



## **Prevenção de Morte Súbita em atletas: o papel do exame pré-participação**

Ricardo Stein

Pós-Doutor em Cardiologia do Exercício – Stanford University  
Editor Associado do Arquivos Brasileiros de Cardiologia para Área do Exercício  
Diretor de Relações Internacionais do Departamento de Ergometria e Reabilitação Cardiovascular da Sociedade Brasileira de  
Cardiologia (DERC – SBC), gestão 2010 - 2011.  
Coordenador do Laboratório de Fisiopatologia do Exercício do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (LaFiEx – HCPA), gestão  
2006 – 2010.  
Diretor Médico do Vitta Exercício & Clínica de Saúde  
Cardiologista, Médico do Exercício e do Esporte e Professor de Educação Física

### **Endereço para contato:**

Laboratório de Fisiopatologia do Exercício do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (LaFiEx – HCPA).

Rua Ramiro Barcelos 2350, Sala 2061, CEP: 90035-903, Porto Alegre, RS, Brasil.

e-mail: [ristein@pq.cnpq.br](mailto:ristein@pq.cnpq.br)  
[rstein@cardiol.br](mailto:rstein@cardiol.br)

### **INTRODUÇÃO**

A cada temporada esportiva surgem inúmeras perguntas dirigidas ao cardiologista do exercício e do esporte sobre a necessidade de se realizar exames cardiovasculares pré-competitivos. Mais ainda, todos os anos com o início das aulas escolares e com um maior influxo de pessoas para as academias aumenta a demanda de se apresentar atestados médicos que declarem o indivíduo como sendo “apto” para a prática do exercício/desporto.

As razões para a realização da avaliação médica antes da participação esportiva responde às necessidades de se prevenir a morte súbita e de se detectar cardiopatias que poderiam se agravar

diante do exercício intenso. A morte súbita em jovens desportistas (entre 13 e 35 anos) é um evento de baixa incidência (0,5 a 2 /100.000 atletas ano), mas sua prevalência parece ser maior que o dobro daquela observada em não atletas da mesma idade.<sup>1</sup>

O esporte *per se* não é o responsável pelo evento cardiovascular quando este acontece, sendo um gatilho (arritmia ventricular) em alguém já portador de cardiopatia, seja ela estrutural ou não.<sup>2</sup> Tendo em conta este conceito, parecem justificados os esforços para detecção de uma eventual cardiopatia.

Quando se planificam exames como “screening” pré-participativo alguns passos relacionados aos mesmos deverão ser cumpridos: 1. os exames solicitados devem estar validados e

aceitos pela comunidade médica; 2. devem ser úteis mesmo em períodos nos quais as patologias podem ainda ter um curso assintomático; 3. não devem gerar dano ao paciente; 4. devem ter custo/efetividade adequada; 5. A sensibilidade, especificidade e os valores preditivos positivo e negativo devem preencher critérios de aceitabilidade ; 6. devem ser dirigidos para a detecção de enfermidades cujo tratamento em etapas assintomáticas tenham efeitos comprovados. É digno de nota que os pontos 4 e 5 são aqueles mais discutidos quando se planejam avaliações pré participativas para os desportistas.

O avanço tecnológico nos disponibiliza uma ampla gama de exames complementares, os quais oferecem possibilidades diagnósticas diversas. É nosso entender que a aplicação destas práticas deve seguir um critério rigoroso que respeite a relação de custo/efetividade, sempre indo ao encontro da premissa que o benefício de sua utilização venha realmente auxiliar o atleta.

Cabe salientar que existem controvérsias em nível internacional sobre qual é o modelo de pré-participação mais adequado. Mais ainda, se discute se há real necessidade de que ações pré-participativas devam ser estendidas para populações que praticam esportes em nível recreativo, se crianças devem ser rotineiramente avaliadas, além de qual intervalo de tempo ideal entre uma avaliação e a subsequente. Na Itália, através de lei federal vigente desde 1982, a avaliação pré-participativa é obrigatória para todos os cidadãos que praticam esportes organizados e competitivos. É consenso naquele país que a aplicação de um modelo que inclui, como primeira etapa, história clínica, exame físico e eletrocardiograma de 12 derivações em repouso possa trazer benefício para a saúde dos atletas. Se ao passar pela primeira etapa e a avaliação não evidenciar qualquer alteração, o atleta é considerado apto para a prática competitiva de alta intensidade. No entanto, se alguma anormalidade for encontrada, uma segunda etapa de exames é realizada. Nesse ponto, o ecocardiograma passa a ser um exame de uso freqüente. Com a aplicação deste modelo, Pelliccia e col.<sup>3</sup> demonstraram que o eletrocardiograma incluído na rotina foi efetivo para a detecção de algumas cardiopatias, podendo o ecocardiograma ser utilizado em caráter não obrigatório, uma vez que mesmo para a detecção da miocardiopatia hipertrófica, o diagnóstico desta enfermidade havia sido suspeitado pelos achados provenientes da avaliação clínica associada ao ECG de repouso. Na prática, no entanto, os atletas de todas as equipes nacionais italianas, realizam o ecocardiograma como parte da primeira etapa de avaliação pré-participativa.

Um dado que impressiona se relaciona à implementação dessa lei. Corrado e col. evidenciaram uma redução de 89% no risco relativo de morte súbita em atletas italianos entre os anos de 1981 e 2004.<sup>4</sup> Esses autores relatam que o maior valor do modelo

de pré-participação italiano se relacionou à detecção da miocardiopatia hipertrófica, uma vez que ao serem identificados os atletas foram desqualificados. No entanto, deve ser lembrado que apenas dois anos de análise avaliação feita

Por outro lado, nos Estados Unidos, o modelo aceito tanto na Itália quanto pela FIFA e pelo COI, não tem sido implementado pelas sociedades de cardiologia e de medicina do esporte. O argumento principal reside no fato de os americanos julgarem que a realização do ECG em toda sua população atlética (mais de 10 milhões), não será custo-efetiva, especialmente em virtude da alta taxa de exames falso positivos. No entanto, ao considerar estudos europeus, Wheeler e col. analisaram a custo/efetividade de se agregar o ECG de repouso à avaliação pré-participativa de atletas americanos.<sup>5</sup> Eles concluíram que o modelo que acrescenta o ECG salva 2,06 vidas/ano por 1000 desportistas avaliados, com um custo adicional de U\$ 89 por atleta e uma custo/efetividade de U\$ 42.900 por ano de vida salva.

Maron e col. relataram 1866 mortes súbitas em atletas no período entre 1980-2006, o que implica em um aumento anual de 6%, considerando as prevalências antes e após 1993.<sup>6</sup> Este incremento poderia estar relacionado com um aumento no índice de registros dos eventos a partir do avanço tecnológico nas comunicações (internet, por exemplo). Os mesmos autores consideram que as mortes súbitas em desportistas americanos não são mais freqüentes do que as descritas na região do Veneto (Itália) nos últimos anos, apesar de não haver a inclusão obrigatória do ECG no modelo pré-participativo americano.<sup>7</sup> Segundo os autores, a incidência de morte súbita no Veneto foi maior do que a observada nos EUA no período prévio a implementação obrigatória da avaliação pré-participativa italiana. Por outro lado, a prevalência de morte súbita foi semelhante nos últimos anos. Em outras palavras, houve uma diminuição no número de mortes súbitas por 100.000 atletas/ano, mas nos EUA ela se manteve semelhante àquela observada na Itália. Com este conceito em mente, Maron e col. sugerem que a adição do ECG de repouso à avaliação clínica não adicionaria maiores benefícios para os atletas americanos.

Adicionando "mais combustível a essa já explosiva questão", em artigo publicado no JACC de 15 de março de 2011, pesquisadores israelenses questionam formalmente a eficácia do eletrocardiograma mandatório associado ao exame clínico para redução no risco de morte súbita em jovens atletas naquele país.<sup>8</sup> Cabe salientar que a partir de 1997 a avaliação pré-participação esportiva com exame clínico, ECG e ergometria se tornou obrigatória entre atletas competitivos em Israel. Tendo isto em mente, os autores conduziram uma busca sistemática através da leitura minuciosa dos dois principais jornais israelenses com intuito de determinar o número de eventos entre atletas competitivos,

concluindo que a incidência de morte súbita não foi diferente nos 12 anos anteriores ao *screening* obrigatório, em relação aos 12 anos após a instituição deste. Ocorreram 11 mortes súbitas entre 1985 e 1997 e 13 outras entre 1997 e 2009 (2,54 e 2,66 eventos por 100.000 atletas-anos, respectivamente -  $p = 0,88$ ).

Os achados provenientes do estudo supra-citado,<sup>8</sup> se somados às análises de Maron et al.,<sup>6,7</sup> assim como a dados publicados em 2009 por pesquisadores dinamarqueses,<sup>9</sup> todos acabam por ir em direção oposta àqueles publicado pelos italianos.<sup>3,4</sup>

No entanto, é necessário considerar alguns aspectos relevantes: 1 – a real incidência de morte súbita nos EUA e em Israel podem estar sendo subvalorizadas em função da não obrigatoriedade do seu registro no primeiro país e pelo fato da avaliação israelense ter sido feita com base em publicações de jornais e não de “registros cientificamente corretos”. 2 – não é possível saber se uma eventual aplicação do modelo italiano nos EUA não iria diminuir ainda mais a baixa incidência de morte súbita evidenciada em 2009, por Maron e col.<sup>7</sup>

Um dos obstáculos frequentemente citado para não se agregar o ECG de 12 derivações à avaliação pré-participativa realizada nos EUA se relaciona a uma especificidade sub-ótima.<sup>10</sup> Esta situação poderia gerar um número considerável de exames falso positivos, o que levaria a realização de novos exames, gerando prejuízos econômicos e psicológicos. Por outro lado, a baixa incidência de doenças cardiovasculares nessa população limita o valor preditivo positivo do ECG, mesmo que este tenha uma sensibilidade e especificidade adequadas.

Por estas razões, pesquisadores de diferentes locais do globo têm tido o interesse em estudar o tema. Em 2010, um documento oficial da European Society of Cardiology,<sup>11</sup> que contou com a participação de 32 *experts* internacionais, foi publicado. Um dos objetivos deste *Position Paper*, ao incluir novos critérios relacionados ao ECG do atleta, foi o de fornecer subsídios práticos para que a taxa de exames falso positivos diminuísse nesse cenário. É digno de nota, que o grupo de Palo Alto-EUA, ao se utilizar de alguns destes novos critérios relacionados às anormalidades eletrocardiográficas, foi capaz de melhorar a especificidade do ECG associado ao exame clínico de 90 para 96%, ao realizar a avaliação de atletas universitário da Stanford University.<sup>12</sup>

#### **Recomendações para interpretação do eletrocardiograma de 12 derivações em atletas**

Para fins práticos, as alterações no ECG de atletas foram divididas em dois grupos: as comuns e relacionadas ao treinamento

intenso e as incomuns e não-relacionadas ao treinamento. Essa classificação foi baseada na prevalência, relação com exercício, associação com o aumento do risco cardiovascular e com a necessidade de se prosseguir na investigação da doença sobre a qual recaiam suspeitas. Alterações comuns e relacionadas ao treinamento, aquelas ditas alterações fisiológicas no ECG, são mais prevalentes em homens, nos afro-descendentes e caribenhos e naqueles com fatores étnicos ou genéticos para remodelamento cardiovascular.<sup>13,14,15</sup> A duração e o nível do treinamento, a capacidade aeróbica e o tipo da atividade esportiva são variáveis importantes a serem levadas em consideração quando da análise eletrocardiográfica. Anormalidades no ECG relacionadas com doença cardíaca em atletas envolvem inversão da ondas T, depressão ou elevação do segmento ST, ondas Q patológicas, uma grande parte dos distúrbios da condução, pré-excitação ventricular, QT curto e longo, além de padrão de repolarização tipo Brugada.

Em praticantes de esportes dinâmicos de resistência como ciclismo, canoismo, triatlon, entre outros, a bradicardia sinusal e/ou a arritmia sinusal respiratória e o aumento da voltagem do QRS são muito frequentes.<sup>13</sup>

**Bloqueios atrioventriculares (BAVs):** Os BAVs de 1º grau e de 2º grau Mobitz I são comuns em atletas treinados e estão presentes em 35 e 10% dos ECGs desses indivíduos, respectivamente.<sup>14,15</sup> BAV de 2º grau Mobitz II e BAV de 3º grau são raros em atletas e não devem ser encarados como alterações adaptativas.<sup>15,16,17,18</sup> Digno de nota é a recomendação de que quando o bloqueio assintomático venha a ser revertido com hiperventilação ou com o exercício, tal distúrbio da condução passa a ter maior possibilidade de ser um bloqueio decorrente da síndrome do coração do atleta (adaptativo). No entanto e até prova em contrário, a presença de Mobitz II ou BAV total demandam avaliação e quando indicado, implante de marcapasso.<sup>19</sup>

**Aumento Isolado da Voltagem do QRS:** A atividade física vigorosa está relacionada com alterações morfológicas cardíacas que incluem o aumento das dimensões das cavidades, espessura da parede e massa ventricular, as quais podem se refletir no ECG do atleta.<sup>20,21</sup> Hipertrofia ventricular esquerda se manifesta com aumento isolado da amplitude do QRS, com eixo e repolarização normais.<sup>22,23,24</sup> Recomenda-se que atletas que tenham aumento isolado da voltagem do QRS não necessitem de investigação ecocardiográfica de rotina, exceto se houver história familiar de doença cardiovascular, morte súbita cardíaca ou que o ECG sugira hipertrofia patológica.<sup>25</sup> De acordo com esse consenso, atletas com critérios de hipertrofia ventricular esquerda

independente de voltagem devem ser submetidos a avaliação ecocardiográfica para avaliação de miocardiopatia hipertrófica, que é a principal causa de morte súbita em atletas abaixo dos 35 anos.

**Bloqueio Incompleto do Ramo Direito (BIRD):** A prevalência de BIRD em atletas tem sido estimada em torno de 35% quando comparada a menos de 10% na população jovem controle.<sup>14,22,26</sup> O BIRD está mais comumente associado a esportes de resistência, sendo mais comum em homens. Achado comum, o atraso na condução pelo ramo direito não tem sido atribuído a doença do sistema de condução, mas parece ter relação com o aumento da câmara ventricular direita.<sup>23</sup> É digno de nota que o BIRD se mostra reversível com o exercício em muitas ocasiões.<sup>22</sup> Não há necessidade de investigação posterior quando de história familiar e pessoal negativa com exame físico normal. No entanto, existem duas formas de BIRD que demandam uma avaliação mais pormenorizada: suspeita da Síndrome de Brugada (elevação lenta do ponto J em V1-V2 com alterações mínimas ou ausentes em outras derivações) e a displasia arritmogênica do ventrículo direito (DAVD – Onda epsilon em até 30% dos casos, QRS com duração maior do que 110ms - grande especificidade - inversão de onda T que vai além de V1 - em geral de V2-V4 - possibilidade da presença de batimentos prematuros ventriculares de morfologia de bloqueio de ramo esquerdo).

**Repolarização Precoce:** Não é achado incomum na população jovem normal (cerca de 1-2%), sendo mais característico em homens,<sup>26,27</sup> e podendo estar presente em até 60% dos ECGs de atletas altamente treinados.<sup>28,29</sup> O traçado evidencia uma elevação da junção QRS-ST de pelo menos 0,1 mV da linha de base com concavidade superior. Parece estar relacionada com hipervagotonia e essas alterações tendem a desaparecer com o destreinamento. Não se recomenda investigação adicional, apenas quando há suspeita de DAVD ou Síndrome de Brugada.

**Depressão do Segmento ST:** raramente é observado em atletas,<sup>30</sup> demandando investigação complementar para excluir doença cardíaca.

**Sobrecarga Atrial Esquerda ou Direita e/ou Sobrecarga Ventricular Direita:** constituem achados incomuns em atletas.<sup>30,31</sup> Até prova em contrário, sua presença não deve ser encarada como adaptação ao exercício e causas congênitas ou adquiridas devem ser excluídas.

**Inversão da Onda T:** estudos recentes que arrolaram um grande número de atletas alteraram o conceito que a inversão da

onda T seja achado comum em atletas.<sup>13</sup> A inversão de 2 ou mais milímetros de amplitude é pouco prevalente em atletas e deve ser avaliada como achado sentinela para a presença de alguma patologia cardíaca. Tal alteração pode ser atribuída ao exercício regular realizado em bases crônicas somente após investigação fenotípica, da história pessoal e familiar e análise genética se mostrarem negativas.

**Bloqueios Completos de Ramo (direito e esquerdo):** são incomuns em atletas e devem nos remeter a alguma condição de doença cardiovascular. Bloqueio da divisão ântero-superior do fascículo esquerdo é mais comum em homens e aumenta de frequência com a idade, tendo prevalência semelhante (0,5 - 1%) entre atletas e população geral.<sup>13,32,33</sup> Assim como em não atletas, o bloqueio da divisão pósterio-inferior do fascículo esquerdo é sinal eletrocardiográfico de que algo esteja errado no sistema de condução. Por fim, a presença de qualquer uma destas condições torna necessário a investigação adicional, a qual pode incluir teste de exercício (ergométrico ou teste cardiopulmonar), holter, além de exame(s) de imagem.

**Pré-Excitação Ventricular (Wolff-Parkinson-White):** sua prevalência na população geral gira em torno de 0,1 a 0,3% e é similar em atletas.<sup>34</sup> A maioria dos indivíduos com WPW são assintomáticos, tendo um risco de morte súbita cardíaca em torno de 0,15% ao ano.<sup>32</sup> Nesse cenário, a prática atlética intensa tem sido apontada como fator de risco (gatilho) para o desencadeamento de fibrilação ventricular.<sup>35</sup> Recomenda-se insistir na investigação da presença de sintomas, tais como: síncope ou palpitação, história familiar de pré-excitação, cardiopatia e morte súbita. Holter, teste de exercício (ergométrico ou teste cardiopulmonar), exames de imagem com esforço físico ou através de teste farmacológico com adenosina/verapamil podem ser recomendados. É consenso entre os especialistas que escreveram esse documento que atletas com diagnóstico de pré-excitação ventricular devem passar por avaliação eletrofisiológica para serem estratificados e, posteriormente tratados.

**Intervalo QT Longo:** o registro no ECG de intervalo QT corrigido pela frequência maior que 440 ms em homens e maior que 460 ms em mulheres eleva a suspeição para diagnóstico de síndrome do QT longo.<sup>36-39</sup> A causa mais comum de prolongamento do QT é o uso de drogas que sabidamente aumentam esse intervalo, porém, doenças estruturais e não estruturais devem ser excluídas. Intervalos maiores que 500 ms são mais sugestivos de alguma das diferentes variantes que compõem a síndrome do QT longo (SQTL). Aqueles atletas diagnosticados com SQTL devem ser

encaminhados para avaliação especializada, a qual inclui testes genéticos, incluindo os de análise de mutações.

**Intervalo QT Curto:** excluídas causas metabólicas como hipercalcemia, hipercalemia, hipertermia, acidose ou uso de algumas drogas (eg. Digitálicos), especial atenção deve ser dada ao abuso de esteróides anabolizantes quando o QTc é menor que 380 ms.

**Anormalidades no ECG Tipo Brugada:** o ECG característico de Brugada consiste em repolarização com supra desnível do ST (>2mm) seguida por uma depressão desse segmento tipo “coved” (negativa) ou “saddle-back” (positiva) em V1-V2/V3, implicando em maior risco de fibrilação ventricular e morte súbita na ausência de evidência clínica de doença cardíaca estrutural.<sup>40,41</sup> A análise criteriosa do segmento ST em atletas com repolarização precoce a direita auxilia na diferenciação da repolarização benigna daquela característica do ECG de Brugada. Em suma, o ECG com supradesnível do segmento ST e relação STj/ST80  $\leq 1$  (relação entre a voltagem do ponto J e a voltagem 80ms após) sugere benignidade, ao passo quando a relação STj/ST80  $> 1$  e há associação com infradesnível de ST, a chance de Brugada cresce.<sup>42</sup> Atletas com suspeita de Síndrome de Brugada devem ser referenciados ao cardiologista e/ou eletrofisiologista para investigação subsequente. O teste farmacológico com bloqueador do canal do cálcio e estratificação familiar são indicados nesse cenário.

#### **Exame de Pré Participação no Atleta de Alto Rendimento– fazer ou não fazer? E se fazer como fazer?**

Considerando o corpo de evidências disponíveis, as quais englobam limitações relevantes, ainda é aceitável que a adoção de uma estratégia na qual o exame clínico pormenorizado associado ao eletrocardiograma de 12 derivações possa ser a base de todas as avaliações pré-participativas em atletas de alto desempenho, mesmo que tal modelo ainda tenha muitos críticos e não tenha sido testado em ensaios clínicos randomizados. Outra estratégia de uso comum para com desportistas competitivos federados (profissionais), onde a demanda cardiovascular a intensidades altas é constante e por períodos mais prolongados, tem sido cada vez mais utilizada: a associação do ecocardiograma a partir dos 16-17 anos, (idade onde é maior a probabilidade de identificação fenotípica da miocardiopatia hipertrófica pelo ecocardiograma) fazendo parte dos exames de primeira linha. Se anomalias são evidenciadas nesta etapa (anamnese, exame físico, ECG e ecocardiograma), se passaria para uma segunda etapa de exames a serem solicitados de acordo com a patologia em questão.

Neste ponto, uma discussão cabível se faz necessária: será que o modelo italiano seria apropriado para aqueles que realizam atividade esportiva recreativa, tanto em nível escolar quanto no lazer? Nos parece que nos EUA, país no qual o ECG é caro, existe um número elevado de atletas recreativos, além de um número reduzido de médicos com formação em cardiologia do exercício, o modelo italiano se faz de difícil implementação. Já, em um país como Brasil, não temos evidências sobre a custo-efetividade de um ou de outro modelo. No entanto, se consideramos o estudo de Wheeler e col.<sup>5</sup>, os valores para realização do ECG serão imensamente inferiores aos praticados nos EUA e na Europa, fazendo-nos pensar que pelo menos a custo/efetividade do modelo italiano possa ser bastante favorável. No entanto, se a verdade passar perto do que o recente estudo israelense evidenciou,<sup>8</sup> talvez a pré participação possa então dispensar o ECG obrigatório.

Bem, estudos internacionais a parte, como é a prática do exame de pré-participação em nosso país? As instituições esportivas e as associações têm conceitos muito dispares sobre qual é a estratégia a ser empregada. Algumas requerem apenas um atestado médico por escrito constando a palavra “apto”, enquanto outras solicitam exames diversos que incluem o ECG, exames de laboratório e de imagen, ergometria e até a ecocardiografia. Por isso, talvez seja o momento de se iniciar com alguma medida nesse cenário, por mais simples que ela possa ser, uma vez que a pré participação esportiva é sim um assunto relevante, mas carente de soluções efetivas. No Brasil, então, infelizmente ainda estamos engatinhando nessa área do conhecimento.

Por fim, para que esse cenário de ignorância nacional se modifique, temos consciência de que poder público deve se associar a médicos, diretores de instituições e de associações esportivas, políticos, sanitaristas, epidemiologistas, estatísticos, entre outros, juntando esforços para normatizar critérios e produzir um programa uniforme de avaliação. Somos sabedores de que está não será uma tarefa fácil. No entanto, um dia a Itália e Israel deram tal passo e, hoje são fontes primordiais de informação no que tange o objetivo principal de todos que lidam com a saúde do atleta: sua melhor e maior proteção.

## Referências Bibliográficas

- 1 - Corrado D, Pelliccia A, Bjornstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, et al. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. *Eur Heart J* 2005;26:16-24.
- 2 - [Corrado D](#), [Basso C](#), [Rizzoli G](#), [Schiavon M](#), [Thiene G](#). Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *J Am Coll Cardiol* 2003;42:1959-63.
- 3 - Pelliccia A, Di Paolo F, Corrado D, Buccolieri C, Maron B et al. Evidence for efficacy of Italian national pre-participation screening programme for identification of hypertrophic cardiomyopathy in competitive athletes. *Eur Heart J* 2006;27:2196-2200.
- 4 - Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in Sudden Cardiovascular Death in Young Competitive Athletes After Implementation of a Preparticipation Screening Program. *JAMA* 2006;296:1593-601.
- 5 - Wheeler M, Heidenreich P, Froelicher V, Hlatky M, Ashley E. Cost-effectiveness of preparticipation screening for prevention of sudden cardiac death in young athletes. *Ann Intern Med* 2010;152:276-86.
- 6 - Maron B, Doerer J, Hass, T et al. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation* 2009;119:1085-1092.
- 7 - Maron B, Haas T, Doerer J, Thompson P, Hodges J. Comparison of USA and Italian experiences with sudden cardiac deaths in young competitive athletes and implications for preparticipation screening strategies. *Am J Cardiol* 2009;15:276-280.
- 8 - Steinvil A, Chundadze T, Zeltser D, et al. Mandatory electrocardiographic screening of athletes to reduce their risk for sudden death: proven fact or wishful thinking? *J Am Coll Cardiol* 2011;57:1291-6.
- 9 - Holst AG, Winkel BG, Theilade J, et al. Incidence and etiology of sports-related sudden cardiac death in Denmark: implications for preparticipation screening. *Heart Rhythm* 2010;7:1365-71.
- 10 - Baggish A, Hutter A, Wang F, Yared K, Weiner R et al. Cardiovascular screening in college athletes with and without electrocardiography: A cross-sectional study. *Ann Intern Med* 2010;152:269-75.
- 11 - Corrado D, Pelliccia A, Heidbuchel H et al. Recommendations for interpretation of 12-lead electrocardiogram in the athlete. *Eur Heart J* 2010;31:243-59.
- 12 - Le VV, Wheeler MT, Mandic S, Dewey F, Ashley EA, Froelicher V. Addition of the electrocardiogram to the preparticipation examination of college athletes. *Clin J Sport Med* 2010;20:98-105.
- 13 - Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Di Paolo FM, Spataro A, Biffi A, Caselli G, Piovano P. Clinical significance of abnormal electrocardiographic patterns in trained athletes. *Circulation* 2000;102:278-284.
- 14 - Magalski A, Maron BJ, Main ML, McCoy M, Florez A, Reid KJ, Epps HW, Bates J, Browne JE. Relation of race to electrocardiographic patterns in elite American football players. *J Am Coll Cardiol* 2008;51:2250-2255.
- 15 - Basavarajaiah S, Boraita A, Whyte G, Wilson M, Carby L, Shah A, Sharma S. Ethnic differences in left ventricular remodeling in highly-trained athletes: relevance to differentiating physiologic left ventricular hypertrophy from hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2008;51:2256-2262.
- 16 - Venerando A, Rulli V. Frequency morphology and meaning of the electrocardiographic anomalies found in Olympic marathon runners and walkers. *J Sportes Med Phys Fitness* 1964;4:135-141.
- 17 - Zehender M, Meinertz T, Keul J, Just H. ECG variants and cardiac arrhythmias in athletes: clinical relevance and prognostic importance. *Am Heart J* 1990;119:1378-1391.
- 18 - Stein R, Medeiros CM, Rosito GA, Zimmermann, LI, Ribeiro JP. Intrinsic sinus and atrioventricular node electrophysiologic adaptations in endurance athletes. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:135-141.

- 19** - Heidbüchel H, Panhuyzen-Goedkoop N, Corrado D, Hoffmann E, Biffi A, Delise P, Blomstrom-Lundqvist C, Vanhees L, Ivarhoff P, Dorwarth U, Pelliccia A. Study Group on Sports Cardiology of the European Association for Cardiovascular Prevention Rehabilitation. Recommendations for participation in leisure-time physical activity and competitive sports in patients with arrhythmias and pacemakers. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2006;13:475-484.
- 20** - Huston P, Puffer JC, MacMillan RW. The athletic heart syndrome. *N Eng J Med* 1985;315:24-32.
- 21** - Barbier J, Ville N, Kervia K, Walther G, Carré F. Sports-specific features of athletes heart and their relation to echocardiographic parameters. *Herz* 2006;31:531-543.
- 22** - Foote CB, Michaud GF. The Athlete's electrocardiogram: distinguishing normal from abnormal. In: Estes NAM, Salem DN, Wang PJ (eds). *Sudden Cardiac Death in Athlete*. Armonk, NY: Futura Publishing; 1998. p101-113.
- 23** - Balady GJ, Cadigan JB, Ryan TJ. Electrocardiogram of the athlete: An analysis of 289 professional football players. *Am J Cardiol* 1984;53:1339-1343.
- 24** - Douglas PS, O'Toole ML, Hiller DE, Hackney K, Reychek N. Electrocardiographic diagnosis of exercise-induced left ventricular hypertrophy. *Am Heart J* 1998;116:784-790.
- 25** - Langdeau JB, Blier L, Turcotte H, O'Hara G, Boulet LP. Electrocardiographic findings in athletes: the prevalence of left ventricular hypertrophy and conduction defects. *Can J Cardiol* 2001;17:655-659.
- 26** - Brady WJ, Chan TC. Electrocardiographic manifestations: benign early repolarization. *J Emerg Med* 1999;17:473-478.
- 27** - Boienau JP. The early repolarization variant – an electrocardiographic enigma with both QRS and JSTT anomalies. *J Electrocardiol* 2007;40:3e1-3e10.
- 28** - Gussak I, Antzelevitch C. Early repolarization syndrome: clinical characteristics and possible cellular and ionic mechanisms. *J Electrocardiol* 2000;33:299-309.
- 29** - Thompson PD, Buchner D, Pina IL, Balady GJ, Williams MA, Marcus BH, Berra K, Blair SN, Costa F, Franklin B, Fletcher GF, Gordon NF, Pate RR, Rodriguez BL, Yancey AK, Wenger NK. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulation* 2003;107:3109-3116.
- 30** - Holly RG, Shaffrath JD, Amsterdam EA. Electrocardiographic alterations associated with the hearth athletes. *Sports Med* 1998;25:139-148.
- 31** - Fargard R. Athletes heart. *Heart* 2003;89:1455-1461.
- 32** - Elizari MV, Acunzo RS, Ferreiro M. Hemiblocks revisited. *Circulation* 2007;115:1154-1163.
- 33** - Hiss RG, Lemb LE. Electrocardiographic findings in 122,043 individuals. *Circulation* 1962;25:947-961.
- 34** - Munger TM, Packer DL, Hammill SC, Feldman BJ, Bailey KR, Ballard DJ, Holmes DR Jr., Gersh BJ. A population study of the natural history of Wolff-Parkinson-White syndrome in Olmsted County, Minnesota, 1953-1989. *Circulation* 1993;87:866-873.
- 35** - Sano S, Komori S, Amano T, Kohno I, Ishihara T, Sawanobori T, Ijiri H, Tamura K. Prevalence of ventricular pre-excitation in Japanese school children. *Heart* 1998;79:374-378.
- 36** - Napolitano C, Bloise R, Priori SG. Long QT syndrome and short QT syndrome: how to make correct diagnosis and what about eligibility for Sports activity. *J Cardiol Med* 2006;7:250-256.
- 37** - Kapetanopoulos A, Kluger J, Maron BJ, Thompson PD. The congenital long QT syndrome and implications for young athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:816-825.
- 38** - Schwartz PJ, Moss AJ, Michael Vincent GM, Crampton RS. Diagnostic criteria for the long QT syndrome – an update. *Circulation* 1993;88:782-784.
- 39** - Scwartz PJ, Spazzolini C, Crotti L, Barthen J, Amlie JP, Timothy K, Shkolnikova M, Berul CI, Bitner-Glindzicz M, Toivonen L, Horie M, Schulze-Bahr E, Denjoy I. The Jervell and

Large-Nielsen syndrome: natural history, molecular basis, and clinical outcome. *Circulation* 2006;113:783-790.

**40** - Wilde AA, Antzelevitch C, Borggrefe M, Brugada J, Brugada R, Brugada P, Corrado D, Hauer RN, Kass RS, Nademanee K, Priori SG, Towbin JA. Study Group on the Molecular Basis of Arrhythmias of the European Society of Cardiology. Proposed diagnostic criteria for the Brugada syndrome. *Eur Heart J* 2002;23:1648-1654.

**41** - Antzelevitch C, Brugada C, Borggrefe M, Brugada J, Brugada R, Corrado D, Gussak I, LeMarec H, Nademanee K, Perez Riera AR, Shimizu W, Schulze-Bahr E, Tan H, Wilde A. Brugada syndrome: report of the second consensus conference. *Heart Rhythm* 2005;2:429-440.

**42** - Corrado D, Pelliccia A, Antzelevitch C, Leoni L, Schiavon M, Buja G, Maron BJ, Thiene G, Basso C. ST segment elevation and sudden death on the athlete. In: Antzelevitch C (ed). *The Brugada Syndrome from Bench to Bedside*. Oxford:Blackwell Futura; 2005. p.119-129.