianças e adultos jovens⁽⁴⁾, e o ECG é o único teste de seleção disponível para a detecção da SQTl, segundo Allan

et al. ^(24,25). Outros autores reforçam estas justificativas ^(7,23-26,31) e citam outras formas de triagem na suspeita desta patologia ^(22,30,31). Esta importância assume dimensões ainda maiores quando a Sociedade Européia de Cardiologia⁽⁴⁾, através de sua Diretriz para interpretação do ECG no RN, exorta seus membros a influenciarem as agências reguladoras de saúde, junto a seus países, a implantar uma lei que torne rotina a realização de um ECG no primeiro mês de vida. Em outra publicação, ainda mais recente, Schwartz et al.⁽⁷⁾ afirmaram que um significativo número de mortes súbitas podem ser evitadas anualmente em criança com SQTL e em familiares rastreados, geneticamente positivos, com a realização de um ECG de repouso ao nascer; além de poder diagnosticar outras cardiopatias congênitas em crianças assintomáticas. A associação Síndrome da Morte Súbita no Berço (SMSB) e SQTL têm sido o maior argumento nesta cruzada a favor da realização deste exame no primeiro mês de vida. Mariane Arnestad et al. ⁽⁶²⁾ atribuíram 9,5% dos casos de SMSB à SQTL, com possibilidade destes dados serem subestimados em 43%, uma vez que apenas 70% das mutações responsáveis pela morte são identificadas. Concluíram que o ECG provavelmente identificaria a maioria das crianças com risco de morte súbita devido à SQTL, em qualquer idade.

6.3. Considerações Finais

“Não há padrões completamente confiáveis.” Com esta citação de Liebman e Plonsey ⁽³⁹⁾, Davignon⁽³²⁾ inicia o mais importante e influente estudo sobre os valores eletrocardiográficos normais para crianças e adolescentes com até 16 anos.

Algoritmos de aferição e de interpretação são falíveis, especialmente em patologias complexas ^(8,10,12,13,32), e podem influenciar prejudicialmente a interpretação do médico quando não estão corretos ⁽⁹⁾.

Mesmo com o uso do software, houve erro. O viés de aferição (6%) foi maior que o de interpretação (5%). Este estudo permite inferir que o médico erra mais ao aferir do que ao interpretar o ECG pediátrico. O aspecto positivo é que, sob o ponto de vista estatístico, este profissional interpreta bem o ECG pediátrico. Cometer erros evitáveis é o aspecto negativo.

As possíveis causas de erro, mesmo com o uso de um sistema interpretativo informatizado, foram acima discutidas; mas neste estudo, por se tratar de um software diferenciado na finalidade e na estrutura de outros modelos interpretativos, seria admissível ponderar os seguintes motivos que explicariam este resultado:

- baixa frequência de amostragem – foi utilizada 150Hz neste estudo, que é compatível com o mínimo recomendado pela AHA ⁽⁵⁴⁾. No entanto, outras publicações, especialmente as

mais recentes, recomendam o uso de uma frequência de amostragem maior ^(4,32,35,47,48).

- má distribuição das anormalidades segmentares dos ECGs escolhidos para a pesquisa;
- aferição manual ⁽⁴⁷⁾;
- melhoria dos algoritmos ^(8,9,12,32,45,47,48);
- outros (baixa acuidade visual, displicência).

O software utilizado poderia ser substituído por uma cuidadosa consulta à tabela de normalidade. O gabarito quantitativo não deveria ser, necessariamente, um programa de computador, bastaria seguir corretamente a tabela de normalidade disposta na diretriz vigente.

O padrão-ouro em eletrocardiografia pediátrica é o cardiologista. Seu domínio e arbítrio sobre este tema é consenso nas principais publicações internacionais, entre os médicos e demais profissionais da saúde ⁽⁴⁶⁾.

Em um cenário controverso para adoção de um sistema interpretativo computadorizado baseado na aquisição eletrônica de sinais, esta pesquisa propõe um roteiro de auxílio ao diagnóstico do cardiologista que reduz em 45% as falhas de interpretação segmentar no ECG pediátrico, e que pode ser agilizado pelo uso de um software.

Neste cenário, a redução no viés de aferição parece figurar como um desafio importante a ser superado pelos pesquisadores.

6.4. Limitações

A análise do intervalo QT não faz parte dos segmentos abordados na Diretriz (brasileira) de interpretação do ECG de repouso ⁽⁴¹⁾ e por isso foi excluída deste estudo.

Por estar o foco da pesquisa, no segmento do ECG, a proporcionalidade de amostras anormais talvez devesse ser ajustada para segmentos e não para ECGs.

A seleção dos ECGs não proporcionalizou os erros entre os segmentos selecionados, o que provavelmente facilitaria a melhor comparação entre os segmentos mais propícios a falhas. Por esta razão, o valor preditivo também é prejudicado, pois depende da prevalência de anormalidades da amostra.

O Sexo e a raça não foram diferenciados.

A frequência de amostragem foi baixa (150Hz).

O tempo na realização dos exames não foi medido.

A tabela de normalidade para ECG pediátrico, publicada na I Diretriz de interpretação do ECG de repouso ⁽⁴¹⁾, apresenta erro na equação R/S quando não admite, nessa razão, a possibilidade de S igual a zero, quando este é encontrado entre os limites normais em V1 e V6.

Conclusões

7. CONCLUSÕES

“Não basta conquistar a sabedoria, é preciso usá-la.” Cícero

7.1. Do objetivo primário

- A análise automatizada reduz significativamente o viés interpretativo observado nas análises não automatizadas.

7.2. Dos objetivos secundários

- Em análises não automatizadas, a aferição precedente não muda a interpretação segmentar do cardiologista no ECG pediátrico.
- O uso deste sistema interpretativo segmentar computadorizado auxiliou na redução dos erros de análise segmentar em 45%.

Anexos

8. ANEXOS

Anexo A. Tabela de normalidade em ECG pediátrico da Diretriz (brasileira) de interpretação do ECG de Repouso.

I DIRETRIZ DE INTERPRETAÇÃO DO ECG DE REPOUSO - TABELA DE NORMALIDADE PARA ECG PEDIÁTRICO																							
	0 - 1 dia	1 - 3 dias	3 - 7 dias	7 - 30 dias	1 - 3 meses	3 - 6 meses	6 - 12 meses	1 - 3 anos	3 - 5 anos	5 - 8 anos	8 - 12 anos	12 - 16 anos											
FC (bat/min):	94	155	90	166	120	179	108	89	152	65	133	60											
AGRS:	59	189	76	191	30	115	6	7	102	10	139	9											
PR DII (mseg):	0,08	0,16	0,07	0,15	0,07	0,13	0,07	0,08	0,15	0,09	0,16	0,17											
QRS V5 (mseg):	0,02	0,07	0,02	0,07	0,02	0,08	0,03	0,03	0,08	0,03	0,08	0,09											
P DII (mV):	0,005	0,28	0,03	0,29	0,30	0,07	0,26	0,07	0,25	0,04	0,25	0,04											
Q aVF (mV):	0,01	0,34	0,01	0,35	0,01	0,34	0,00	0,32	0,00	0,25	0,00	0,25											
Q V1 (mV):	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
Q V6 (mV):	0,00	0,17	0,00	0,28	0,00	0,26	0,00	0,00	0,28	0,01	0,46	0,01											
R V1 (mV):	0,50	2,60	0,50	2,70	0,30	1,90	0,20	0,20	0,80	0,10	0,40	0,10											
R V6 (mV):	0,10	2,30	0,10	1,20	0,30	1,60	0,20	0,20	0,90	0,60	0,90	0,70											
S V1 (mV):	0,00	1,00	0,00	0,90	0,00	0,70	0,10	0,10	0,20	0,30	0,30	0,30											
S V6 (mV):	0,00	0,40	0,00	0,40	0,00	0,30	0,00	0,00	0,70	0,20	0,30	0,40											
T V1 (mV):	-0,30	0,40	-0,30	0,40	-0,30	0,40	-0,30	-0,30	0,00	-0,50	0,20	-0,40											
T V6 (mV):	-0,05	0,35	0,00	0,35	0,00	0,10	0,55	0,10	0,60	0,15	0,70	0,70											
R/S V1	0,10	9,30	0,10	6,00	0,10	6,00	0,10	0,10	4,30	0,02	2,00	0,02											
R/S V6	0,10	9,00	0,10	12,00	0,20	14,00	0,20	0,30	27,00	0,60	30,00	1,50											

Anexo B. Software de interpretação segmentar do ECG pediátrico. Inserção e análise inicial de dados.

Microsoft Excel - Método - Imagens

Arquivo Editar Exibir Insert Ferramentas Dados Janela Ajuda

10 100% 160%

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

A B C D E F G H I J K L M

Nome :
Data de nascimento : 15/1/2000
Ritmo tipo [DII]: SINUSAL
aspecto: REGULAR
Frequência Cardíaca [DII]: 14,8
Intervalo PR [DII]: 3,5
Duração de QRS [V5]: 1,8
Amplitude de P [DII]: 3,2
.. de Q [aVF]: 0,0
.. de Q [V1]: 0,50
.. de Q [V6]: 0,0
.. de R [V1]: 9,7
.. de R [V6]: 6,5
.. de S [V1]: 2,3
.. de S [V6]: 8,7
.. de T [V1]: 2,2
.. de T [V6]: 4,7
.. de QT 1º [D2]: 8,0
.. de QT 2º [V5]: 7,5
Ângulo de QRS [D1]: -
[DII]: -
[DIII]: +
[aVR]: +
[aVL]: -
[aVF]: +
R/S V1
R/S V6
limpar

*** ATENÇÃO ***
Você completou o questionário de dados.
[1] Clique sobre a planilha RELATÓRIO MÉDICO,
[2] analise os dados filtrados,
[3] digite o laudo e eventuais comentários no espaço correspondente,
[4] tecle <Enter> e
[5] imprima o resultado.

Marcos Sleiman Molina

visualização rápida

valores	análise
101 bat/min	normal
140 mseg	normal
72 mseg	normal
0,320 mV	anormal
0,000 mV	normal
0,050 mV	anormal
0,000 mV	anormal
0,970 mV	normal
0,650 mV	anormal
0,230 mV	anormal
0,870 mV	anormal
0,220 mV	anormal
0,470 mV	normal
QTd 20 mV	normal
QTc 403 mV	normal
165°	anormal

4,22 anormal
0,75 anormal

INSTRUÇÕES INICIAIS / PQ1-qualitativa / PQ1-quantitativa / INSTRUÇÕES FINAIS / Diretriz Atual / Dados / Pronto

Anexo C. Questionário eletrônico. Planilha oculta com todos os dados digitados nas 20 planilhas questionário.

Microsoft Excel - Método - imagens

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

123% 1000 100

Arial 8

PLANILHA OCULTA

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
2				153	527	1536	6503	6764	7117	8770	12738	12759	13654	32235	32267	33306	33961	33992	36603	36788	37106	37313	37565
3				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4				1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5				1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
6				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1
9				1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1
10				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11				1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1
12				1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1
13				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1
14				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1
15				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1
16				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
17				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
18				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
19				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
20				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
21				16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
22				19	14,8	23	16	10,5	10,7	6,7	19	11,2	22,3	15	21,3	19,2	16,8	15,7	9,8	16,8	16,5	13,7	20,2
23				75	166	75	45	15	165	-15	45	75	45	-45	75	75	45	90	75	-15	75	30	30
24				3,2	3,5	3,5	3	3	2,2	2,2	3,7	2,5	2,7	3,5	3,3	3	3	3,5	2,3	5	2,5	3,5	3,3
25				1,9	1,8	1,9	2,2	1,3	1,3	1,6	1,6	1,5	1,5	1,3	1,9	1,8	1	1,7	1,5	2	1,9	1,3	3,5
26				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1,2	0,8	3	1,5	1
27				0,6	0,8	1,3	1,2	0,7	0,5	0	0,2	3,8	0,3	0	0,2	3,2	0	4,2	4,8	0	1,2	0	1,3
28				0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29				0,5	0	1,5	0,8	0,2	0	1,8	0,7	3,2	1,8	0,5	3,7	0,2	0,5	2	0	0	1,5	3,2	1,3
30				9	7,75	8,25	8,25	6,75	6	5,5	9,25	7	10,3	8,25	9,25	9,5	8,75	8,25	6,25	8,75	8,25	8,1667	9,6667
31				3,5	9,7	6,7	2,2	13,7	14,3	5,5	4,3	16,3	10,2	0,2	25,2	9,8	4	19,7	13,3	9,8	14,8	14,8	4,2
32				11,8	6,5	14	10,7	13,5	5,3	17,7	13	17,5	17	17,5	35	11,8	11,8	15,2	23,8	24,3	10,2	11,8	9,5
33				12,3	2,3	10,5	5,8	9,2	2,3	3,5	8,3	5	16	3,2	28	16,3	3,2	5,3	13,7	35,7	10,5	10	9,8
34				0	8,7	0,5	1	1,7	6	2,7	0	1,7	0	8	0	3,8	1,7	1,7	12,5	10,3	1	1	1,5
35				-1	2,2	-2,7	0,5	-3,5	-1	-2	0	-5	-1,2	-9,7	2,5	-1,8	-3,7	-3,7	-3,3	7	-1,7	-6	-2
36				0,28	4,22	0,64	0,38	1,49	6,22	1,57	0,52	3,26	0,64	0,06	0,90	0,60	1,25	0,75	1,44	0,37	0,93	1,48	0,43
37				0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
38				16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
39				16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
40																							
41																							
42																							
43																							
44																							
45																							
46																							
47																							
48																							
49																							

PLANILHA OCULTA / INSTRUÇÕES INICIAIS / PQ1-qualitativa / PQ1-qual e quantitativa / PQ1-quantitativa / INSTRUÇÕES FINAIS / Diretriz Atual / Dados / NÚM

Pronto

Anexo D. Questionário eletrônico. Página inicial com instruções para uso do software.

Microsoft Excel - Método - imagens

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

AV76

coloque à DIREITA a(s) letra(s) de sua pasta

prémbulo

Sua contribuição é fundamental para conclusão deste projeto; além do que, é uma grande honra ter a participação de profissionais com sua experiência. Esta pesquisa tem por finalidade avaliar a análise eletrocardiográfica subjetiva e a sistematizada. O sigilo sobre o resultado dos participantes é absoluto; inclusive, sobre os próprios resultados.

regras instruções

- Identifique imediatamente, no quadro acima e à direita, a(s) letra(s) da pasta que você recebeu (impressa na parte de cima de cada ECG). Por exemplo, "AN" ou "B". **NÃO COLOQUE NÚMERO.**
- Procure responder aos questionários dentro de seu ambiente de trabalho, simulando, na medida do possível, uma rotina de consultório. Analise os ECGs exatamente como você analisa seus exames. Será prejudicial a esta pesquisa se sua análise for diferente da habitual.
- Estabeleça um mínimo de 3 a 4 exames/dia, e não mais que 5 exames/dia. Preferencialmente todos os dias.
- Procure seguir a sequência que o próprio questionário estabelece. Você verá que a questão a ser respondida estará com a cor AMARELA.
- Um marcador, exibido na parte baixa e à direita de cada questionário, mostrará quanto já foi respondido.
- As atenções médicas deverão ser respondidas em **minúsculas** e após isto tecla **ENTER**. Não responda em minúsculas ao questionário. Cada resposta deve ser dada dentro do espaço que aparecerá dentro de um quadro azul, **exato o ângulo de 90°**, que será calculado pelo próprio participante.
- Não responda fora do local correto.**
- Se quiser corrigir alguma resposta, aperte o botão **"LIMPAR"** correspondente, presente em cada questão.
- Caso deseje, a diretriz sobre ECG de repouso poderá ser acessada, clicando sobre seu nome escrito em azul, ao lado das teclas **"LIMPAR TUDO"** e **"GRAVAR"** (isto funcionará para computadores conectados à internet).
- Após responder todas as perguntas de cada questionário tecla **"GRAVAR"**. A primeira gravação será automática, nas seguintes, surgirá um pequeno quadro informando que o arquivo "ECG pesquisa" já existe no local e perguntará se você deseja substituí-lo. Responda **"SIM"** para que as respostas recentes fiquem gravadas e você possa seguir quando ligamos o computador, facilitando seu acesso diário; e será identificado pelo ícone do programa Excel, com o nome de **"ECG pesquisa"**.
- Após término do último questionário, abra um e-mail novo e anexe o programa **"ECG pesquisa"** (presente em sua área de trabalho) e envie para o endereço marcos.molina@incor.usp.br
- Qualquer dúvida, ligue para **99506379, 47982522 ou 47266990** ou envie um e-mail para marcos.molina@incor.usp.br

VOLTAR AO TOPO **INICIAR**

solução de eventuais problemas

O programa Excel sofreu alterações à cada nova versão lançada. Com isso, algumas versões podem não funcionar adequadamente em seu computador. Isto não terá problemas para sua análise. Caso haja problemas, contate-me (99506379/47982522/47266990) e tentarei solucionar a incompatibilidade entre software e versão do processador e do Windows.

PROBLEMA Quando o término de responder o questionário e tecla **"GRAVAR"**, um aviso de problemas com a gravação aparece SOLUÇÃO: Após terminar de responder a última pergunta do questionário (O ECG normal ou anormal), clique sobre o botão **"LIMPAR TUDO"** e **"GRAVAR"**. Depois disso, clique sobre o botão **"LIMPAR TUDO"**, tecla **"Salvar em"**, escolha **"desktop"** e **"Salvar"**. Feito isto, este programa (agora com o 1º questionário já respondido) será gravado em sua Área de Trabalho (ou seja, a primeira tela que vemos) e isto facilitará o seu acesso. Com relação aos questionários subsequentes, apenas tecla no ícone **"Salvar"** (aquele que parece um disquete) e as respostas serão atualizadas no arquivo já gravado na área de trabalho.

PROBLEMA Quero deixar a tela do questionário maior. SOLUÇÃO: Tecla (na barra de menu acima) na palavra **"Exibir"**, **"Zoom"** e **"Personalizar"**. Daí, escolha um tamanho que lhe permita uma melhor acuidade visual do questionário. Isto deverá ser repetido à cada mudança de questionário.

Pronto

Anexo E. Questionário eletrônico. Planilha questionário. Avaliação qualitativa.

Microsoft Excel - Método - imagens

Arquivo Editar Exibir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

10 N I S

R41

161%

1

PLANILHA QUESTIONÁRIO Nº 1 - AVALIAÇÃO QUALITATIVA

A frequência cardíaca está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

O ângulo de QRS está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

O intervalo PR-D2 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A duração de QRS-V5 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A amplitude de P-D2 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A amplitude de Q-avF está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A amplitude de Q-V1 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A amplitude de Q-V6 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A amplitude de R-V1 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A amplitude de R-V6 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A amplitude de S-V1 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A amplitude de S-V6 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A amplitude de T-V1 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A amplitude de T-V6 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A relação R/S em V1 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

A relação R/S em V6 está normal?

LIMPAR

☐ SIM ☐ NÃO

[LIMPAR TUDO](#) [Diretriz ECG de repouso](#) [GRAVAR](#)

Pronto

NUM

INSTRUÇÕES INICIAIS INSTRUÇÕES FINAIS Diretriz Atual Dados

Anexo F. Questionário eletrônico. Planilha questionário. Avaliação quantitativa e qualitativa.

Microsoft Excel - Método - Imagens

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela Ajuda

10 161% 000 200 100

Arial U92

1

PLANILHA QUESTIONÁRIO Nº 1 - AVALIAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA

Qual a frequência cardíaca (mm entre R-R)?	Está normal?	Qual é a amplitude de R-V1 (em mm)?	Está normal?
LIMPAR 19,0 mm	☒ SIM ☐ NÃO	LIMPAR 3,5 mm	☒ SIM ☐ NÃO
Qual é o ângulo de QRS?	Está normal?	Qual é a amplitude de R-V6 (em mm)?	Está normal?
LIMPAR 75 °	☒ SIM ☐ NÃO	LIMPAR 11,8 mm	☒ SIM ☐ NÃO
Qual é o intervalo PR-D2 (em mm)?	Está normal?	Qual é a amplitude de S-V1 (em mm)?	Está normal?
LIMPAR 128 ms	☒ SIM ☐ NÃO	LIMPAR 12,3 mm	☒ SIM ☐ NÃO
Qual a duração de QRS-V5 (em mm)?	Está normal?	Qual é a amplitude de S-V6 (em mm)?	Está normal?
LIMPAR 76 ms	☒ SIM ☐ NÃO	LIMPAR 0,1 mm	☒ SIM ☐ NÃO
Qual é a amplitude de P-D2 (mm)?	Está normal?	Qual é a amplitude de T-V1 (em mm)?	Está normal?
LIMPAR 1,0 mm	☒ SIM ☐ NÃO	LIMPAR -1,0 mm	☒ SIM ☐ NÃO
Qual é a amplitude de Q-avF (em mm)?	Está normal?	Qual é a amplitude de T-V6 (em mm)?	Está normal?
LIMPAR 0,6 mm	☒ SIM ☐ NÃO	LIMPAR 2,0 mm	☒ SIM ☐ NÃO
Qual é a amplitude de Q-V1 (em mm)?	Está normal?	A relação R/S em V1 está normal?	
LIMPAR 0,0 mm	☒ SIM ☐ NÃO	LIMPAR 0,28	☒ SIM ☐ NÃO
Qual é a amplitude de Q-V6 (em mm)?	Está normal?	A relação R/S em V6 está normal?	
LIMPAR 0,5 mm	☒ SIM ☐ NÃO	LIMPAR 118,00	☒ SIM ☐ NÃO

LIMPAR TUDO Diretriz ECG de repouso GRAVAR

PLANILHA OCULTA INSTRUÇÕES INICIAIS PQI-qualitativa PQI-quali e quantitativa INSTRUÇÕES FINAIS Diretriz Atual Dados

Pronto

[illegible]

Anexo H. Questionário eletrônico. Página final com instruções de envio dos dados.

Anexo I. E-mail de aprovação do questionário eletrônico para a pesquisa.

Página 1 de 1

Marcos ANEXO I – E-mail de aprovação do questionário eletrônico para a pesquisa.

83

De: "Marco Antonio Gutierrez" <marco.gutierrez@incor.usp.br>
Para: <marcos.molina@incor.usp.br>
Enviada em: quinta-feira, 18 de maio de 2006 09:57
Assunto: *** Pesquisa : Analise Eletrocardiografica ***

Prezado Dr. Marcos,

Consideramos que a infra-estrutura, baseada em macros para o software Microsoft Excel, destinada ao Projeto de "Analise Eletrocardiografica" esta´ adequada para a populacao a ser estudada. A analise estatistica dos resultados do estudo podera´ ser realizada com as funcoes estatisticas presentes no proprio Excel, bem como os dados, se necessario, poderao ser e portados para outros ambientes com mais recursos, tais como SPSS ou SAS.

Entretanto, nao indicamos a infra-estrutura proposta para estudos multicentricos, envolvendo um grande numero de pacientes. Para estes casos, recomendamos o uso de outras tecnologias, baseadas em ferramentas para a Web, de modo que uma base centralizada e com acesso atraves de navegadores para Web possa ser alimentada pelos participantes/centros envolvidos.

Atenciosamente,

Marco Antonio

--

Marco Antonio Gutierrez, EE, PhD
Diretor de Tecnologia
Servico de Informatica
Instituto do Coracao - HC FMUSP
Av. Dr. Eneas de Carvalho Aguiar, 44
CEP 05403-000 Sao Paulo - SP - Brasil
Tel.: +55 11 3069-5385
Fa .: +55 11 3069-5311
Email: marco.gutierrez@incor.usp.br
<http://www.incor.usp.br/spdweb/marcoantonio>

12/12/2006

Anexo J. ECG nº 153 – 14 anos.

Anexo K. ECG nº 527 – 6 anos.

Anexo L. ECG nº 1536 – 6 anos.

Anexo M. ECG nº 6503 – 15 anos.

Anexo N. ECG nº 6764 – 1 ano.

Anexo O. ECG nº 7117 – 14 anos.

Anexo P. ECG n° 8770 – 8 meses.

Anexo Q. ECG nº 12738 – 12 anos.

Anexo R. ECG nº 12759 – 5 meses.

Anexo S. ECG nº 13654 – 10 anos.

Anexo T. ECG nº 32235 – 2 anos.

Anexo U. ECG nº 32287 – 9 anos.

Anexo V. ECG nº 33306 – 13 anos.

Anexo W. ECG nº 33961 – 4 anos.

Anexo X. ECG nº 33992 – 3 anos.

Anexo Y. ECG n° 35603 – 5 meses.

Anexo Z. ECG nº 35788 – 12 anos.

Anexo AA. ECG nº 37106 – 8 anos.

Anexo AB. ECG nº 37313 – 2 anos.

Anexo AC. ECG nº 37565 – 15 anos.

Referências Bibliográficas

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Garson AJ. *In: Electrocardiography. Paediatrics Cardiology.* 6th ed. London, Williams & Wilkins. 2002.
2. Bosisio I. *Aplicações clínicas do eletrocardiograma na criança.* Rev Soc Cardiol Est S Paulo. 1999; 3:277-85.
3. Victorica B. *Interpretation of EKG and value diagnosis in pediatric cardiology: A Problem oriented approach.* WB Saunders Co.,1996.
4. Schwartz PJ, Garson A Jr, Paul T, Stramba-Badiale M, Vetter VL, Wren C; European Society of Cardiology. Guidelines for the interpretation of the neonatal electrocardiogram. A task force of the European Society of Cardiology. Eur Heart J. 2002 Sep;23(17):1329-44.
5. Boccalandro I, Tranches J, Pillegi F, et al. *Eletrocardiograma normal nos diferentes grupos etários.* In: Memórias IV Congresso Mundial de Cardiologia. México, 1963.
6. Datey KK; Bharucha PE. *Electrocardiographic changes in the first week of life.* Brit Heart J, 1960; 22:175.

7. Schwartz PJ. Newborn ECG screening to prevent sudden cardiac death. *Heart Rhythm*. 2006 Nov;3(11):1353-5.
8. Guglin ME and Thatai, D., *et al*. Common errors in computer electrocardiogram interpretation. *Int Journal of Cardiology* 2006; 106(2):232-237.
9. Tsai TL, Fridsma DB, Gatti G. *J Am Med Inform Assoc*. 2003 Sep-Oct;10(5):478-83. Epub 2003 Jun 4.
10. Eskola MJ, Nikus KC, Voipio-Pulkki LM, Huhtala H, Parviainen T, Lund J, Ilva T, Porela P. Comparative accuracy of manual versus computerized electrocardiographic measurement of J-, ST- and T-wave deviations in patients with acute coronary syndrome. *Am J Cardiol*. 2005 Dec 1;96(11):1584-8. Epub 2005 Oct 14.
11. Wathen JE, Rewers AB, Yetman AT, Schaffer MS. Accuracy of ECG interpretation in the pediatric emergency department. *Ann Emerg Med*. 2005 Dec;46(6):507-11. Epub 2005 Jun 13.
12. Zhou SH, Liebman J, Dubin AM, *et al*. Using 12-lead ECG and synthesized VCG in detection of right ventricular hypertrophy with terminal right conduction delay versus partial right bundle branch block in the pediatric population. *J Electrocardiol*. 2001;34(4 Part 2): 249-257.

13. Snyder CS, Fenrich AL, Friedman RA, *et al.* The emergency department versus the computer: which is the better electrocardiographer? *Pediatr Cardiol.* 2003; 24(4):364-368.
14. Horton LA, Mosee S, Brenner J. Use of the electrocardiogram in a pediatric emergency department. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1994 Feb;148(2):184-8.
15. Sharieff GQ, Wylie TW. Pediatric cardiac disorders. *J Emerg Med.* 2004 Jan;26(1):65-79.
16. McCollough M, Sharieff GQ. *Emerg Med Clin North Am.* 2002 Feb;20(1):27-48, v. Review.
17. Poddar B, Basu S, Parmar VR. Neonatal arrhythmias. *Indian J Pediatr.* 2006 Feb;73(2):131-4.
18. Diógenes MSB. O Eletrocardiograma do Recém-Nascido normal a termo (dissertação). São Paulo: Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo;1994.
19. Miech RA, Kumanyika SK, Stettler N, Link BG, Phelan JC, Chang VW. Trends in the association of poverty with overweight among US adolescents, 1971-2004. *JAMA.* 2006 May 24;295(20):2385-93.

20. Gibson LJ, Peto J, Warren JM, Dos Santos Silva I. Lack of evidence on diets for obesity for children: a systematic review. *Int J Epidemiol*. 2006 Sep 19.
21. Barker DJ, Osmond C, Forsen TJ, Kajantie E, Eriksson JG. Trajectories of growth among children who have coronary events as adults. *N Engl J Med*. 2005 Oct 27;353(17):1802-9.
22. Allan WC, Gospe SM Jr. Seizures, syncope, or breath-holding presenting to the pediatric neurologist--when is the etiology a life-threatening arrhythmia? *Semin Pediatr Neurol*. 2005 Mar;12(1):2-9. Review.
23. Allan WC, Timothy K, Vincent GM, Palomaki GE, Neveux LM, Haddow JE. Long QT syndrome in children: the value of the rate corrected QT interval in children who present with fainting. *J Med Screen*. 2001;8(4):178-82.
24. Allan WC, Timothy K, Vincent GM, Palomaki GE, Neveux LM, Haddow JE. Long QT syndrome in children: the value of rate corrected QT interval and DNA analysis as screening tests in the general population. *J Med Screen*. 2001;8(4):173-7.
25. Allan WC, Anglim M. Long QT Syndrome. *Pediatrics*. 1998 Nov;102(5):1220-1.

-
26. Wehrens XH, Vos MA, Doevendans PA, Wellens HJ. Novel insights in the congenital long QT syndrome. *Ann Intern Méd.* 2002 Dec 17;137(12):981-92.
 27. Iwamoto M, Niimura I, Shibata T, Yasui K, Takigiku K, Nishizawa T, Akaike T, Yokota S. Long-term course and clinical characteristics of ventricular of tachycardia detected in children by school-based heart disease screening. *Circ J.* 2005 Mar;69(3):273-6.
 28. Massin MM, Bourguignont A, Gerard P. Study of cardiac rate and rhythm patterns in ambulatory and hospitalized children. *Cardiology.* 2005;103(4):174-9. Epub 2005 Mar 21.
 29. Wong D, Harder J, Jadavji T. Kawasaki disease, myocardial infarction and coronary artery revascularization. *Can J Cardiol.* 2005 May 15;21(7):601-4.
 30. Ackerman MJ, Tester DJ, Porter CJ. Swimming, a gene-specific arrhythmogenic trigger for inherited long QT syndrome. *Mayo Clin Proc.* 1999 Nov;74(11):1088-94.
 31. Yoshinaga M, Kamimura J, Fukushige T, Kusubae R, Shimago A, Nishi J, Kono Y, Nomura Y, Miyata K. Face immersion in cold water induces prolongation of the QT interval and T-wave changes in children with nonfamilial long QT syndrome. *Am J Cardiol.* 1999 May 15;83(10):1494-7, A8.

32. Davignon A, Rautaharju P, Barselle E. Normal ECG standards for infants and children. *Pediatr Cardiol* 1979/80; 1:123-134.
33. Steinberg LA, Knilans TK. Syncope in children: diagnostic tests have a high cost and low yield. *J Pediatr*. 2005 Mar;146(3):355-8.
34. Rijnbeek PR, Witsenburg M, Szatmari A, Hess J, Kors JA. PEDMEANS: a computer program for the interpretation of pediatric electrocardiograms. *J Electrocardiol*. 2001;34 Suppl:85-91.
35. Rijnbeek PR, Kors JA, Witsenburg M. Minimum bandwidth requirements for recording of pediatric electrocardiograms. *Circulation*. 2001 Dec 18;104(25):3087-90.
36. Van Hare GF; Dubin AM. *The normal electrocardiogram*. In: Moss and Adams. *Heart Disease in Infants, Children and Adolescent*. 6th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2000;pp.425-42.
37. Ziegler RF. *Electrocardiographic studies in normal infants and children*. Springfield, IL: Charles Thomas, 1951:3-9.
38. Nadas AS. *Electrocardiography*. In: *Pediatric Cardiology*. Philadelphia: WB Saunders, 1957;p.42.
39. Liebman J, Plonsey R. *Electrocardiography*. Heart disease in infants, Children and Adolescents, ed. 2. Baltimore, Williams&Wilkins Co, 1978, 18-61.

-
40. Benson Jr DW. *The normal electrocardiogram*. In: Moss and Adams. Heart Disease in Infants, Children and Adolescent. 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995; pp. 117-58.
 41. Pastore CA (ed). Diretriz de interpretação do eletrocardiograma de repouso. Arq Bras Cardiol 2003; 80 (Supl II). pp. viii.
 42. Brohet CR, Robert A, Derwael C, Fesler R, Stijns M, Vliers A, Braasseur LA. Computer interpretation of pediatric orthogonal electrocardiograms: statistical and deterministic classification methods. Circulation. 1984 Aug;70(2):255-62.
 43. Chiu CC, Hamilton RM, Gow RM, Kirsh JA, McCrindle BW. Evaluation of computerized interpretation of the pediatric electrocardiogram. J Electrocardiol. 2006 Sep 1.
 44. Hamilton RM, McLeod K, Houston AB, Macfarlane PW. Inter- and intraobserver variability in LVH and RVH reporting in pediatric ECGs. Ann Noninvasive Electrocardiol. 2005 Jul;10(3):330-3.
 45. Hamilton RM, Houston AB, McLeod K, Macfarlane PW. Evaluation of pediatric electrocardiogram diagnosis of ventricular hypertrophy by computer program compared with cardiologists. Pediatr Cardiol. 2005 Jul-Aug;26(4):373-8.

46. Zeigler VL. Pediatric cardiac arrhythmias resulting in hemodynamic compromise. *Crit Care Nurs Clin North Am.* 2005 Mar;17(1):77-95, xi. Review.
47. Rijnbeek PR, Witsenburg M, Schrama E, Hess J, Kors JA. New normal limits for the paediatric electrocardiogram. *Eur Heart J.* 2001 Apr;22(8):702-11.
48. Macfarlane PW, Coleman EN, Pomphrey EO, McLaughlin S, Houston A, Aitchison T. Normal limits of the high-fidelity pediatric ECG. Preliminary observations. *J Electrocardiol.* 1989;22 Suppl:162-8.
49. Badilini F, Erdem T, Zareba W, Moss AJ. ECGScan: a method for conversion of paper electrocardiographic printouts to digital electrocardiographic files. *J Electrocardiol.* 2005 Oct;38(4):310-8.
50. Mitra S, Mitra M. An automated data extraction system from 12 lead ECG images. *Comput Methods Programs Biomed.* 2003 May;71(1):33-8.
51. Mitra S, Mitra M, Chaudhuri BB. Generation of digital time database from paper ECG records and Fourier transform-based analysis for disease identification. *Comput Biol Med.* 2004 Oct;34(7):551-60.

52. Mitra S, Mitra M, Chaudhuri BB. Frequency-plane analysis of normal and pathological ECG signals for disease identification. *J Med Eng Technol.* 2005 Sep-Oct;29(5):219-27.
53. Pastore CA..*Rev Soc. Cardiol. Estado de São Paulo* 1999; 3, editorial.
54. JJ Bailey, AS Berson, A Garson, Jr, LG Horan, PW Macfarlane, DW Mortara and C Zywertz. AHA Recommendations for Standardization and Specifications in Automated Electrocardiography: Bandwidth and Digital Signal Processing. *Circulation* 1990;81;730-739.
55. Molina MS, Benjo AM, Molina AI, Favarato D, Tobias N, Garcia EV, Ramires JAF, Pastore CA. Computer-aided Systematized Approach to Pediatric ECG Analysis." *A.N.E.* 2007;12(3):1–9.
56. André Fontenelle. *Revista Veja, Esporte.* Ed Abril. Dez/2006;1985(48): 60-2.
57. Wyatt JC, Liu JLY. Basic concepts in medical informatics. *J Epidemiol Community Health* 2002;56:808-12.
58. Karp, RM. Computing, 2016: What won't be possible? *The New York Times Journal.* Out/2006.

59. Poon K, Okin PM, Kligfield P. Diagnostic performance of a computer-based ECG rhythm algorithm. *J Electrocardiol.* 2005 Jul;38(3):235-8.
60. Anh D, Krishnan S, Bogun F. Accuracy of electrocardiogram interpretation by cardiologists in the setting of incorrect computer analysis. *J Electrocardiol.* 2006 Jul;39(3):343-5.
61. Bogun F, Anh D, Kalahasty G, Wissner E, Bou Serhal C, Bazzi R, Weaver WD, Schuger C. Misdiagnosis of atrial fibrillation and its clinical consequences. *Am J Med.* 2004 Nov 1;117(9):636-42.
62. Arnestad M, Crotti L, Rognum TO, Insolia R, Pedrazzini M, Ferrandi C, Vege A, Wang DW, Rhodes TE, George AL Jr, Schwartz PJ. Prevalence of long-QT syndrome gene variants in sudden infant death syndrome. *Circulation.* 2007 Jan 23;115(3):361-7.
63. Mohler PJ, Le Scouarnec S, Denjoy I, Lowe JS, Guicheney P, Caron L, Driskell IM, Schott JJ, Norris K, Leenhardt A, Kim RB, Escande D, Roden DM. Defining the cellular phenotype of "ankyrin-B syndrome" variants: human ANK2 variants associated with clinical phenotypes display a spectrum of activities in cardiomyocytes. *Circulation.* 2007 Jan 30;115(4):432-41.