

# CONSELHO NACIONAL DE ERGOMETRIA

## INDICAÇÕES E CONTRA-INDICAÇÕES DOS TESTES ERGOMÉTRICOS

### Indicações

As indicações para a realização de um teste ergométrico (TE) em pacientes com suspeita ou com doença cardíaca conhecida envolvem, basicamente, a determinação do diagnóstico e prognóstico, além de avaliar o estado funcional do sistema cardiovascular e procedimentos terapêuticos clínicos e/ou cirúrgicos<sup>1</sup>. Podem ser divididas didaticamente em gerais e especiais<sup>2-4</sup>.

**Indicações gerais** - Referem-se às situações em que o TE deve ser realizado por se mostrar de

grande utilidade no estabelecimento do diagnóstico e orientação das condutas a serem adotadas, participando especialmente no processo de prevenção primária e secundária da coronariopatia aterosclerótica obstrutiva.

**Na doença arterial coronária** - 1) Avaliação de homens assintomáticos com fatores de risco; 2) avaliação de homens com dor torácica; 3) avaliação de mulheres com dor torácica sugestiva; 4) avaliação prognóstica e evolutiva de portadores de doença coronária crônica, com estudos seriados anuais, de acordo com a condição clínica; 5) modificações no quadro clínico e/ou eletrocardiográfico, desde que se mantenha a situação de coronariopatia estável e que não constitua contra-indicação; 6) avaliação pós-infarto do miocárdio em evolução precoce e tardia, não complicada; 7) pré e pós-angioplastia transluminal coronária; 8) pré e pós cirurgia de revascularização do miocárdio; 9) avaliação de terapêutica farmacológica, 10) avaliação inicial e seriada de pacientes em programas de reabilitação cardiovascular; 11) complementação de outros métodos que tenham evidenciado suspeita de doença coronária; 12) investigação de alterações da repolarização ventricular ao eletrocardiograma (ECG) de repouso; 13) perícia médica - pesquisa de doença coronária aterosclerótica obstrutiva para fins trabalhistas, profissionais ou de seguro.

**Na hipertensão arterial** - 1) Avaliação de hipertensos com dois ou mais fatores risco para doença arterial coronária; 2) estudo do comportamento da pressão arterial (PA) frente ao esforço, fornecendo subsídios para o diagnóstico precoce e avaliação prognóstica para o desenvolvimento de futuros hipertensos. Ainda, definir respostas pressóricas do tipo *lábil*, *hipertensão reativa* e *hipertensão mantida ou fixa*; 3) avaliação para indivíduos em programa regular de exercícios.

**Nas arritmias** - 1) Estudo da reprodutibilidade e comportamento das arritmias frente ao esforço; 2) estabelecimento de correlação entre sintomas e arritmias desencadeadas pelo esforço; 3) avaliação de terapêutica específica em portadores de arritmias desencadeadas ou agravadas pelo esforço; 4) avaliação de pacientes com arritmias em programas de condicionamento físico; 5) síndrome do intervalo QT longo, com antecedentes ou com história familiar de síncope ou morte súbita; 6) recuperados de parada cardiorrespiratória.

**População sadia ou aparentemente normal** - 1) Avaliação de indivíduos com história familiar de coronariopatia ou morte súbita precoce; 2) avaliação de indivíduos com ocupações especiais que possam colocar em risco a vida de terceiros (pilotos de avião, motoristas, etc); 3) candidatos a programas de condicionamento físico com idade superior a 30 (sexo masculino) e 45 (sexo feminino) anos;

**Indicações especiais**- Referem-se às aplicações dos testes em casos específicos e populações selecionadas: 1) sadios, incluindo atletas para avaliação funcional ou com fins acadêmicos; 2) avaliação funcional em coronariopatas com bloqueio do ramo esquerdo ou Wolff-Parkinson White (WPW); 3) avaliação terapêutica na hipertensão arterial; 4) estratificação de risco na síndrome de WPW; 5) detecção de arritmias em portadores de miocardiopatia hipertrófica, forma não obstrutiva; 6) avaliação funcional em portadores de valvopatias, destacando-se o subgrupo de pacientes com prolapso valvar mitral (PVM); 7) avaliação funcional de pacientes em uso de marcapasso (MP) artificial com resposta variável de frequência, pré determinada ou dependente de biosensores; 8) avaliação funcional e terapêutica em pacientes com insuficiência cardíaca; 9) avaliação funcional em cardiopatias congênitas; 10) avaliação funcional em doenças não cardíacas, como pneumopatias, doença arterial periférica, asma brônquica e diabetes; 11) avaliação funcional em crianças, ressaltando-se as portadoras de sopro inocente ou com disfunções leves, arritmias e em pós operatório (PO) de correção total de cardiopatias congênitas.

**Contra-indicações** - 1) Angina instável progressiva ou de repouso; 2) arritmias paroxísticas em crise; 3) arritmias ventriculares complexas não controladas; 4) miocardites e pericardites agudas; 5) bloqueio atrioventricular (BAV) de grau elevado e baixa frequência ventricular; 6) infarto agudo do miocárdio (IAM) em evolução instável; 7) estenose aórtica grave; 8) hipertensão arterial grave; 9) lesão importante de tronco de coronária esquerda ou equivalente; 10) embolia pulmonar; 11) qualquer enfermidade aguda, febril ou grave; 12) limitação física ou emocional; 13) intoxicação medicamentosa.

## ASPECTOS LEGAIS DA PRÁTICA ERGOMÉTRICA

A despeito dos riscos controlados inerentes à prova de esforço e da mínima morbimortalidade<sup>5</sup>, relacionada diretamente ao procedimento, mesmo considerando-se populações altamente selecionadas, como por exemplo, evolução precoce do IAM (0,05% de morbidade e 0,02% de mortalidade), deve-se ter pleno conhecimento das possíveis implicações jurídicas na ocorrência de intercorrências potencialmente letais ou deletérias ao paciente. Tal envolvimento norteia-se no código de proteção ao consumidor<sup>6</sup>, que é mencionado na lei 8078 de 11/09/90, nos seus artigos:

**Art. 6º 1º** - São considerados direitos básicos do consumidor: a proteção da vida, saúde e segurança contra os riscos provocados por práticas no fornecimento de produtos e serviços considerados nocivos ou perigosos.

**Art. 6º 3º** - É obrigação do fornecedor informar adequada e claramente sobre os produtos e serviços prestados, com especificação correta da quantidade, características, composição, qualidade e preço, bem como os riscos que eles apresentam.

**Art. 14º** - O fornecedor de serviços responde, independente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados ao consumidor, por defeitos relativos à prestação de serviços, bem como por informações insuficientes ou inadequadas sobre sua função e riscos.

**1º** - O serviço é defeituoso quando não fornece a segurança que o consumidor espera, com relação ao modo de fornecimento, resultado, riscos e a época que foi fornecido.

Considerando-se as informações acima expostas como verdadeiras, sob o ponto de vista legal e, portanto, passíveis de serem aplicadas sobre um serviço prestado, há necessidade de se definir as responsabilidades médicas básicas, que podem ser traduzidas, como nos dizeres de Duarte e Alfieri<sup>7</sup>, de duas maneiras: 1) o paciente deve ser conscientizado dos riscos previsíveis do procedimento, além de consentir na realização do mesmo; 2) o procedimento deve ser realizado cuidadosamente e todas as providências tomadas para minimizar os riscos.

O Consenso Nacional de Ergometria recomenda a utilização do "termo de informação e consentimento" a ser firmado pelo paciente previamente à realização do exame, seguindo-se alguns modelos passíveis de utilização.

### Termo de consentimento para o teste

**Sugestão 1** - "Declaro que fui informado sobre as finalidades do exame ergométrico a que irei me submeter, estando ciente de sua forma de execução, de eventuais sintomas, cansaço e/ou outras anormalidades que pode-

rão advir, conseqüente à aplicação do método".

**Sugestão 2** - "Concordo voluntariamente em me submeter a um TE, que tem como finalidades principais avaliar as respostas cardiovasculares e gerais, frente à aplicação de esforço físico progressivo. Este poderá ser realizado em esteira rolante ou bicicleta eletromagnética, com possibilidade do aparecimento de sintomas, como cansaço, falta de ar, dor no peito, etc. sendo mínimas as chances de ocorrerem complicações de difícil controle clínico. Tal exame foi indicado pelo meu médico assistente para complementação de avaliação".

Este documento deverá ser assinado pelo paciente e por duas testemunhas. Na eventualidade de acidentes de natureza grave ou fatal decorrentes do procedimento, sugere-se a comunicação e solicitação de parecer da comissão de ética do conselho regional de medicina, de grande valia em caso de contestações jurídicas.

## METODOLOGIA

A aplicação do esforço físico graduado, com a finalidade de avaliar as respostas clínicas, eletrocardiográficas e hemodinâmicas, necessita, obrigatoriamente, de rigorosa e inflexível obediência às condições básicas que compõem a metodologia dos testes ergométricos, com a função primordial de permitir resultados que sejam fiéis, reprodutíveis e mensuráveis<sup>8</sup>. Tais aspectos podem ser abordados didaticamente como: condições básicas para a programação do teste, condições básicas para a realização do teste e protocolos.

**Condições básicas para a programação do teste** - Incluem: equipe médica, área física, equipamentos que compõem a sala de ergometria, material e medicamentos para emergência, orientações ao paciente e suspensão de terapêutica vigente<sup>9</sup>.

**Equipe médica** - O médico com experiência no método é o responsável pela condução da prova, podendo ser auxiliado por pessoal técnico especificamente treinado na execução do teste de esforço e em eventual atendimento de emergência.

**Área física** - Deve ter luminosidade, ventilação e dimensões suficientes para acomodação da aparelhagem necessária e permitir circulação de pelo menos 3 pessoas, com temperatura ambiente entre 18º e 22º C.

**Equipamentos** - 1) cicloergômetro de frenagem mecânica ou eletromagnética e/ou esteira rolante, com velocidade e inclinação variáveis. Ergômetro de manivela como alternativo; 2) monitor para observação contínua e eletrocardiógrafo para registro do ECG e contagem da frequência cardíaca (FC); 3) esfigmomanômetro calibrado e estetoscópio; 4) cronômetro.

**Material para emergência médica**<sup>9,10</sup> - 1) desfibrilador; 2) oxigênio; 3) seringas descartáveis de 1ml, 5ml, 10ml e 20ml; 4) equipos de soro para gotas e microgotas; 5) agulhas descartáveis e jectos de tamanhos

variados; 6) *scalp ou butterfly*; 7) esparadrapo; 8) equipamento de aspiração; 9) reanimador *ambu-bag*; 10) laringoscópio com pilhas novas, lâminas curvas e retas pequenas, médias e grandes; 11) cânulas orotraqueais de tamanhos variados, sendo pelo menos duas para crianças, duas para adultos de pequeno e médio porte e duas para adultos de grande porte (numerações variáveis de acordo com a marca); 12) guia metálico para cânulas orotraqueais; 13) abaixador de língua (cânula) tipo Guedel; 14) cateter intravenoso: *abocath* e *intracath* de tamanhos variados; 15) luvas; 16) gaze e algodão; 17) material convencional para curativos.

**Medicamentos para emergência médica-Soluções para reposição volêmica e energética:** solução glicosada - 5%; solução fisiológica - 0,9%; solução de glicose - 50%;

**Soluções de eletrólitos** - Bicarbonato de sódio -  $\text{NaHCO}_3$  8,4% lml=1mEq de  $\text{NaHCO}_3$ ; cloreto de sódio -  $\text{NaCl}$  20% lml=3,4mEq de Na ou Cl; cloreto de potássio -  $\text{KCl}$  19,1% lml=2,5mEq de K ou Cl; gluconato de cálcio - gluc Ca 10% lml=1,3mEq de Ca; sulfato de magnésio -  $\text{MgSO}_4$  10% lml=1,3 mEq de Mg ou SO.

**Aminas vasoativas** - Dopamina - 10ml = 50mg; dose dopaminérgica = 0,5 a 3 ug/kg.min; dose dopa + = 2 a 5 ug/kg/min; dose = 5 a 10 ug/kg/min; dose + a = 10 a 20 ug/kg/min; dose a >20 ug/kg/min; dobutamina 20 ml= 250mg; dose somente = 2,5 a 10 ug/kg/min; adrenalina lml= 1.000 ug; dose = 0,005 a 0,02 ug/kg/min; dose + a = 0,02 ug/kg/min.

**Bloqueadores dos canais de cálcio** - Nifedipina caps= 10mg; verapamil - amp 2ml = 05mg.

**B-bloqueadores** - Metoprolol - amp 5ml = 5mg; atenolol injetável amp 10ml = 5mg.

**Antiarrítmicos** - Lidocaína fresco 20ml = 1 ou 2% (200 ou 400 mg); dose inicial = lmg/kg; manutenção = 1-4mg/min; procainamida amp 5ml = 500mg - dose inicial = 100mg 5/5min até 1500mg; manutenção = 2-5mg/min; amiodarona - amp 3ml = 150mg - dose inicial = 5-10mg/kg; manutenção = 5ug/kg/min; quinidina sulfato - comprimidos e amp IV = 200mg; atropina amp 1 ml = 25 mg ; prostigmine - amp 1 ml = 0,5mg.

**Digitálico** - Lanatosídeo C - amp 2ml = 0,4mg.

**Diurético** - Furosemida - amp. 2ml = 20mg.

**Broncodilatadores** - Teofilina - amp 10ml = 240mg; dose inicial = 6mg/kg em 20min; manutenção = 0,2 - 0,9mg/kg/h; terbutalina - amp lml = 0,5mg - frasco para inalação= 10ml.

**Inalatórios** (-agonistas) - Fenoterol

**Analgésicos, sedativos, anestésicos e anticonvulsivantes** - Meperidina amp 2ml= 100mg; diazepam amp 2 ml= 10mg.

**Vasodilatadores** - Nitropussiato de sódio 10ml= 50.000 ug; dose média (variável) = 0,5-8 ug/kg/min; dinitrato de isosorbitol sublingual cp = 2,5 e 5mg; mononitrato de isosorbida amp = 10mg; dose EV bolo de 40 a 100mg/kg cada 8 ou 12h.

**Antitérmico** - Dipirona amp lml = 500mg.

**Antiemético**- Metoclopramida amp 2ml = 10mg.

**Antiespasmódico** - Brometo de N-butilescolamina amp lml = 20mg.

**Antissépticos** - Alcool; álcool iodado ou povidine.

**Corticoesteróides** - Hidrocortisona fresca = 25mg/100mg/300mg/500mg; 20ml de hidrocortisona equivale a 5mg de prednisona; dexametasona 2,4 e 20mg; 0,75mg de dexametasona equivale a 5mg de prednisona.

**Anticoagulante** - heparina 5ml= 25.000 unidades (5.000 U/ml); dose inicial = 50-100 U/kg; manutenção= 10-20 U/kg.

## Orientações ao cliente para o teste de esforço

**Recomendações do clínico ao cliente** - a) motivo do teste de esforço; b) decidir sobre a suspensão ou manutenção da medicação vigente. Na primeira condição, delegar ao laboratório o tempo necessário para suspensão dos fármacos.

**Recomendações do clínico ao laboratório** - a) indicações da prova de esforço e dados clínicos do paciente; b) informar sobre suspensão de fármacos ou delegar ao laboratório de teste de esforço o tempo (dias) de suspensão dos medicamentos; c) caso julgue necessário, indicar protocolos e/ou ergômetros.

**Recomendações do laboratório de teste de esforço ao cliente na época da marcação do exame** - a) vestuário - preferencialmente calção ou bermuda e calçado com solado de borracha tipo tênis. Para as mulheres, aconselha-se a utilização de sutiãs (preferentemente de algodão); b) medidas higieno-dietéticas - abster-se de fumar 3h antes da prova, com refeição leve 1 ou 2h antes da realização do exercício. No início da manhã, tomar o desjejum habitual. Evitar bebidas alcoólicas 24h antes do teste; c) atividade física prévia - evitar esforços não habituais ou treinamento físico no dia marcado.

Preservar o horário de sono na véspera do exame; d) suspensão da medicação - havendo a indicação prévia de

**Tabela I - Tempo de suspensão dos medicamentos para a realização dos TE, quando a principal finalidade é diagnóstica**

Medicação	Dias de suspensão prévia
AAS	1
Amiodarona	30
β-bloqueadores	de 4 a 8
Bloqueadores dos canais de cálcio	de 1 a 4
Dipiridamol	1
Digoxina	de 7 a 10
Inibidores da ECA	1
Diuréticos	3
Anti-arrítmicos	de 3 a 5
Nitrato	1
Metil-dopa e clonidina	1

Obs: considerando-se que o fenômeno de rebote pode ser evidenciado na suspensão dos β-bloqueadores e de alguns agentes anti-hipertensivos, salienta-se a necessidade de retirada gradual do fármaco antes do exame.

suspensão dos medicamentos em uso, devem ser obedecidos critérios baseados na meia vida biológica destes (tab. I).

### Condições básicas para a realização do teste

Representam a seqüência metodológica mínima necessária para a continuidade da prova ergométrica, compreendendo as fases pré, intra e pós esforço, além da avaliação da capacidade funcional através da estimativa do consumo máximo de oxigênio<sup>7,11</sup>.

**Fase pré-teste** - 1) dados da ficha cadastral; 2) peso e estatura; 3) tricotomia, se necessária; 4) desengorduramento da pele nos locais determinados para colocação dos eletrodos: a) água e sabão, álcool anidro ou éter, b) **abrasão da pele com lixas ultra finas (nº 400 ou maior), com mínimos movimentos (1 ou 2, no máximo), somente em um sentido;** 5) eletrodos - reutilizáveis: liga de prata/ cloreto de prata (fixados preferentemente com adesivos antialérgicos. Há necessidade de colocação de solução condutora na interface pele/eletrodo - gel ou solução salina); descartáveis: liga de prata/cloreto de prata ou carvão, já possuem adesivos, pré-gelados ou não (opcional); 6) repouso preliminar; 7) anamnese dirigida, exame cardiovascular e ausculta pulmonar sumários; 9) ECG clássico de 12 derivações; 10) medidas da PA sistêmica nas posições sentada (cicloergômetro), e em pé (esteira).

### Escolha dos sistemas de registro e monitorização

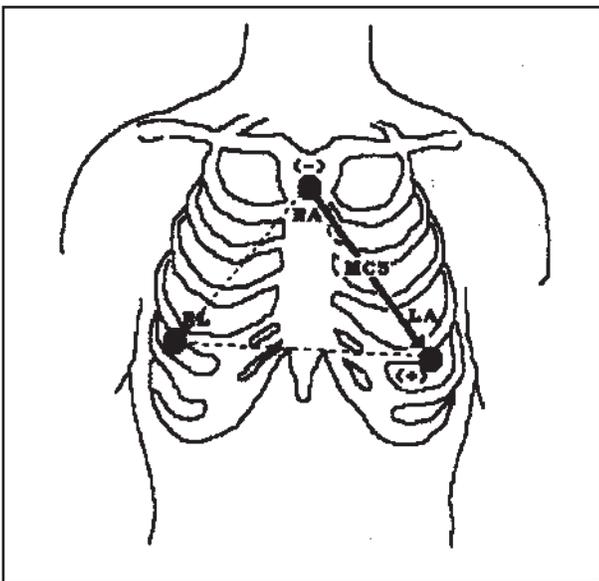


Fig. 1 - Derivação  $CM_5$ , com o eletrodo negativo (RA = braço direito) próximo à fúrcula (manúbrio), e o positivo (LA = braço esquerdo) em  $V_5$ . O eletrodo comum (RL = perna direita) é normalmente posicionado próximo a  $V_5R$ .

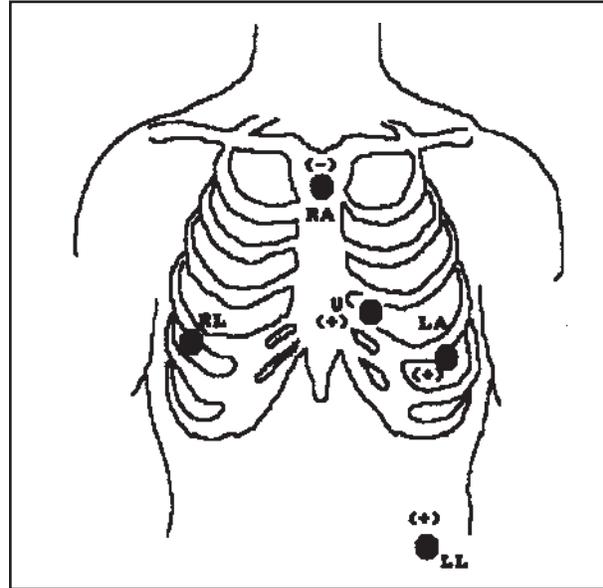


Fig. 2 - Sistema de três derivações, com  $CM_5$ , aVF e  $V_2$  modificadas. Além da derivação  $CM_5$  (que mede a diferença de potencial entre braços direito e esquerdo - RA e LA), adiciona-se aVF (obtida entre RA = braço direito e LL = perna esquerda) e  $V_2$  (obtida em  $V_2$ ).

**Sistemas de uma derivação** - (Fig. 1) - Empregam convencionalmente uma derivação bipolar, sendo obrigatória a derivação  $CM_5$ , de maior sensibilidade na ergometria. Designada para observação da região ântero-lateral do ventrículo esquerdo (VE), é obtida com um cabo de três rabichos e registrada através da derivação  $D_1$ , da seguinte maneira: eletrodo de braço direito - colocado junto à fúrcula externa; eletrodo de braço esquerdo - colocado na posição  $V_5$  do ECG clássico; eletrodo de perna direita - posição preferencial de  $V_5R$  (variável).

**Sistemas de três derivações** - (Fig. 2) - Empregam convencionalmente derivações bipolares e unipolares, sendo denominados sistemas mistos de derivações. As comumente utilizadas são  $CM_5$ , aVF modificada (aVFM) e  $V_1$  ou  $V_2$ , sendo que a derivação aVFM presta-se à observação da região inferior e  $V_1$  ou  $V_2$  à região ântero-septal. São obtidas com um cabo de 5 rabichos e registradas através das derivações  $D_1$ , aVF e  $V_1$  ou  $V_2$  do ECG, da seguinte maneira: eletrodo de braço direito - colocado junto à fúrcula externa (manúbrio); eletrodo de braço esquerdo - colocado na posição  $V_5$  do ECG clássico; eletrodo de perna esquerda - colocado no abdome, próximo à cristailíaca esquerda; eletrodo de perna direita - posição preferencial de  $V_5R$  (variável); eletrodos de  $V_1$  ou  $V_2$  colocados nas posições convencionais do ECG clássico.

**Obs:** a conexão de braço direito e braço esquerdo, nas posições descritas, resulta na derivação  $CM_5$ . Braço direito e perna esquerda resultam em  $D_{II}$  ou aVF modificadas e a colocação de  $V_1$  ou  $V_2$  resultam nas mesmas derivações do plano horizontal, modificadas também pela alteração na forma original do triângulo de Einthoven.

**Sistemas de 12 derivações** - (Fig. 3) - Utilizam o ECG modificado de 12 derivações, com a colocação dos eletro-

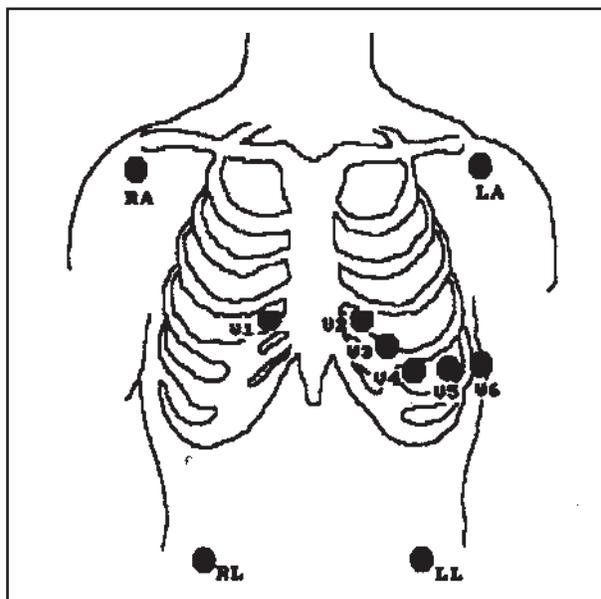


Fig. 3 - sistema de 12 derivações segundo Mason e Likar.

dos segundo a orientação de Mason e Likar<sup>12</sup>:

#### Eletrodo Posição

Braço direito	2º espaço intercostal direito, próximo à raiz do ombro
Braço esquerdo	2º espaço intercostal esquerdo, próximo à raiz do ombro
Perna esquerda	acima da crista ilíaca esquerda
Perna direita	acima da crista ilíaca direita
Precordiais	nos pontos de V <sub>1</sub> a V <sub>6</sub> do ECG clássico.

Nos sistemas que utilizam 12 derivações preservando a derivação CM<sub>5</sub>, passa-se a utilizar uma distribuição diferente das derivações de Mason e Likar (Fig. 4): eletrodo de braço direito junto à fúrcula externa (manúbrio); eletrodo de braço esquerdo colocado na posição V<sub>5</sub> do ECG clássico; eletrodo de perna direita posicionado no rebordo costal direito, em um ponto determinado pela linha hemiclavicular direita ou ainda, na crista ilíaca; eletrodo de perna esquerda colocado em um ponto no rebordo costal esquerdo determinado pela linha hemiclavicular esquerda ou ainda, na crista ilíaca; os eletrodos precordiais são colocados nas posições de V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub> e V<sub>6</sub> e o eletrodo de V<sub>5</sub> colocado imediatamente ao lado do eletrodo V<sub>5</sub> clássico.

Monitorização contínua- Poderá ser obtida segundo as características dos monitores, de um a 12 canais, predominando, em nosso meio, monitores 1 e 3 canais.

**Fases de esforço e recuperação** - Compreendem a

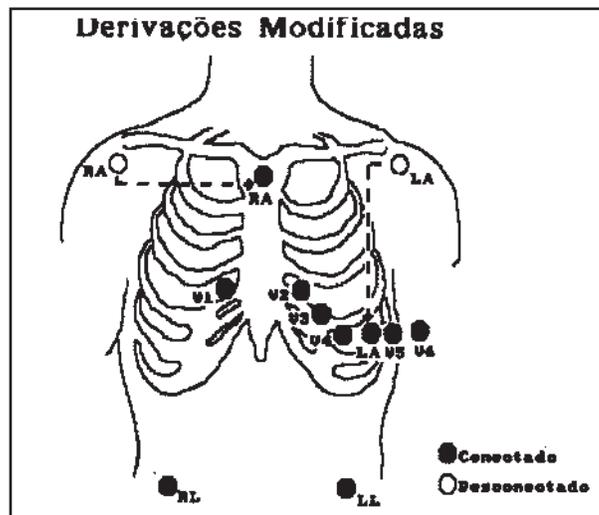


Fig. 4 - Sistema modificado de 12 derivações, com manutenção da derivação CM<sub>5</sub>, registrada através da derivação D<sub>1</sub>. As 11 derivações restantes são também modificadas, devido à alteração no formato original do triângulo de Einthoven.

coleta de dados, controles clínicos e eletrocardiográficos durante e após o exercício, além das precauções relacionadas à segurança do procedimento e à veracidade das informações recebidas. É obrigatória a existência de uma planilha de entrada de dados, capaz de receber todas as variáveis nestas duas fases, possibilitando sua análise e interpretação momentâneas ou imediatamente após o término da fase de recuperação.

**Frequência cardíaca** - De observação contínua no monitor ou medida no traçado do ECG a cada minuto e/ou estágio do exercício. Após o esforço, seu controle deve ser feito por um período mínimo de 4 a 10min. O cálculo da FC máxima é comumente derivado da fórmula de **Lange e Andersen**<sup>1,13</sup> ou de **Karvonen**<sup>2,14</sup>, com uma margem de erro de 12bpm: FC máxima= [210 - (idade x 0,65)]bpm<sub>1</sub>; FC máxima= (220 - idade) bpm<sub>2</sub>,

**Pressão arterial sistêmica** - Aferida a cada minuto ou estágio de esforço e até 4 a 10min do período de recuperação ou quando necessário. De maior dificuldade técnica para obtenção durante o esforço, notadamente nos testes realizados em esteira rolante, sua metodologia segue as diretrizes do Consenso Nacional de Hipertensão Arterial.

**Outras medidas** - Na investigação da integração fisiológica cárdio-respiratório-muscular durante o exercício físico, várias outras medidas podem ter utilidade clínica, incluindo, por exemplo, a análise de gases expirados e sanguíneos e a dosagem de lactato sanguíneo.

**Registros eletrocardiográficos** - Devem obedecer uma seqüência lógica, com a obtenção dos seguintes traçados: controle (repouso) - na posição análoga do esforço; hiperventilação - para desvalorização de eventuais modificações morfológicas que ocorram durante o teste e

que se assemelhem às manobras respiratórias (valor questionável); durante cada estágio de exercício ou a critério médico (condição clínico-eletrocardiográfica imperativa); durante a fase de recuperação, até 4 a 10min ou a critério médico; na presença de arritmias, documentando e relatando sua provável origem, complexidade frequência e momento de aparecimento.

**Sintomas e sinais** - Observação e anotação dos sintomas e sinais, tais como palidez, sudorese, tonturas, estafa física e dispnéia, relacionando-os à condição hemodinâmica e à resposta eletrocardiográfica frente ao esforço. Há necessidade da caracterização pormenorizada do sintoma dor torácica, avaliando seu modo de aparecimento, momento, intensidade, evolução, caráter, fenômenos acompanhantes e irradiação. As auscultações cardíaca e pulmonar, além de obrigatórias no exame clínico inicial, devem ser obrigatoriamente feitas no pós-esforço imediato.

**Crítérios de interrupção do esforço**<sup>7,16-18</sup> - Elevação da pressão arterial diastólica (PAD) 120mmHg nos normotensos; elevação da PAD 140mmHg nos hipertensos; queda sustentada da pressão arterial sistólica (PAS); elevação acentuada da PAS 260mmHg; manifestação clínica de desconforto torácico que se exacerba com o aumento da carga ou que se associa com alterações eletrocardiográficas de isquemia; ataxia, tontura, palidez e pré-síncope; dispnéia desproporcional à intensidade do esforço; infradesnível do segmento ST 0,3mV ou 3mm, adicional aos valores de repouso; supradesnível do segmento ST 0,2mV ou 2mm, em derivação que observe região não infartada; arritmia ventricular complexa; aparecimento de taquicardia paroxística supraventricular sustentada, taquicardia atrial, fibrilação atrial, BAV de 2º e 3º graus; claudicação progressiva de membros inferiores; exaustão de membros inferiores; exaustão física; sintomas ou sinais de insuficiência ventricular esquerda, com atenção especial no indivíduo idoso, uma vez que o achado de estertores crepitantes à ausculta pulmonar não é infrequente, mesmo na ausência de sintomas; falência dos sistemas de monitorização e/ou de registro.

**Profilaxia das complicações do teste de esforço** - Referem-se aos procedimentos médicos e técnicos especializados que têm como finalidade minimizar a possibilidade de intercorrências, bem como sugerir condutas frente aos eventos e em condições que necessitam de cuidados especiais: permite-se o apoio das mãos nos suportes laterais e frontais da esteira durante a realização do exercício, a despeito de prejudicar a avaliação do gasto energético; a desaceleração deve ser lenta na fase de recuperação, para evitar hipotensão arterial e bradiarritmia ocasionadas por interrupção brusca do esforço, com concomitante reação vaso-vagal (posição supina); diante do cansaço relatado pelo cliente aconselha-se: na 1ª vez, prosseguir com o exercício desde que não haja sinais objetivos de anormalidades cardiovasculares. Na 2ª refe-

rência estimular novamente o continuar do esforço, interrompendo a fase de trabalho na 3ª vez; entretanto, na eventualidade de uma complicação de natureza grave, apesar dos cuidados discutidos, ou as informações obtidas na prova de esforço indiquem uma maior gravidade da doença, o laboratório de TE deverá localizar o clínico, decidindo-se conjuntamente a conduta. Na impossibilidade de contato, o médico presente ao evento deve assumir a conduta do caso, até que possa dividir ou transmitir a responsabilidade da conduta.

**Duplo-produto** - Índice que se correlaciona com o consumo de oxigênio do miocárdio, é obtido pelo produto da FC e PAS, sendo o duplo produto máximo calculado na última fase de esforço, na maior FC e PA alcançadas.

**Sensação subjetiva de cansaço** - A percepção subjetiva da intensidade do esforço pelo cliente pode ser expressa em valores numéricos (grau de cansaço), contribuindo enormemente para a interpretação dos resultados. Mais comumente se emprega uma das duas escalas de Borg, que variam de 0 a 10 ou de 6 a 20, representando, respectivamente, sensação de esforço “muito fácil” ou “exaustivo” (explícitas no tema “Respostas Clínicas e Eletrocardiográficas ao Esforço”). Tal avaliação por parte do paciente pode ser solicitada minuto a minuto ou a cada estágio do exercício.

**Ergômetros** - Equipamentos destinados à aplicação de esforço físico graduado e capazes de medir o trabalho realizado, sendo a esteira rolante e o cicloergômetro os de maior difusão. A despeito da semelhança de resultados obtidos em testes realizados com os dois tipos de ergômetros e da igual capacidade diagnóstica quanto à detecção de alterações isquêmicas, devem ser ressaltadas algumas diferenças entre as duas metodologias, úteis na decisão sobre sua utilização na rotina diária (quadro I).

**Bicicleta ergométrica** - Sugestões para a utilização de protocolos<sup>15</sup>: protocolo de Balke - incremento de cargas - de 25w a cada 2min; indivíduos jovens e hígidos - iniciar com 50w; indivíduos limitados - iniciar com carga livre; demais indivíduos - começar com 25w. Estimativa do  $VO_{2máx}$  para cicloergômetro:  $VO_{2máx} = 12 \times W + 300/\text{Peso}$  (kg), onde W = carga em watts.

**Testes de esteira rolante** - sugestões para aplicação de protocolos<sup>9,10, 15</sup>:

**Protocolo de Bruce** - É o mais utilizado em nosso meio, com aumentos progressivos da velocidade e da inclinação. Como o incremento de trabalho é grande (não linear), deve ser usado com prudência em indivíduos com limitações clínicas. Está preferentemente indicado para estabelecimento de diagnóstico e/ou avaliação da

Quadro I - Análise comparativa entre cicloergômetro e esteira rolante		
<b>Aspectos operacionais</b>	<b>Cicloergômetro</b>	<b>Esteira rolante</b>
Custo	Muito menor	Muito maior
Dimensões	Menores	Maiores
Nível de Ruído	Menor	Maior
Manutenção	Mais fácil	Mais difícil
<b>Aspectos técnicos</b>		
Ausulta cardiopulmonar	Possível	Mais difícil
Medida da PA	Mais fácil	Mais difícil
Qualidade do traçado de ECG	Similar	Similar
<b>Aspectos fisiológicos</b>		
VO máximo	Menor	Maior
FC máxima	Menor	Maior
PAS máxima	Maior	Menor
DP máximo	Similar	Similar
Limiar Anaeróbico	Menor	Maior
Estimativa do gasto energético	Mais precisa	Menos precisa
<b>Aspectos do cliente</b>		
Risco de acidentes	Menor	Maior
Insegurança/medo	Menor	Maior
Adaptação/facilidade	Menor	Maior

\* Cicloergômetro clássico, usando somente membros inferiores, de frenagem mecânica ou eletromagnética; FC- frequência cardíaca; PAS- pressão arterial sistólica; DP- duplo produto

Tabela II - Protocolo de Bruce						
Estágio	Km/h	MPH	Inclin %	minutos	VO <sub>2</sub>	MET
1	2,4	1,7	10	3	17,	5,5
2	4,0	2,5	12	3	24,5	7
3	5,5	3,4	14	3	35,0	10
4	6,7	4,2	16	3	45,5	13
5	8,0	5,0	18	3	56,0	16
6	8,8	5,5	20	3	66,5	19
7	9,6	6,0	22	3	77,0	22

Km/h e MPH representam a velocidade da esteira ; Inclin % a elevação da rampa em relação à horizontal ; VO<sub>2</sub> o consumo de oxigênio (ml.kg.min) e MET o consumo de oxigênio em unidades metabólicas.

Tabela III - Protocolo de Ellestad						
Estágio	Km/h	MPH	Inclin %	minutos	VO <sub>2</sub>	MET
1	2,4	1,7	10	3	17,5	5
2	4,8	3,0	10	2	24,5	7
3	6,4	4,0	10	2	31,5	9
4	8,0	5,0	10	3	42,0	12
5	8,0	5,0	15	2	49,0	14
6	9,6	6,0	15	3	56,0	17

Km/h e MPH representam a velocidade da esteira; Inclin % a elevação da rampa em relação à horizontal ; VO<sub>2</sub> o consumo de oxigênio (ml . kg . min) e MET o consumo de oxigênio em unidades metabólicas.

capacidade funcional, em indivíduos que tenham já algum grau de atividade física (tab. II).

**Equação para estimativa do VO<sub>2</sub> máx em esteira rolante** (sugestão 1) - Homens:  $VO_2 = 2,9 \times t \text{ (min)} + 8,33$ ; mulheres:  $VO_2 = 2,74 \times t \text{ (min)} + 8,03$ ; t= duração em minutos

**Protocolo de Ellestad** - De aplicação semelhante, mas menos utilizado do que o protocolo de Bruce, emprega também aumentos expressivos de carga a partir do 3º estágio (tab. III).

**Protocolo de Naughton** - Reservado a indivíduos com limitação física importante, em especial idosos e sedentários, bem como a pacientes em evolução recente de IAM e portadores de insuficiência cardíaca congestiva compensada (tab. IV).

**Protocolos para ergômetros de manivelas** - A aplicação do esforço se faz através dos braços, indicado em situações especiais (atletas, por ex, que trabalhem predominantemente com os membros superiores) ou para indivíduos que tenham limitações de membros inferiores. Quando não existem ergômetros específicos, pode-se inverter o ergômetro de pernas e fazer o exercício com os braços. São utilizados os mesmos protocolos de cicloergômetro para realização do exercício com as pernas, observando-se apenas que os incrementos de cargas sejam reduzidos à metade.

**Protocolos de rampa** - Recentemente tem havido maior interesse clínico por protocolos de teste de esfor-

Tabela IV - protocolo de Naughton						
Estágio	Km/h	MPH	Inclin %	minutos	VO <sub>2</sub>	MET
1	1,6	1,0	0%	2	5,4	1,5
2	3,2	2,0	0%	2	7,0	2,0
3	3,2	2,0	3,5%	2	10,5	3,0
4	3,2	2,0	7%	2	14,0	4,0
5	3,2	2,0	10,5%	2	17,5	5,0
6	3,2	2,0	14%	2	21,0	6,0
7	3,2	2,0	17,5%	2	24,5	7,0
8	3,2	2,0	20%	2	28	8,0

km/h e MPH representam a velocidade da esteira; Inclin % a elevação da rampa em relação à horizontal ; VO<sub>2</sub> o consumo de oxigênio (ml . kg . min) e MET o consumo de oxigênio em unidades metabólicas.

ço que atendam as características de linearidade nas respostas do consumo de oxigênio. Estes protocolos, conhecidos genericamente pelo nome de “rampa”, ao invés de estágios de duração definida, utilizam uma razão de incremento constante para a intensidade do esforço. Isto permite uma maior individualização e adaptação do protocolo às condições do paciente, e podem ser realizados tanto em cicloergômetros como em esteiras rolantes.

## APLICAÇÕES CLÍNICAS DO TESTE ERGOMÉTRICO

Consoante às indicações e contra-indicações dos TE, as aplicações clínicas das provas de esforço abordam discussão ampla dentro das situações comumente propostas, tentando responder questões gerais relativas

ao motivo, tempo e modo de realização, bem como aspectos inerentes a cada assunto. Para tanto, faz-se necessária definição inicial de termos, princípios gerais e rescalonamento das aplicações em três grandes itens, visando a melhor compreensão dos textos.

**Doença coronária** - Angina estável; angina instável; infarto do miocárdio em evolução recente; infarto do miocárdio em evolução tardia; angioplastia transluminal coronária; cirurgia de revascularização do miocárdio; avaliação terapêutica; programas de reabilitação cardiovascular.

**Outras condições clínicas** - Hipertensão arterial; miocardiopatias; doença oro-valvar; cardiopatia congênita; insuficiência cardíaca congestiva; distúrbios da condução e/ou formação do estímulo; arritmias cardíacas; marcapasso artificial; avaliação de risco cirúrgico; pericia médica: avaliação da capacidade laborativa; doenças extracardíacas.

### Indivíduos aparentemente saudáveis

**Princípios gerais** - São aplicáveis a todos os grupos, tendo como objetivo principal a avaliação da função cardíaca (reserva cardíaca e seus componentes), através da resposta do paciente a esforço padronizado, sendo que o desempenho desenvolvido depende de outras variáveis além da função cardíaca. Deve-se ressaltar que o resultado do exame não tem compromisso com o diagnóstico anatômico, uma vez que não existe correlação linear obrigatória entre anatomia e função cardíaca avaliada pelo TE.

**Definição de termos** - À capacidade do coração elevar seu débito para compensar a maior demanda metabólica da musculatura em exercício, dá-se o nome de reserva cardíaca, dependente da elevação da FC (reserva cronotrópica), do aumento da velocidade da condução dos estímulos (reserva dromotrópica), da eficiência do enchimento e do esvaziamento ventriculares (reserva inotrópica) e da capacidade da rede coronária adequar-se ao maior fluxo de sangue, devido ao aumento da atividade metabólica do miocárdio (reserva coronária).

**Doença coronária** - O comprometimento da reserva coronária por qualquer causa, gera isquemia miocárdica, que pode ser detectada no TE através de manifestações diretas e/ou indiretas (quadro II).

### Caracterização da resposta isquêmica

**Tolerância ao esforço** - Define o limite funcional global do sistema cardiovascular em testes limitados por sintoma, sempre que o exame não tenha sido interrompido

**Quadro II - Principais manifestações da isquemia induzida pelo esforço**

Diretas	Tolerância ao esforço Dor anginosa Alterações da repolarização ventricular Atividade ectópica ventricular	
Indiretas	Reserva cronotrópica	Incompetência cronotrópica
	Reserva dromotrópica	Manutenção ou alongamento do intervalo PR, distúrbios da condução IV
	Reserva Inotrópica	Ritmo de galope Estertores pulmonares Dispnéia desproporcional ao esforço Fadiga física global e/ou de membros inferiores Queda da pressão arterial intra-esforço

por causas extra-cardíacas. Pode estar diminuído em graus variáveis na doença isquêmica.

**Dor anginosa** - Caracteriza resposta isquêmica, independente de outras manifestações. Sua ausência não exclui o diagnóstico de isquemia.

**Dispnéia desproporcional ao esforço** - Correlaciona-se à elevação da pressão venocapilar pulmonar associada à disfunção ventricular.

**Incompetência cronotrópica** - Incapacidade do coração elevar sua frequência acima do valor máximo previsto menos 2 desvios padrão ou, mais raramente, exteriorizada por queda da FC com o progredir do esforço. Embora por si só não caracterize resposta isquêmica, quando associada a ela atesta a gravidade do fenômeno.

**Déficit inotrópico** - Expresso por elevação inadequada da PAS durante o esforço (comportamento deprimido), ausência de elevação (comportamento em platô) ou por queda durante o exercício 15mmHg em duas ou mais cargas sucessivas de trabalho. Relaciona-se à disfunção ventricular importante induzida pelo esforço, sempre sinal de maior gravidade na presença de outros comensurativos para resposta isquêmica.

**Incompetência dromotrópica** - De baixo valor específico para o diagnóstico de isquemia, tem também significado se acompanhada de outras manifestações concomitantes.

**Fadiga de membros inferiores** - Quando presente em baixo nível de esforço e na ausência de insuficiência arterial de membros inferiores, pode representar uma das manifestações de baixo débito por disfunção ventricular.

**Alterações da repolarização ventricular** - Na prática restringem-se aos desníveis do segmento ST. Sua ausência durante o desenrolar do teste não invalida o diagnóstico de resposta isquêmica.

**Arritmia ventricular complexa** - Não necessariamente associada à resposta isquêmica, sendo valorizada de maneira semelhante aos sinais anteriormente descritos.

**Porque fazer** - Para ir de encontro às suas finalidades, diagnóstica, prognóstica e terapêutica respectivamente, a saber: **diagnóstica:** a) definição da conduta clínica; b) avaliação evolutiva; c) orientação sócio-profissional; d) orientação para prática de exercícios físicos; **prognóstica:** a) estratificação de risco; **terapêutica:** a) avaliação do tratamento medicamentoso; b) avaliação das intervenções invasivas.

**Quando fazer** - Salvo contra-indicação específica, o TE deve ser realizado em todo paciente coronariopata, qualquer que seja a forma clínica da doença.

### Condições clínicas<sup>3, 4, 17-21</sup>

**Angina estável** - Para complementação diagnóstica e, periodicamente, para avaliar a evolução da doença e os resultados das intervenções terapêuticas.

**Angina instável** - A critério médico, após 48h a 72h da estabilização do quadro clínico, em ambiente hospitalar e com protocolo atenuado. Mais tardiamente (além do 15º dia), considerar como angina estável para efeito de realização do exercício.

**Infarto em evolução tardia** - Comportamento semelhante à angina estável.

**Infarto em evolução recente** - Somente em casos não complicados, após a 1ª semana do episódio agudo, em ambiente hospitalar, com protocolo atenuado e na vigência da medicação.

**Pós-angioplastia transluminal coronária (ATC)** - Não há consenso quanto à época ideal para a realização. A despeito de alguns estudos sugerirem o TE precoce como fator de complicação pós ATC, é realizado desde 24/48h após um procedimento com sucesso ou, mais tardiamente, com intervalos de 30, 90, 180 dias e a cada ano ou ainda, sempre que houver modificações significativas na evolução clínica. O maior poder, tanto diagnóstico quanto prognóstico, é conseguido quando está disponível, para comparação, o TE pré-procedimento.

**Pós-trombólise (química e/ou mecânica)** - Também não há consenso quanto ao momento da realização. *Pode-se fazer antes da alta hospitalar, a critério clínico.*

**Pós revascularização cirúrgica** - A partir do 45º dia, quando o paciente estiver caminhando livremente; tardiamente, após 6 meses e a cada ano ou sempre que ocorrerem modificações significativas do quadro clínico.

**Como fazer** - Nas formas estáveis da doença coronária, salvo contra-indicação específica, o TE deve ser sempre limitado por sintomas, devendo o paciente ser exercitado até o limite real de sua tolerância física, definida por causas cardíacas e/ou extra cardíacas. Nas formas instáveis (angina instável ou infarto recente) deve-se optar por TE limitado por sinais ou sintomas, utilizando preferentemente protocolos atenuados (Sheffield, Naughton). Nestas condições, excetuando-se elevações intensas da FC, não se recomenda limitar o esforço pelo nível teórico preconizado para a idade ou por percentuais pré-estabelecidos da FC prevista.

**Obs:** o TE pode ser realizado na vigência ou não da medicação, dependendo da finalidade.

**Contra-indicações - Na fase estável da doença isquêmica:** insuficiência cardíaca\*\*, arritmias ventriculares complexas\*\*, hipertensão arterial não controlada, afecções associadas em fase de descompensação que levem à limitação importante (por ex: doença pulmonar obstrutiva crônica, insuficiência arterial de membros inferiores, doenças neuro-musculares, ósteo-articulares, anemia grave, diabetes ou outras doenças metabólicas, doenças infecciosas agudas, etc). **Na fase instável** (infarto recente ou angina instável), deve-se considerar também as situações de disfunção ventricular grave\*, trombo mural recente\*, instabilidade da PA (hipertensão ou hipotensão arterial), lesões obstrutivas graves de carótidas, doença cérebro-vascular e obstrução de tronco coronário.

\* é desejável a avaliação concomitante a estudo ecodopplercardiográfico;

\*\* salvo quando parte de estudos éticos aprovados.

### Outras Condições Clínicas

**Insuficiência cardíaca congestiva (ICC) - Por que fazer** - Dentro da finalidade diagnóstica, a avaliação objetiva da capacidade funcional e a análise da reserva cardíaca e seus componentes impõe-se como elementos principais. Na avaliação prognóstica, destaca-se a estratificação de risco e na terapêutica, a prescrição da atividade física, a avaliação da terapia medicamentosa e a contribuição para a indicação de transplante cardíaco. Tabelas baseadas na determinação direta do consumo máximo de oxigênio e na medida do limiar anaeróbio contribuem, com grande propriedade, para a avaliação diagnóstica e prognóstica na ICC (tab. V)<sup>22</sup>.

**Quando e como fazer** - Na condição de estabilidade da insuficiência cardíaca, para avaliação dos efeitos de

Tabela V - Avaliação diagnóstica e prognóstica da ICC pelo grau de incapacitação médico no TE, segundo Weber e Janicki

Grau de incapacitação	VO <sub>2</sub>	LA	IC
Pouco ou nenhum	>20	>14	>8
Leve a moderado	16 a 20	11 a 14	6 a 8
Moderado a grave	10 a 16	8 a 11	4 a 6
Grave	<10	<8	<4

O prognóstico a médio e longo prazo costuma ser bom quando VO<sub>2</sub> ≥10ml.kg.min e LA >8ml.kg.min; VO<sub>2</sub> - consumo máximo de oxigênio; LA - limiar anaeróbio; IC- índice cardíaco.

programas de reabilitação física (ao nível periférico e central) e de novos métodos terapêuticos. Devem ser utilizados protocolos atenuados (incremento máximo de 2 METS por estágio), recomendando-se, na rotina diária, a utilização da escala de Borg para a classificação subjetiva de tolerância ao esforço. Para maior acurácia da avaliação funcional é desejável a determinação do limiar anaeróbio.

**Arritmias cardíacas**<sup>23</sup> - O valor das provas de esforço para o diagnóstico das arritmias cardíacas ainda não está completamente estabelecido, baseando-se sua utilização na relação custo/benefício, corroborada pelo médico assistente. Sua reprodutibilidade (menor para extrasístolia ventricular e maior para a taquicardia ventricular e outras arritmias complexas - grau III e IV de Lown) e seu comportamento durante e após o exercício apresentam grande variação, mesmo na presença de suspeita clínica. Apesar destas constatações, o TE tem como finalidades (porque fazer), nesta entidade, a detecção de arritmias induzidas pelo exercício, a avaliação do comportamento de arritmias frente ao esforço padronizado, dos sintomas e/ou sinais potencialmente decorrentes, além de avaliação de terapêutica medicamentosa, cirúrgica ou ablação por radiofrequência.

**Obs:** os resultados do TE devem ser criteriosamente avaliados quando outros tipos de esforço são realizados em condições diversas daquelas do teste.

**Como fazer** - O TE deve ser limitado por sintomas, sendo interrompido na vigência de arritmias ventriculares complexas, taquicardias ventricular (formas rápida e lenta) ou supraventricular sustentadas ou equivalentes. Deve-se ressaltar que o período pós-esforço imediato costuma ser o momento de maior vulnerabilidade miocárdica para o aparecimento ou intensificação de arritmias e que a abolição da extra-sístolia ventricular pela elevação da FC (*overdrive suppression*) não confere obrigatoriamente características de benignidade à arritmia.

**Avaliação de risco cirúrgico (cirurgia não cardíaca)** - O TE não é recomendado como rotina de avaliação pré-operatória, uma vez que seus resultados carecem de valor preditivo para definir o risco pré-operatório e os resultados pós-operatórios (PO) em cirurgias de grande porte.

**Cirurgia cardíaca** - Basicamente as variáveis do teste relacionadas à avaliação da função ventricular são as de maior importância na avaliação de risco pré-operatório e de maior valor preditivo na evolução pós-operatória.

**Marcapasso** - São finalidades principais dos TE, a avaliação do paciente em fases pré e pós-implante, auxiliar na seleção do modelo a ser implantado e no funcionamento propriamente dito do marcapasso (comando e sensibilidade), além de estudar a adequação do modo de estimulação ao paciente, especialmente nos aparelhos com resposta programável de frequência.

**Quando fazer** - sempre que possível, a prova deve ser realizada antes do implante, no 1º mês de PO e seriadamente a cada 6 meses (aparelhos com resposta de frequência) ou ainda, quando houver suspeita de mau funcionamento do sistema gerador/eletrodo ou piora clínica.

**Como fazer** - em pacientes com boa função ventricular, utilizar a metodologia convencional; nos com déficit ventricular, protocolos atenuados e em pacientes com sensor mecânico, utilizar protocolos sem inclinação da esteira. Não usar bicicleta ergométrica. Deve-se ressaltar que a avaliação de MP é voltada predominantemente a protocolos de pesquisa, de menor utilização na rotina diária. **Obs:** a análise das alterações de ST em portadores de MP está prejudicada pelas alterações da impedância celular, que podem simular isquemia miocárdica. É indispensável que o examinador tenha conhecimento básico do sistema implantado, para o correto atendimento de eventuais emergências desencadeadas pelo exercício.

**Hipertensão arterial (HAS) - Porque fazer** - para a identificação precoce de hipertensos<sup>24</sup> em populações com fatores de risco, para avaliação do comportamento da curva de PA ao esforço em indivíduos com níveis basais limítrofes e/ou hipertensão lábil e da resposta tensional ao esforço em pacientes sabidamente hipertensos. Ainda, como auxiliar no diagnóstico de eventual envolvimento cardíaco associado ou conseqüente à HAS, no controle de hipertensos em programa de condicionamento físico e na avaliação terapêutica. **Como fazer** - Teste limitado por sintomas, com protocolos convencionais. Não deve ser iniciado em indivíduos com PAD 130mmHg, independente do nível de PAS. Em pacientes com comportamento hemodinâmico adequado, o nível de PAS não constitui critério absoluto de interrupção, recomendando-se a cessação do exercício quando a PAD alcançar valores 140mmHg. Entretanto, a queda persistente e progressiva da PAS é considerada como obrigatória para o interromper do esforço.

**Cardiopatias congênitas - Porque fazer** - na avaliação da repercussão da afecção sobre a capacidade funcional, na detecção de arritmias e/ou distúrbios de condução, na análise da curva de PA em portadores de

coarctação de aorta operada, na avaliação da resposta cronotrópica ventricular e atrial, na condição de BAV total congênito e como prova controle em relação aos testes PO. Ainda, o teste pode ser empregado como elemento decisório na liberação para a atividade física, em portadores de sopro inocente ou cardiopatias com pequena ou repercussão hemodinâmica inexpressiva.

**Obs:** o TE não é recomendado nas cardiopatias congênitas cianóticas não corrigidas.

**Valvopatias - Porque fazer** - para avaliação da capacidade funcional e obtenção de subsídios para indicação cirúrgica. Por exemplo, na estenose mitral, observa-se relação entre tolerância ao exercício e área valvar. Nos portadores de estenose aórtica, manifestações de baixo débito constituem sinais de gravidade. Ainda, detectar arritmias induzidas pelo esforço e acompanhamento da evolução clínica tanto pré e pós-operatória. **Quando fazer** - para estudo pré-operatório e evolução seriada pós-operatória a intervalos de 1 a 3 anos, para documentar a progressão da doença e o efeito de qualquer intervenção terapêutica. **Como fazer** - o teste deve ser limitado por sintomas, com o emprego de protocolos atenuados nos pacientes com estenose mitral e naqueles em *classe funcional III e IV (NYHA)*. Nas disfunções aórticas (insuficiência aórtica) todos os protocolos podem ser utilizados, utilizando sempre o mesmo protocolo para avaliações comparativas.

**Obs:** os parâmetros valorizados na estenose aórtica englobam: curva de PAS, arritmias, manifestações clínicas induzidas pelo esforço e desníveis do segmento ST, mesmo na vigência de sobrecarga ventricular esquerda. Comportamento anormal de PA frente ao esforço (resposta hipotensora) fornece subsídios importantes na identificação de pacientes com lesão valvar severa. Cuidados especiais devem ser empregados nestes pacientes, com aferição minuto a minuto da PA e desaquecimento lento após o cessar do exercício.

**Miocardopatias - Regras gerais:** em portadores de qualquer tipo de miocardiopatia o TE é utilizado para determinação da capacidade funcional e avaliação da vulnerabilidade e comportamento de arritmias ao esforço. Na miocardiopatia dilatada, as aplicações das provas de esforço são semelhantes às na insuficiência cardíaca. Na miocardiopatia restritiva e na hipertrofia septal assimétrica com obstrução da via de saída, o TE está contra-indicado. Na forma não obstrutiva, protocolos convencionais poderão ser empregados mas com cuidados especiais ao aparecimento de sinais de obstrução dinâmica, como arritmias ventriculares, queda de PAS e sintomas e sinais clínicos de baixo débito (tonturas, alterações visuais, claudicação em membros inferiores, sudorese fria com vasoconstrição periférica, etc). Na miocardiopatia chagásica o TE poderá ser realizado segundo protocolos convencionais, sendo que a presença de arritmias ventriculares em repouso não contra-indica o exame.

### **Distúrbios da condução e/ou formação do estímulo**

**- Princípios gerais:** o objetivo primordial volta-se à análise da reserva dromotrópica ao nível atrioventricular e intraventricular. Pode ser realizado na grande maioria dos distúrbios da condução atrioventricular (AV) e intraventricular (IV), desde que hemodinamicamente estáveis. Respeitadas tais condições, os testes aplicam-se basicamente para a avaliação da capacidade funcional, identificação de arritmias de risco e auxílio na orientação da conduta clínica. Na presença de bloqueio do ramo esquerdo fica prejudicada a análise morfológica do ECG (segmento ST), estando preservados os demais parâmetros. No bloqueio do ramo direito entretanto, é possível a análise de derivações esquerdas, não sendo valorizadas as alterações encontradas em derivações direitas. Distúrbios da condução IV induzidos pelo esforço não estão necessariamente associados a cardiopatias e síndromes de pré-excitação não contra-indicam o exame. Podem surgir, desaparecer ou não se alterar com o esforço. Quando presentes, ou na exteriorização de WPW ou variantes de pré-excitação, também invalidam a análise morfológica.

**Prolapso valvar mitral** - Entidade freqüente na população geral (*entre 10 e 15%*) e com diagnóstico confirmado à ecocardiografia, varia em incidência de acordo aos critérios utilizados pelos diferentes serviços. Habitualmente presente na população sem fatores de risco para doença coronária, predomina na população mais jovem e do sexo feminino, podendo apresentar um conjunto de sinais/sintomas que caracterizam a síndrome do prolapso. Arritmias cardíacas e/ou alterações características do segmento ST podem estar presentes desde o repouso, predominantemente restritas à região inferior, sem que isto indique isquemia miocárdica. Outros achados não específicos podem também estar presentes, como comportamento deprimido de PAS ao esforço, presença de dor torácica incomum, etc. De especial importância reveste-se a aplicação das provas de esforço nos portadores de degeneração mixomatosa com incompetência valvar, que visam obter informações indiretas relativas ao estado da função ventricular, através da curva pressórica, comportamento de arritmias e sinais de insuficiência ventricular esquerda durante o exercício. Alterações morfológicas restritas ao período de recuperação, que perduram até a fase tardia (8min) pós-esforço, desde que resguardadas as características populacionais já descritas (baixa prevalência de doença coronária), são freqüentes em portadores de cardiopatia não aterosclerótica, mormente de PVM.

**Perícia médica** - Atualmente, com crescente importância, a realização dos TE objetiva complementar a avaliação do estado de saúde vigente, autorizando o retorno do indivíduo ao trabalho, readequando-o em novas funções de acordo com a capacidade funcional obtida ou incapacitando-o indefinidamente. No subgrupo de portadores de insuficiência coronariana em fase de

miocardiopatia isquêmica, refratária à terapêutica empregada, o TE é elemento importante na definição de resposta isquêmica grave e disfunção ventricular (variáveis definidas durante o Consenso de Cardiopatia Grave da SBC). Em nosso meio, revestem-se também de importância os portadores de miocardiopatia chagásica crônica, nas formas arritmica e dilatada (ICC), representando enorme carga tributária para a União. Neste grupo, os TE auxiliam na avaliação da reserva miocárdica e do efeito de procedimentos clínico-cirúrgicos (marcapasso), readaptando-os funcionalmente.

### Indivíduos aparentemente saudáveis

Com os subgrupos de candidatos às provas de esforço nesta população já definidos (módulo de indicações e contra-indicações dos TE), deve-se ressaltar que os objetivos principais voltam-se à avaliação funcional, à motivação para mudança de hábitos de vida (correção dos fatores de risco), à programação de exercícios físicos e à complementação de avaliação clínica rotineira. Dada a baixa prevalência de doença coronariana neste grupo, verifica-se que dentre os resultados anormais é elevada a incidência de respostas “falso positivas” para a afecção propriamente dita. O valor preditivo para incidência de eventos futuros (angina, IAM e morte) é pequeno devendo, em casos selecionados, haver investigação complementar a partir de um resultado alterado. Portanto, não está recomendada a aplicação indiscriminada dos TE como elemento de apoio ao diagnóstico, nesta população.

## RESPOSTAS CLÍNICAS E ELETROCARDIOGRÁFICAS FRENTE AO ESFORÇO

### Respostas clínicas

**Tolerância ao esforço - Capacidade funcional** - O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ) é a medida fisiológica mais importante para definição da capacidade funcional cardiorrespiratória (potência aeróbia), podendo ser determinado de maneira direta, através da coleta dos gases expirados durante o exercício e estimado de maneira indireta, através de fórmulas (sugestão 1 do tema metodologia). As medidas diretas do  $VO_{2\text{máx}}$  e do limiar anaeróbio (LA) são desejáveis em situações clínicas especiais ou de investigação (insuficiência cardíaca e treinamento esportivo) mas, para testar um grande número de indivíduos ou na prática clínica são desnecessárias. A estimativa do  $VO_{2\text{máx}}$ , a partir de protocolos padronizados

**Tabela VI - Classificação da capacidade aeróbia baseada no consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ , em ml.kg.min) obtido**

Idade	Muito fraca	Fraca	Regular (média)	Boa	Excelente
<i>Homens:</i>					
20-29	< 24	24-30	31-37	38-48	49 ou >
30-39	< 20	20-27	28-33	34-44	45 ou >
40-49	< 17	17-23	24-30	31-41	42 ou >
50-59	< 15	15-20	21-27	28-37	38 ou >
60-69	< 13	13-17	18-23	24-34	35 ou >
<i>Mulheres:</i>					
20-29	< 25	25-33	34-42	43-52	53 ou >
30-39	< 23	23-30	31-38	39-48	49 ou >
40-49	< 20	20-26	27-35	36-44	45 ou >
50-59	< 18	18-24	25-33	34-42	43 ou >
60-69	< 16	16-22	23-30	31-40	41 ou >

utilizados rotineiramente em esteira rolante ou bicicleta ergométrica, pode ser realizada com razoável precisão. Ainda, pode-se prever o  $VO_{2\text{máx}}$ , em função da idade, com valores obtidos por equações que utilizam como referência os dados regulares das tabelas de avaliação da capacidade funcional:  $VO_{2\text{máx}}$  previsto: homens:  $VO_{2\text{máx}} = 60 - 0,55 \times \text{idade}$ ; mulheres:  $VO_{2\text{máx}} = 48 - 0,37 \times \text{idade}$ .

**Obs:** idade em anos e o  $VO_{2\text{máx}}$  em ml.kg.min.

Recomenda-se a tabela da *American Heart Association* (AHA) para a avaliação da capacidade funcional (tab. VI), sendo o consumo máximo de oxigênio expresso em equivalentes metabólicos denominados MET (um equivalente metabólico correspondente ao consumo de oxigênio de 3,5ml.kg.min para um indivíduo em condições de repouso supino). Se os valores medidos do  $VO_{2\text{máx}}$  estão dentro dos valores previstos para o paciente, sugere-se ausência de comprometimento significativo da ventilação pulmonar e trocas respiratórias, débito cardíaco (DC) e sua distribuição ou função muscular. O achado de capacidade funcional muito baixa, na ausência de grande sedentarismo e mesmo sem sintomas, pode estar associado à disfunção ventricular esquerda. Por outro lado, boa tolerância ao esforço também pode estar presente em pacientes com disfunção ventricular esquerda evidente.

**Sintomas** - De todos os sintomas induzidos pelo exercício destaca-se a dor torácica como dos mais importantes. Tal manifestação durante o teste deve ser dividida em angina típica ou atípica e dor torácica *sensu latu*, sendo que os aspectos relevantes para a definição da dor nesses casos são suas características clínicas e sua reprodutibilidade pelo esforço, nos mesmos valores de duplo-produto, em testes seriados. Esta reprodutibilidade é fortemente sugestiva de isquemia do miocárdio dependente do consumo de oxigênio, mesmo na ausência de alterações de ST e, particularmente, se a dor cede com o uso de nitratos sublinguais.

Cansaço, fadiga e dispnéia são essencialmente subjetivos, mas apresentam alta reprodutibilidade na intensidade de esforço em testes repetidos.

Eventualmente podem ser considerados como um

Tabela VII - Avaliação subjetiva do esforço - Borg	
Tabela linear de percepção subjetiva do esforço físico (Borg)	
Grau	Avaliação
<u>Modelo 1</u>	<u>Modelo 2</u>
6	
7	muito, muito fácil
8	
9	muito fácil
10	
11	fácil
12	
13	ligeiramente cansativo
14	
15	cansativo
16	
17	muito cansativo
18	
19	muito, muito cansativo
20	exaustivo
Tabela não linear de percepção subjetiva do esforço físico (Borg)	
<u>Modelo 1</u>	<u>Modelo 2</u>
00	
0,5	muito, muito fácil
1,0	muito fácil
2,0	fácil
3,0	levemente cansativo
4,0	moderamente cansativo
5,0	cansativo
6,0	
7,0	muito cansativo
8,0	
9,0	
10	exaustivo
•	máximo

equivalente de insuficiência ventricular esquerda, quando desproporcionais ao esforço realizado. Em alguns casos, associam-se com alterações do segmento ST e, freqüentemente, com ritmo de galope. Em casos de difícil diferenciação clínica, a ergoespirometria é útil para estabelecer a origem da dispnéia (pulmonar ou cardíaca), quantificando e elucidando os mecanismos envolvidos em sua produção. Tonturas ou vertigens são sintomas freqüentes mas inespecíficos, sendo o cansaço ou dor nos membros inferiores mais evidentes em indivíduos sedentários e representando, muitas vezes, o valor limitante do esforço.

A avaliação subjetiva da intensidade do esforço pode ser realizada através das escalas de percepção de Borg (tab. VII)<sup>21</sup>.

### Sinais clínicos

**Ectoscopia** - Sinais de má perfusão periférica como palidez cutânea, sudorese e cianose não são comuns, mas importantes porque motivam a interrupção do esforço, além de poderem estar associados à disfunção ventricular esquerda. Baixa perfusão cerebral traduz-se por visão tur-

va, tonturas e alteração da marcha, elementos também indicativos de suspensão do exercício. Podem vir concomitantes com sinais prévios de má perfusão periférica por hipotensão ou, mais raramente, dependerem de reações hipertensivas severas ou vasculopatia.

**Auscultação** - O achado de 3ª e/ou 4ª bulhas à auscultação bem como a presença de estertores pulmonares refletem disfunção ventricular esquerda. O aparecimento ou intensificação de sopro sistólico em área mitral reflete insuficiência mitral aguda ou agravamento de lesão prévia, podendo ser transitórios e de etiologia isquêmica. Sibilos à auscultação pulmonar sugerem broncoespasmo induzido pelo esforço.

### Respostas hemodinâmicas

**Frequência cardíaca** - Aumenta linearmente com a intensidade do esforço e, conseqüentemente, com o consumo de oxigênio, dentro de limites definidos (faixa de 50% a 90% do  $VO_{2máx}$ ). O parâmetro teórico denominado "FC máxima" varia inversamente com a idade e pode ser previsto por equações simples, já mencionadas. Sua elevação desproporcional em relação à carga de trabalho imposta é usualmente encontrada em grandes sedentários, ansiosos, na distonia neuro-vegetativa, hipertireoidismo e em estados anêmicos. A incompetência cronotrópica ou a dificuldade de ascenso da FC frente ao nível de esforço empregado pode ser sinal de coronariopatia ou miocardiopatia severas, sendo definida como a incapacidade do paciente elevar a FC a um valor inferior a 2 desvios padrão da FC máxima prevista (24bpm), sem outras limitações concomitantes<sup>16</sup>. Achado raro, porém de alta correlação com doença isquêmica, é a queda da FC com a progressão do esforço, critério absoluto para interrupção do exercício. Ocasionalmente, indivíduos jovens, saudáveis, exercitados até a exaustão, podem desenvolver no pós-esforço imediato episódios de bradicardia sinusal e, eventualmente, progredir a pausas maiores até segundos de assistolia, resultado de reação vagal reflexa (síncope vaso-vagal). Na prática clínica, entretanto, a maior causa de interferência na resposta cronotrópica é atribuída à utilização de fármacos específicos na época da realização do exame (-bloqueadores, bloqueadores dos canais de cálcio, digitálicos, etc).

**Pressão arterial** - Principal elemento para avaliação indireta da resposta inotrópica do coração ao esforço, conjuntamente ao grau de tolerância ao exercício. Em condições normais, durante o TE, a PAS aumenta com a intensidade crescente do trabalho aplicado (habitualmente não ultrapassando 220mmHg) e a PAD mantém-se constante ou oscila levemente, cerca de 10mmHg. *Ainda não existe consenso sobre os valores normais de variação da PA com esforço.* Sugere-se que diferenças devem ser de-

finidas para indivíduos jovens e idosos, mulheres e homens, brancos e negros, necessitando-se de estudos adicionais para o estabelecimento de padrões. Apesar destas dificuldades, conceitua-se *hipertensão reativa* ao esforço como o achado de valores de PAS acima de 220mmHg e/ou elevação de 15mmHg ou mais da PAD, partindo de valores normais de pressão em repouso. Indivíduos que apresentam resposta hiper-reativa ao esforço têm probabilidade futura 4 a 5 vezes maior de se tornarem hipertensos, em relação àqueles com curva normal de PA<sup>24</sup>. Por outro lado, a elevação inadequada da PAS é sugerida quando seu gradiente intra-esforço (delta PS) é menor que 35mmHg, na ausência de acentuada queda na PAD podendo, em indivíduos com suspeita ou diagnóstico de cardiopatia isquêmica, representar disfunção contrátil de miocárdio<sup>25</sup>. Maior valor específico para doença isquêmica grave tem a queda do componente sistólico da PA durante o esforço. *Também não encontram consenso os critérios de hipotensão ao esforço*, sendo o achado de níveis de PAS no exercício inferiores aos de repouso índice de pior prognóstico<sup>26</sup>. Leve hipotensão sistólica no esforço máximo pode ocorrer em indivíduos jovens, bem condicionados, ao passo que a elevação da PAS nos três primeiros minutos pós-esforço, acima dos valores máximos atingidos durante a fase de trabalho, tem sido correlacionada à doença coronariana<sup>27</sup>. Igualmente, hipotensão arterial no período pós-esforço, em indivíduos aparentemente saudáveis, apesar de aumentar a incidência de arritmias, não tem associação com morbimortalidade cardiovascular, sendo mais freqüente em indivíduos jovens exercitados até a exaustão. As mulheres representam capítulo à parte na ergometria, apresentando variações da PA sistêmica no esforço sensivelmente menores que os homens. Níveis fixos (comportamento em platô) e eventualmente queda da PAS podem ser registrados em mulheres sem outras evidências de cardiopatias, inclusive em casos com boa tolerância ao esforço.

**Duplo-produto** - É o índice não-invasivo que melhor reflete o consumo de oxigênio do miocárdio ( $MVO_2$ ) e corresponde ao produto da PAS pela FC. A grande importância de sua determinação reside na avaliação da dor torácica e dos esquemas terapêuticos protetores para a isquemia miocárdica. Valores inferiores a 25.000 em pacientes revascularizados podem representar insucesso terapêutico e mau prognóstico, enquanto que valores maiores que 25.000 sugerem pontes pervias. Valores ultrapassando 30.000 dificilmente estão associados à disfunção ventricular<sup>28</sup>.

### Respostas eletrocardiográficas

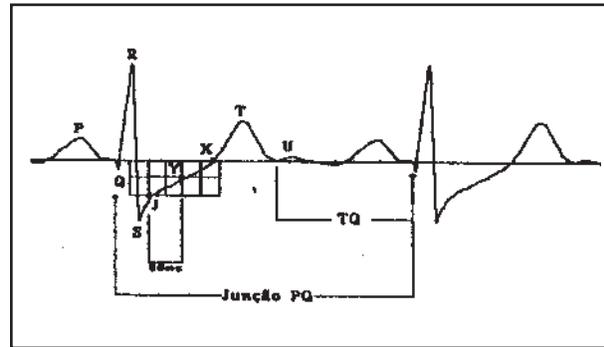


Fig. 5 - Referenciais utilizados na análise da eletrocardiografia de repouso e esforço

Compreendem as modificações morfológicas fisiológicas e anormais das deflexões eletrocardiográficas P, PR, Q, R, S, J, ST, T e U durante o desenrolar do teste de esforço (fig. 5). Algumas recomendações devem ser seguidas para a normatização da análise eletrocardiográfica em repouso e frente ao exercício, com a finalidade de permitir resultados reproduzíveis, quantificáveis e mensuráveis: a medida do desnível do segmento ST deve ser realizada usualmente no ponto Y (ponto que dista 0,08s ou 80ms do ponto J), sendo que a linha de base ou de referência é representada pela união das junções PQ (término do segmento PR e início do complexo QRS) de complexos sucessivos, portanto, as alterações do segmento ST devem ser aferidas a partir da linha referencial que une pelo menos duas junções P/Q do ECG; a medida do desnivelamento é dada em milímetros ou em milivolts; quando o ponto Y incide sobre a onda T o desnível deve ser medido a 0,06s ou 60ms do ponto J; quando desnivelamentos de segmento ST já estiverem presentes desde a fase de repouso, o valor numérico deve ser descontado da alteração máxima obtida durante e após a fase de exercício; a obtenção de linha de base estável que contenha pelo menos três complexos iguais e sucessivos é necessária para a análise dos parâmetros eletrocardiográficos; quando o aspecto descendente do segmento ST predominar, o desnivelamento deve ser medido no ponto J e, da mesma forma, as alterações máximas obtidas durante o teste descontadas dos valores obtidos em repouso.

**Respostas normais** (Fig. 6) - *Onda P* - torna-se

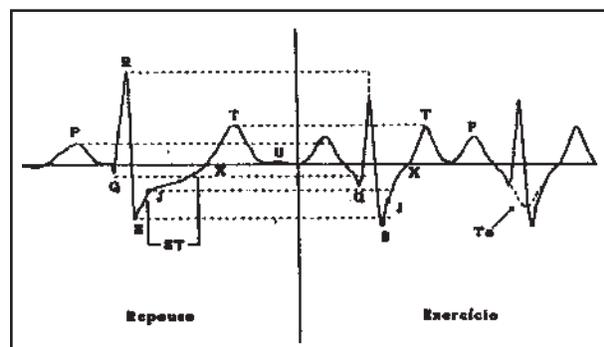


Fig. 6 - Modificações eletrocardiográficas normais durante o exercício.

apiculada e de maior amplitude com a elevação da FC, sem mudanças expressivas na duração. É melhor avaliada em derivações inferiores; **segmento PR** - tem sua duração diminuída, tornando-se infradesnivelado por influência da onda Ta de repolarização atrial; **onda Q** - em geral aumenta discretamente de amplitude, quando analisada em CM<sub>5</sub> ao final da fase de exercício; **onda R** - analisada preferencialmente em CM<sub>5</sub>, tem ampla gama de variações diminuindo, em geral, em níveis máximos de FC e no período de recuperação imediato; **onda S** - aumenta de amplitude à medida que a onda R diminui; **ponto J** - apresenta infradesnivelamento progressivo até o esforço máximo, presente também no período de recuperação imediato; **segmento ST** - habitualmente ocorre infradesnivelamento ascendente e progressivo até o esforço máximo, a partir do ponto J, mas com rápido retorno à linha de base, antes de 0,08s ou 80ms; **onda T** - de morfologia variável, aumentando mais comumente de amplitude em níveis máximos de FC e no período de recuperação imediato; **onda U** - normalmente positiva, tem sua análise prejudicada durante o exercício, ficando mascarada pela fusão das ondas T e P decorrente da elevação da FC.

**Respostas anormais - Onda P** - o aumento da fase negativa nas derivações V<sub>1</sub> e/ou V<sub>2</sub> poderia indicar disfunção ventricular esquerda; **segmento PR** - avaliação ainda indefinida; **onda Q** - a diminuição de amplitude ou desaparecimento durante ou após o exercício poderiam indicar isquemia septal, em populações selecionadas. O aparecimento de vetores septais contralaterais de isquemia, somados aos vetores opostos de despolarização septal normal, resultariam em diminuição ou desaparecimento do vetor resultante final. De pequeno valor quando a deflexão é analisada isoladamente, não

deve ser avaliada em portadores de bloqueio de ramo, região acometida de infarto do miocárdio ou síndrome de pré-excitação. Da mesma forma, a diminuição ou desaparecimento de Q associa-se a desnivelamentos verdadeiros positivos de ST, enquanto seu aumento aos falso-positivos<sup>29,30</sup>; **onda R** - tem sua amplitude afetada por um grande número de fatores, sendo atualmente sem valor diagnóstico seu comportamento frente ao exercício; **onda S** - sem valor específico para o diagnóstico de isquemia durante o exercício; **segmento ST** - os deslocamentos negativos e positivos, visibilizados pelo observador em relação à linha de base do ECG, são as manifestações mais frequentes relacionadas à isquemia do miocárdio.

**Infradesnivelamento** - É a mais comum das manifestações de isquemia induzida pelo exercício, apresentando-se morfologicamente sob três formas: horizontal, descendente e ascendente lento. Sua quantificação tem sido definida de várias maneiras, encontrando valores discriminativos diferentes para as populações estudadas. Em nosso meio, de modo a se definir uma melhor relação custo-benefício para o procedimento, foram normatizadas as alterações com os seguintes valores: **horizontal** = 1mm (0,10mV) ou mais, medido na origem do segmento ST (ponto J) e com uma duração 0,08s (80ms)<sup>17</sup>; **descendente** = 1mm (0,10mV) ou mais, medido na origem do segmento ST (ponto J)<sup>17</sup>; **ascendente lento** = 1,5mm (0,15mV) ou mais medido no ponto Y (80ms após o ponto J)<sup>31</sup>.

**Obs:** o infradesnível de aspecto descendente do segmento ST indica maiores especificidade e gravidade que o horizontal e ambos, por sua vez, de maior repercussão que o segmento ST ascendente lento. Alguns autores recomendam valores diferentes dos acima citados para o sexo feminino. O infradesnível convexo representa provavelmente uma variante do normal, porém, quando a depressão atinge 1,5mm ou mais no nadir do segmento ST, pode estar relacionada à disfunção miocárdica. Infradesnivelamento arredondado: morfologia pouco frequente, com o aspecto descrito do segmento ST, valorizado com 2mm ou mais de depressão no ponto Y.

**Infradesnivelamento no período pós esforço (recuperação)** - Valorizado atualmente de maneira semelhante às alterações observadas no esforço, sendo que a recuperação ativa (caminhada após o esforço máximo) pode mascarar as alterações de ST nesta fase.

**Supradesnivelamento** - Achado pouco frequente, com sua prevalência na dependência da população testada. É de ocorrência comum em pacientes com IAM e onda Q e, à semelhança da depressão de segmento ST, é quantificado como resposta anormal o desvio positivo 1mm (medido ao nível da junção J/ST) em relação à linha de base imaginária que une a junção PQ de pelo menos dois complexos QRS sucessivos. Apresenta implicações totalmente diferentes de acordo ao modo e local de ocorrência: em derivações com a presença de

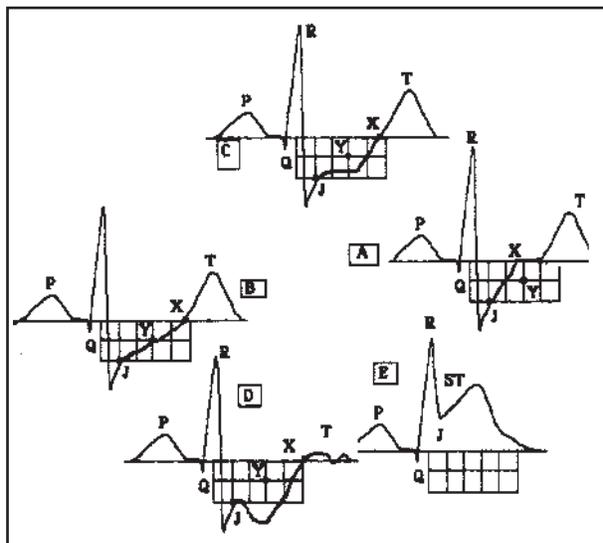


Fig. 7 - Modificações eletrocardiográficas anormais mais requentes durante o exercício - A) resposta normal de segmento ST, com rápido retorno à linha de base; B) infradesnível ascendente de ST; C) infradesnível horizontal de ST; D) infradesnivelamento descendente de ST, aferido a partir do ponto J; E) supradesnivelamento de ST.

onda Q (zona inativa), associa-se a movimento discinético ventricular esquerdo induzido ou agravado pelo esforço, relacionado a áreas acinéticas, discinéticas ou aneurismas ventriculares. Achado freqüente em portadores de infarto anterior prévio<sup>32</sup>; em derivações sem a presença da onda Q, associa-se à isquemia transmural grave, relacionada a lesões de tronco de coronária esquerda ou proximais (freqüente comprometimento da artéria descendente anterior), ou ainda, a espasmo coronariano<sup>33</sup>.

**Obs:** em indivíduos com padrão de repolarização precoce, o supradesnível do segmento ST normaliza-se com o aumento da FC.

**Pseudonormalização ou ausência de mudanças do segmento ST** - Alteração inespecífica, podendo ocorrer em indivíduos normais, com padrão juvenil da repolarização ventricular. Manifesta-se também em alguns pacientes com doença isquêmica, que apresentem anormalidades no ECG de repouso, incluindo inversão de onda T e depressão do segmento ST. Tais alterações desaparecem, assumindo aspecto morfológico normal, durante crises de angina e realização de exercício (fenômeno do cancelamento).

**Causas principais de depressão de segmento ST induzidas pelo exercício, mas não relacionadas à isquemia do miocárdio por insuficiência coronariana obstrutiva** - hipertrofia ventricular esquerda; WPW; variantes da síndrome de pré-excitação; PVM; anormalidades vasorregulatórias; valvulopatias; miocardiopatias; bloqueios de ramo; anemia; duplo-produto muito elevado; exercício intenso súbito; distúrbios eletrolíticos; medicamentos (digital, diurético); período pós-prandial; sexo feminino.

**Fatores relacionados à maior gravidade das alterações de ST** (critérios para resposta isquêmica grave ao TE descritos no Consenso de Cardiopatia Grave da SBC): **tempo de aparecimento** - quanto mais precoce a manifestação e menores forem a carga de trabalho realizado e o duplo produto alcançado; **duração** - quanto maior a persistência no período de recuperação; **magnitude** - provavelmente quanto maior a intensidade da alteração; **número de derivações** - quanto maior o número de derivações acometidas.

**Onda T** - Atualmente as alterações encontradas durante e após o exercício são consideradas inespecíficas e sem valor diagnóstico definitivo para isquemia miocárdica.

**Onda U** - Como já descrita anteriormente, é dificilmente observada durante o esforço. É melhor evidenciada, com a diminuição da FC, no período de recuperação. A inversão de polaridade determina alta especificidade para detecção de lesão em artéria descendente anterior.

## Distúrbios do condução atrioventricular

**Bloqueio AV de 1º grau** - De caráter benigno, manifesta-se raramente na fase de exercício, predominando no período de recuperação. Caráter idiopático, deve ser interpretado à luz de outras variáveis, podendo estar associado à utilização de medicamentos (digital, amiodarona) ou a doenças específicas, como as de origem inflamatória, por ex (miocardites). É também observado, por vezes, em atletas, devido à predominância vagal.

**Bloqueio AV de 2º grau** - De ocorrência rara, tem implicações diferentes na exteriorização de suas formas, a saber: o bloqueio AV 2:1 do tipo I ou Mobitz I pode estar presente desde o repouso e relacionado a indivíduos com predomínio vagal. Quando induzido pelo exercício, tem significado clínico desconhecido; o bloqueio AV 2:1 do tipo II ou Mobitz II pode representar lesão orgânica importante do sistema His-Purkinje.

**Bloqueio AV do 3º grau** - Raro e de natureza grave, pode estar relacionado à isquemia severa e angina de Prinzmetal.

## Distúrbios da condução intraventricular

**Bloqueio de ramo direito** - É de caráter benigno na maioria das vezes, sendo dependente de FC. Quando induzido em níveis baixos de FC, pode indicar doença do tecido de condução. Sua presença não invalida as alterações de ST/T em derivações laterais, porém não devem ser valorizadas as alterações em precordiais direitas.

**Bloqueio de ramo esquerdo** - Geralmente indica anormalidade, sendo que seu valor preditivo para doença coronariana depende da prevalência da doença na população testada. Algumas condições estão freqüentemente associadas, como degeneração do sistema de condução, miocardites, miocardiopatias e hipertrofia ventricular esquerda. Eventualmente pode ocorrer em indivíduos aparentemente saudáveis, também dependente de FC. Fica invalidada a análise das alterações de ST/T quanto à definição de isquemia do miocárdio.

## Arritmias

**Supraventriculares** - As extra-sístoles isoladas, aos pares ou em salva são fenômenos observados freqüentemente durante e após exercício, tanto em indivíduos normais como doentes<sup>34</sup>. Guardam pouca relação com doença arterial coronariana, associando-se mais freqüentemente com doença pulmonar, ingestão

alcoólica recente ou com excesso de caféina e aumentando em intensidade com o progredir da idade. As arritmias sinusais, com períodos de bradicardia sinusal e MP migratório também são relativamente comuns, mormente antes e após o esforço. Por outro lado, a taquicardia paroxística supraventricular, fibrilação e flutter atriais são considerados achados anormais, menos freqüentes, podendo ocorrer em indivíduos com doença reumática, hipertireoidismo, miocardiopatias, síndrome de WPW, ou, menos freqüentemente, em indivíduos saudáveis.

**Arritmias ventriculares** - De elevada incidência durante e após o exercício, têm sua prevalência diretamente relacionada à idade. Trabalhos conjuntos com eletrocardiografia dinâmica relatam uma ocorrência em até 50% dos exames de indivíduos considerados normais quanto ao aparelho cardiovascular. As extra-sístoles ventriculares isoladas são os fenômenos predominantes, com comportamentos variados no transcorrer do teste, podendo ser induzidas ou suprimidas pelo exercício, estar presentes desde o repouso ou mesmo, só se intensificar ou manifestar-se após o esforço, tanto em indivíduos normais como em pacientes com doença coronariana<sup>23</sup>. As induzidas pelo exercício são consideradas anormais quando ocorrem em número superior a 10 extra-sístoles monomórficas por minuto, manifestando-se durante o exercício ou no período de recuperação ou, ainda, quando apresentarem maior complexidade (polimórficas, aos pares, em salva, taquicardia ventricular). Quando presentes em repouso, o aumento da freqüência ou complexidade das extra-sístoles nas fases subseqüentes deve ser valorizado. A especificidade para o diagnóstico de isquemia é baixa, elevando-se quando a arritmia é induzida em baixo nível de trabalho e associada a alterações do segmento ST ou outros elementos de maior valor preditivo<sup>23,35</sup>. Períodos ocasionais de taquicardia ventricular não sustentada podem ocorrer em indivíduos aparentemente normais, principalmente em mais idosos e geralmente próximos ao pico máximo de exercício, não associando-se a maiores morbidade e mortalidade, tendência contrária nos cardiopatas.

## TESTE ERGOMÉTRICO EM ASSOCIAÇÃO COM OUTROS MÉTODOS

A aplicação dos TE na prática clínica têm ampla aceitação mas, quando em populações não selecionadas, demonstra limitado valor discriminativo entre a definição de saúde e doença. Seu maior valor está na capacidade de identificar, precocemente, uma parcela de pacientes considerada de alto risco e permitir, assim, a instituição de um programa efetivo em prevenir futuras disfunções. Mesmo assim, ainda persistem algumas controvérsias quanto aos

resultados, devido justamente à sua dificuldade em distinguir, com precisão, aqueles que têm ou não doença arterial coronária (DAC). Durante muitos anos, o TE foi interpretado como positivo, sugerindo a presença de DAC e negativo, a ausência de DAC. A correlação entre os achados da cinecoronariografia (considerada até então como o padrão ouro, a despeito de suas inúmeras limitações) e as alterações do ECG de esforço, não tardou a demonstrar que o método não constituía o identificador mais fidedigno para o diagnóstico anatômico de DAC. Esta comparação, considerando-se basicamente o TE como um método de investigação do fenômeno isquêmico ao nível celular e a cinecoronariografia, método de visualização da anatomia arterial até o limite de 100 micra, deve ser feita de forma criteriosa<sup>36</sup>. Ainda, torna-se importante enfatizar que as mudanças no segmento ST induzidas pelo exercício refletem, especificamente, alterações metabólicas e elétricas nos ventrículos<sup>18</sup> e, somente de maneira indireta, a anatomia coronariana. Devido a tais fatores e mantendo-se a cinecoronariografia como base de comparação, verificam-se resultados denominados falso-positivos em uma média de 10 a 20%, com uma variação de 0 a 63% nos diversos estudos<sup>19,37</sup>. Os falso-negativos variam de 12 a 73%, sendo ao redor de 25% nos pacientes com coronariopatia obstrutiva significativa e nível submáximo de esforço realizado. Por outro lado, a história natural da doença coronária mostra que o prognóstico depende da quantidade de miocárdio viável e em risco, refletindo na função ventricular o fator determinante. Surgiram, a partir dessas afirmações, outros métodos complementares associados ao TE com o intuito de melhorar os índices de diagnóstico e prognóstico, além de fornecer subsídios para avaliação da reserva funcional coronária frente ao esforço, para melhor triagem de pacientes candidatos a estudos invasivos e adequação terapêutica.

### Indicações para associação de metodologia complementar ao TE

**Testes anormais em portadores de - Doença cardíaca valvar;** doença cardíaca congênita; miocardiopatias; HAS; hipertrofia ventricular esquerda (inclusive a do atleta); duplo produto elevado; bloqueio do ramo esquerdo; bloqueio do ramo direito induzido ao esforço; *síndrome de WPW*; *variantes da síndrome de pré-excitação*; PVM; controle evolutivo de revascularização do miocárdio; infarto do miocárdio com supradesnívelamento do segmento ST em área eletricamente inativa; outras condições que promovam sobrecarga ventricular esquerda; utilização de fármacos específicos (compostos digitálicos, hormônios femininos).

**Testes normais nos pacientes** - Com ou sem infarto prévio do miocárdio, com os seguintes achados: incompetência cronotrópica e/ou capacidade funcional <5 METS e/ou déficit inotrópico e/ou arritmias complexas induzidas

ao esforço.

**Em indivíduos com alta probabilidade de DAC** - pré-teste e TE normal ou baixa probabilidade pré-teste de DAC e TE anormal. Nas mulheres em fase fértil, assintomáticas ou com dor torácica atípica e TE anormal.

Os métodos complementares não invasivos associados ao TE que possuem valores diagnóstico e prognóstico definidos para DAC e que fazem parte da metodologia de avaliação dos cardiopatas, são a cintilografia de perfusão miocárdica, a ventriculografia radioisotópica, a ergoespirometria e a ecocardiografia.

**Cintilografia de perfusão do miocárdio** - A fase de esforço deverá ser executada nos mesmos moldes do teste convencional e iniciada após venoclise. O momento ideal para a injeção do radiofármaco coincide com os critérios clínico - eletrocardiográficos clássicos para a interrupção do esforço, prolongando-se o exercício por cerca de 1 min. O período de recuperação também segue a metodologia convencional. Na eventualidade do estudo de perfusão ser realizado imediatamente após o esforço (tálio 201), a monitorização eletrocardiográfica deverá prosseguir, simultaneamente à cintilografia, assim como os controles da FC, PA e dos parâmetros clínicos.

**Indicações** - Avaliação pré e pós-procedimentos de revascularização miocárdica; complementação de TE não conclusivos; situações em que fica prejudicada a identificação dos sinais de isquemia, tais como distúrbios da condução intraventricular, zonas extensas de necrose, etc; identificação de isquemia miocárdica nos pacientes em uso de fármacos que interfiram nos padrões eletrocardiográficos; constatação da ausência de isquemia em testes anormais não dependentes de DAC (falso-positivos), como por exemplo, PVM, ponte miocárdica, miocardiopatias. Da mesma forma, a presença de hipocaptação dependente de DAC frente a testes normais (falso negativos); correlação anátomo-funcional pós-cinecoronariografia; após IAM, para verificar a extensão, a viabilidade e o comprometimento de outras artérias; controle evolutivo dos pacientes com testes anormais em programa de condicionamento físico.

Os radiofármacos disponíveis atualmente em nosso meio, para realização da cintilografia de perfusão miocárdica são o tálio-201 e a 2-metoxi-isobutil-isonitrila (MIBI), ambos com capacidade de fornecer informações similares em relação aos defeitos de perfusão miocárdica na DAC<sup>38,39</sup>. A escolha do radionuclídeo deve ficar a critério do laboratório executor, sendo que a justificativa da indicação do exame deverá ser a mais clara possível, dada a preferência pelo tálio por alguns serviços, na pesquisa de viabilidade miocárdica<sup>40</sup>.

**Tipos de estresse** - O estresse físico em bicicleta ergométrica ou esteira rolante são os mais comumente usados em associação à cintilografia de perfusão miocárdica; na impossibilidade ou limitação em realizar o exercício,

surgem como elementos alternativos as provas de estímulo farmacológico com dipiridamol ou estresse miocárdico induzido por dobutamina.

**Obs:** o termo estresse foi empregado indistintamente com finalidade didática, não sendo apropriado para a realização de exercício e utilização de dipiridamol.

**Indicações para a realização de estresse farmacológico** - Doença vascular periférica ou cerebral; insuficiência cardíaca; distúrbios músculo-esqueléticos ou neurológicos; doença pulmonar obstrutiva crônica; *baixa capacidade funcional*; HAS moderada a grave; estudos em vigência de medicamentos que limitam a resposta funcional ao esforço, interferindo principalmente no cronotropismo durante o exercício (-bloqueadores, bloqueadores dos canais de cálcio, etc).

Os agentes atualmente utilizados em nosso meio, para as provas farmacológicas são: dipiridamol (maior experiência acumulada), adenosina (disponível experimentalmente) e dobutamina (experiência inicial). Vários estudos<sup>39</sup> têm demonstrado que as provas de esforço e o estímulo farmacológico com dipiridamol associados à medicina nuclear são comparáveis, no que concerne às imagens obtidas. Em algumas condições, no entanto, como no bloqueio de ramo esquerdo, o estresse farmacológico com dipiridamol parece ser superior<sup>41,42</sup>. A movimentação paradoxal do septo interventricular, intensificada pelo exercício físico e responsabilizada pelas hipocaptações septais, não seria aumentada pelo uso do dipiridamol.

**Protocolos de infusão - Dipiridamol** - recomenda-se a infusão venosa na dose de 0,14mg/kg/min no máximo de 0,56mg/kg em 4min. Os efeitos máximos ocorrem ao redor de 2 a 7min após a administração, sendo injetado o radionuclídeo cerca de 2min após ser completada a infusão; **adenosina** - infusão de 140,ug/kg/ min durante 3min, seguida da injeção do radionuclídeo e infusão complementar por mais 3min; **dobutamina** - infusão de doses crescentes de dobutamina por 3min, respectivamente 5, 10, 20, 30, até o máximo de 40,ug/kg/ min, seguindo-se a injeção do radionuclídeo e complementação por mais um minuto de infusão do fármaco. Em casos de baixa resposta cronotrópica, pode-se usar atropina, nas doses de 25 a 100mg.

**Contra-indicações** - Dipiridamol ou adenosina - asma brônquica, doença pulmonar obstrutiva crônica dependente de derivados das xantinas, hipotensão arterial sistólica (níveis <90mmHg), bradicardia significativa, bloqueios atrioventriculares (maiores do que 1º grau) não protegidos por MP artificial, angina instável; dobutamina - angina instável, fase aguda do infarto do miocárdio, cardiomiopatia hipertrófica obstrutiva, arritmias complexas, hipertensão arterial não controlada, dissecação de aorta, aneurismas arteriais.

**Obs:** cuidados especiais devem ser observados com o uso do dipiridamol ou adenosina nos pacientes com

infarto do miocárdio em evolução recente ou com antecedentes de cefaléia vascular.

**Crítérios de interrupção** - Semelhantes para o dipiridamol e adenosina (efeitos sistêmicos imediatos), que têm como antagonista a aminofilina. O aparecimento de bloqueios atrioventriculares de alto grau; hipotensão arterial (PAS 80mmHg); infradesnivelamento do segmento ST 2mm, supradesnivelamento 1mm, angina acentuada, cefaléia ou hiperventilação importantes e sintomas gastrintestinais são elementos de alerta. No caso específico da dobutamina, o critério de eficácia será alcançar 85% da FC máxima após o término da infusão, além de sinais e/ou sintomas como angina, HAS, PAS 90mmHg, arritmias complexas, infradesnivelamento de ST 2mm, hiperventilação ou síncope. Tem como antagonista os -bloqueadores de ação curta.

O dipiridamol e a adenosina são os agentes farmacológicos de escolha para se realizar cintilografia de perfusão miocárdica, ficando a dobutamina reservada como alternativa para pacientes com asma brônquica, doença pulmonar obstrutiva crônica, hipotensão arterial sistólica, bradicardia significativa e nos bloqueios AV do 2º grau ou maiores. Para o estudo com dipiridamol ou adenosina, recomenda-se que os pacientes se abstenham por 24h de café, chá, chocolate, bebidas tipo cola e outras substâncias que contenham cafeínas. Todos os procedimentos devem ter supervisão médica direta, exigindo-se o mesmo grau de segurança recomendado para o TE, com controles contínuos do ECG, FC, PA e parâmetros clínicos.

**Ventriculografia radioisotópica** - No estudo da função ventricular ao esforço, segue-se a metodologia convencional dos TE, com monitorização eletrocardiográfica buscando-se complexo QRS de grande amplitude (derivação bipolar semelhante à MC<sub>5</sub>) e ausência de blindagem da radioatividade por eletrodos de liga metálica na região precordial. Com a disponibilidade dos eletrodos de carvão (translúcidos), os problemas de blindagem ficam praticamente eliminados. Não há necessidade de se empregar sistemas de múltiplas derivações de monitorização e registro, uma vez que a finalidade principal volta-se à avaliação da função sistólica do VE frente ao exercício.

**Indicações** - Auxiliar na indicação de cinecoronariografia, especialmente nos casos não conclusivos de cintilografia de perfusão do miocárdio; determinar estenoses limitrofes; estratificar o risco pré-operatório de cirurgias não coronarianas; avaliar a eficácia terapêutica; controle evolutivo de valvopatias e miocardiopatias; coadjuvante na indicação de revascularização miocárdica.

**Contra - indicações** - As mesmas consideradas para o TE ou provas com estímulo farmacológico.

**Obs:** pode-se realizar a ventriculografia radioisotópica associada ao estresse farmacológico<sup>43</sup> com dobutamina como opção para os pacientes com alguma limitação ou onde o exercício físico não está indicado.

**Ecocardiografia associada a esforço dinâmico** - É um método eficiente para a avaliação da função sistólica global e segmentar do VE, na pesquisa de isquemia miocárdica e na avaliação funcional de miocardiopatias e valvopatias<sup>44,45</sup>.

**Indicações** - Isquemia silenciosa; TE suspeitos (falso-positivos ou falso-negativos); TE de esforço considerado anormal pelos padrões eletrocardiográficos em mulheres jovens; avaliação medicamentosa; após cirurgia de revascularização do miocárdio; pós-infarto do miocárdio; teste de esforço com FC alcançada inferior a 85% da FC máxima prevista; TE com alterações eletrocardiográficas basais; avaliação de valvopatias e miocardiopatias. Para o mesmo subgrupo de pacientes com alguma limitação física está alternativamente indicada a prova associada a estímulo farmacológico<sup>46</sup>.

**Ergoespirometria** - Metodologia que acrescenta à ergometria convencional a ventilação pulmonar e variáveis de trocas respiratórias, permitindo avaliação mais objetiva da capacidade funcional, bem como a análise do limiar anaeróbio.

**Considerações sobre o método** - São empregados sistemas que compreendem analisadores de gases e dispositivos de medida de fluxo ventilatório, acoplados ou não ao computador. Uma válvula de baixa resistência com duas vias é utilizada, uma das quais o paciente inspira o ar atmosférico e outra para coleta (análise) dos gases expirados. Ainda, são empregados fatores de correção como o STPD (*Star-stand Temperature Pressure Dry*) e o BTPS (*Body Temperature Pressure Saturated*), permitindo que os valores obtidos possam ser sempre comparados em qualquer situação de temperatura e pressão atmosférica.

As seguintes variáveis podem ser obtidas:

VO <sub>2</sub>	volume de oxigênio consumido por minuto;
VCO <sub>2</sub>	volume de dióxido de carbono produzido por minuto;
VE	volume de ar expirado por minuto = frequência respiratória x volume corrente ou FR x VC;
VE/VO <sub>2</sub>	equivalente respiratório de oxigênio;
VE/VCO <sub>2</sub>	equivalente respiratório de dióxido de carbono;
R=VCO <sub>2</sub> /VO <sub>2</sub>	razão de trocas respiratórias (RER);
PETO <sub>2</sub>	pressão de oxigênio no final da expiração;
PETCO <sub>2</sub>	pressão de dióxido de carbono no final da expiração;
FEO <sub>2</sub>	fração expirada de O <sub>2</sub> ;
FECO <sub>2</sub>	fração expirada de CO <sub>2</sub> ;
VD/VT	razão entre espaço morto funcional e volume corrente;
VO <sub>2</sub> /FC	pulso de oxigênio;
VVM	ventilação voluntária máxima (obtida na espirometria convencional).

**Avaliação da capacidade funcional em indivíduos normais** - A ergoespirometria propicia a localização de dois pontos referenciais que identificam padrões ventilatórios e metabólicos: **primeiro limiar ventilatório** ou, de acordo com Wasserman, **limiar anaeróbio**<sup>47</sup>, caracterizado por: perda da linearidade entre VE e VO<sub>2</sub> (VE/VO<sub>2</sub>); perda da linearidade entre VCO<sub>2</sub> e VO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>/VO<sub>2</sub>); aumento de PETCO<sub>2</sub> ou FECO<sub>2</sub>. **Segundo limiar ventilatório** ou de acordo com Wasserman, **ponto de compensação ventilatória para acidose metabólica**<sup>47</sup>: perda da linearidade da relação entre VE e VCO<sub>2</sub>; maior valor de PETCO<sub>2</sub> ou FECO<sub>2</sub>, precedendo sua queda abrupta.

O mais importante parâmetro de avaliação da capacidade funcional pela ergoespirometria é o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx</sub>), que correlaciona-se com o DC máximo. A identificação do VO<sub>2máx</sub> em um teste com aumento progressivo de trabalho é obtida quando a um aumento da carga, não mais corresponde uma elevação do VO<sub>2</sub>. Quando este critério não é obtido, o termo VO<sub>2</sub> pico é utilizado para identificar o maior VO<sub>2</sub> atingido.

**Avaliação em portadores de insuficiência cardíaca** - A avaliação do VO<sub>2</sub> pico em portadores de insuficiência cardíaca permite a classificação objetiva da gravidade da cardiopatia em categorias, mantendo certa relação com a classificação clínica da NYHA e com importantes implicações prognósticas (Weber e col<sup>16a</sup>). No diagnóstico diferencial da dispnéia, a avaliação da reserva ventilatória, definida como a diferença entre a ventilação voluntária máxima e a ventilação máxima (RV=VVM-VE<sub>máx</sub>) é um índice que identifica pacientes com limitação pulmonar ao exercício.

**Importância no treinamento físico** - Quando utilizado o método clássico de prescrição de treinamento (FC máx atingida ou da reserva de FC - Karvönen), este é geralmente maior que os estabelecidos pelos limiares

ventilatórios. Portanto, o emprego da ergoespirometria permite introduzir parâmetros metabólicos importantes para um treinamento em condições aeróbias<sup>48</sup>.

## ELABORAÇÃO DO LAUDO DO TESTE ERGOMÉTRICO

Representa a fase final e igualmente importante das provas de esforço, com o intuito primordial de transmitir e interpretar os dados clínicos, eletrocardiográficos e hemodinâmicos coletados desde a avaliação inicial. Não foi objetivo inicial, neste módulo, a padronização de conclusões, discutindo-se apenas os itens básicos que devem estar incluídos no relatório.

**Elementos básicos que devem constar na elaboração do laudo dos TE** - Dados de identificação do paciente: nome, idade, sexo, peso, altura e *superfície corporal*; medicação em uso e eventual tempo de suspensão; observações clínicas; condições ambientais; ergômetro e protocolo; valores da FC e PA em repouso e no final de cada estágio do exercício, bem como na fase de recuperação; manifestações clínicas durante e após o esforço; descrição do comportamento de FC e da PA; descrição e conclusões do ECG de 12 derivações em repouso; descrição comparativa do ECG modificado durante o esforço e período de recuperação; arritmias; avaliação da capacidade funcional; comentários (síntese das variáveis analisadas, quando pertinentes); conclusões normal ou anormal (*sensu latu*).

**Obs:** *sugere-se a necessidade de uma observação final relativa aos comentários e conclusões, ressaltando que o valor preditivo do exame depende da análise conjunta dos resultados observados e dos dados clínicoepidemiológicos do paciente.*

## Referências

- Mastrocolla LE, Ajaj FJ, Lopes JO, Fogagnoli MA - Padronização das indicações dos testes ergométricos. Boletim do Centro de Cardiologia Não Invasiva 1990; 5:1-2.
- Duarte GM - Ergometria. Rio de Janeiro: Cultura Médica 1986.
- Council on Scientific Affairs: Indications and contraindications for exercise testing. JAMA 1981; 246: 1015-9.
- Detrano R, Froelicher VF - Exercise testing: uses and limitations considering recent studies. Progr Cardiovasc Dis 1988; 31:173-204.
- Froelicher VF, Marcondes GD - Manual of Exercise Testing. Irvine: Year Book Medical Publishers, 1989.
- Código de Proteção ao Consumidor - PROCON.
- Alfieri RG, Duarte GM - Exercício e Coração 2ª ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1993.
- Boskis B, Lerman J, Perosio AMA, Scattini MC - Metodologia de la prueba ergométrica graduada. In: Boskis B, Lerman J, Perosio AMA, Scattini MC (eds) - Manual de Ergometria Y Rehabilitacion en Cardiologia. 2ª ed. Buenos Aires: Ediciones Cientifico - Técnicas americanas, 1976: 41-70.
- Vivacqua RC, Hespahan R - Ergometria e Reabilitação em Cardiologia. Rio de Janeiro: Medici, 1992.
- Mastrocolla LE - Aspectos metodológicos do teste ergométrico. In: Mastrocolla LE (ed) - Ergometria. 1ª ed. São Paulo: Laboratório Biosintética, 1992: 26.
- Godoy M, Muto RT, Pássaro LC et al - Teste de esforço na avaliação da insuficiência coronária. In: Carvalho VB, Macruz R (eds) - Cardiopatia Isquêmica. São Paulo: Sarvier, 1989: 281-344.
- Mason RE, Likar I - A new system of multiple-lead exercise electrocardiography. Am Heart J 1966; 71: 196-8.
- Karvonen JJ, Kentala E, Mustala O - The effects of training on the heart rate, a longitudinal study. Ann Med Exp Biol Fenn 1957; 35:307.
- Lange Andersen H, Shephard RJ, Denolin H, Varnauskas V, Masironi R - Fundamentals of Exercise Testing. Geneva: WHO, 1971.
- Araújo WB - Ergometria e Cardiologia Desportiva. Rio de Janeiro: Médico-Científica 1986.

16. American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Assessment of Cardiovascular Procedures (Subcommittee on Exercise Testing). Exercise Testing Task Force Members: Guidelines for Exercise Testing. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8: 725.
17. American Heart Association Medical Scientific Statement - Exercise standards. A Statement for health professionals from the American Heart Association. *Circulation* 1990; 82:2286.
18. Ellestad MH - Prova de Esforço. Princípios e Aplicações Práticas. Tradução de Gilberto Marcondes e Maurício Leal Rocha. 2ª ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 1984.
19. Redwood DR, Epstein SE - Uses and limitations of stress testing in the evaluation of ischemic heart disease. *Circulation* 1972; 46:1115-31.
20. Froelicher VF - Manual of Exercise Testing. 2ª ed. Irvine: Year Book Medical Publishers, 1994.
21. Froelicher VF - Exercise and The Heart. Clinical Concepts. 2ª edition. Irvine: Year Book Medical Publishers, Inc. 1987.
22. Weber KT, Janicki JS - Lactate production during a submaximal exercise in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol* 1985; 6: 617.
23. Mac Henry PL et al - Comparative study of exercise induced ventricular arrhythmias in normal subjects and patients with documented coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1976; 37:608.
24. Jackson AS et al - Prediction of future hypertension from exercise blood pressure. *J Cardiac Rehabil* 1984; 3: 263.
25. Bruce RA - Exercise testing of evaluation of ventricular function. *N Engl J Med* 1977; 296: 671.
26. Dubach P, Froelicher VF, Klem J et al - Exercise induced hypotension in a male population. Criteria, causes and prognosis. *Circulation* 1988; 78:1380-7.
27. Amon KW, Richards KL, Crawford MH et al - Usefulness of the post exercise response of systolic blood pressure in the diagnosis of coronary artery disease. *Circulation* 1984; 70: 951-6.
28. Merril AJ et al - Coronary by-pass surgery. Value of maximal exercise testing in assessing of results. *Circulation* 1973; 52(suppl I): 173.
29. Morales-Ballejo H, Greenberg PS, Ellestad MH. Septal Q wave in exercise testing: angiographic correlation. *Am J Cardiol* 1981; 48: 247-51.
30. Famularo MA, Yogesh P, Ellestad MH et al - Identification of septal ischemia during exercise by Q-wave analysis: correlation with coronary angiography. *Am J Cardiol* 1983; 51: 440-3.
31. Ellestad MH, Stuart JR, Upslopmg ST et al - Upsloping ST segment m exercise stress testing. *Am J Cardiol* 1976; 37: 19-22.
32. Gewirtz H, Sullivan M, O'Reilly G, Winter S - Role of myocardial ischemic in the genesis of stress-induced ST segment elevation in previous anterior myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1983; 51:1289-93.
33. Hill JA, Conti CR, Feldman RL, Pepine CJ - Coronary artery spasm and its relationship to exercise in patients without severe coronary obstructive disease. *Clin Cardiol* 1988;11: 489-94.
34. Rodstein M, Wolloch L, Gubner RS - A mortality study of the significance of - extrasystoles in an insured population. *Trans Assoc Life Ins Med Dir Am* 1971; 54: 91-111.
35. Goldschlager N, Cake D, Cohn K et al - Exercise induced ventricular arrhythmias in pacientes with coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1973; 31: 434-40.
36. Chalela WA, Moffa PJ - Análise crítica dos resultados positivo e negativo do teste ergométrico. Visão para o clínico. *Arq Bras Cardiol* 1992; 59: 313-8.
37. Borer JS, Brensike JF, Redwood DR et al - Limitations of electrocardiographic response to exercise in predicting coronary artery disease. *N Engl J Med* 1975; 293: 367-71.
38. Maddahi J, Kiat H, Friedman J et al - Technetium - 99m sestamibi myocardial perfusion imaging for evaluation of coronary artery disease. In: Zaret B, Beller G, eds - Nuclear Cardiology: State of the Art and Future Directions. St.Louis: CV Mosby Year Book, 1992.
39. Maddahi J, Rodrigues E, Berman D, Kiat H - State of the art - myocardial perfusion imaging. *Cardiol Clin* 1994;12: 199-222.
40. Chalela WA, Soares Jr J, Ramires F et al - Viabilidade miocárdica: avaliação pré e pós revascularização de áreas infartadas com TÁLIO-201 e MIBI 99mTc SPECT. *Arq Bras Cardiol* 1992; 63(supl 1): 45.
41. Burns RJ, Galligan L, Wright LM et al - Improved specificity of myocardial Thallium - 201 single-photon emission computed tomography in patients with left bundle branch block by dipyridamole. *Am J Cardiol* 1991 ; 68: 504-8.
42. Jukema JW, Vander Wall EE, Vander VisMelsen MJE et al - Dipyndamole Thallium - 201 scintigraphic for improved detection of left anterior descending coronary artery stenosis in patients with left brundle branch block. *Eur Heart J* 1993; 14: 53-6.
43. Coma CI, Gomez MV, Rodrigo F et al - The dobutamine stress test with Thallium-201 single-photon emission computed tomography radionuclide angiography: post infarction study. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 399-406.
44. Araújo WB et al - Ecodopplercardiografia de Esforço - Novo subsídio no diagnóstico de isquemia esforço-induzida. *Arq Bras Cardiol* 1988; 49(supl I): 115.
45. Hecht HS et al - Truly silent ischemia and the relationship of chest pain and ST segment changes to the amount of ischemic myocardium: Evaluation by supine bicycle stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 369-76.
46. Araújo WB et al - Ecocardiografia de esforço. *Rev Bras de Ecocardiografia* 1991; 4: 33-50.
47. Wasserman K, Hausen JE, Sue DY, Whipp BJ, Casaburi R - Principles of Exercise Testing and Interpretation. 2ª ed. Lea & Febiger, 1994.
48. Yazbeck Jr P - Condicionamento físico do atleta ao transplantado: aspectos multidisciplinares na prevenção e reabilitação cardíaca. 1ª ed. São Paulo: Sarvier-APM, 1994.