



Artigo original

## DISPOSITIVOS MECÂNICOS QUE OFERECEM RESISTÊNCIA CARDIOVASCULAR

### MECHANICAL DEVICES THAT OFFER CARDIOVASCULAR RESISTANCE

#### Resumo

Loreta Ramos Couto, Perla  
Távira Chaves de Oliveira,  
Alessandra Lomanto Bastos,  
Carolina Almeida Nascimento,  
Cheyla Silveira Simões,  
Amanda Rocha de Matos,  
Marco Aurélio Prates Rocha,  
Everaldo Nery de Andrade

Departamento de Saúde,  
Universidade Estadual do  
Sudoeste da Bahia (UESB)  
Jequié - Bahia

E-mail: evelor@bol.com.br

A ausência ou precariedade do exercício pode gerar restrições no sistema cardiovascular, assim como a sua prática segura e eficaz pode prevenir, manter ou restaurar a condição de saúde cardiovascular do indivíduo, algo que pode ser obtido por meio dos recursos mecanoterapêuticos. Este estudo visa revisar os aspectos que norteiam a utilização (parâmetros e objetivos) dos dispositivos mecânicos utilizados para promoção da resistência cardiovascular: esteira ergométrica, bicicleta estacionária e cicloergômetros através da consulta dos acervos da Biblioteca Jorge Amado – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/campus de Jequié. Todavia, nessas referências percebeu-se a carência de estudos relacionando os parâmetros, objetivos e a biomecânica do movimento durante a utilização desses recursos. Assim, esse estudo contribui para a realização de possíveis pesquisas sobre a eficácia/eficiência da mecanoterapia para a manutenção e melhora da resistência cardiovascular por meio dos recursos mecanoterapêuticos.

**Palavras-chave:** mecanoterapia, condicionamento cardiovascular, exercício dinâmico.

#### Abstract

A lack of exercise or a precarious one can make restrictions in the heart system, and its secure practice can caution, maintain or repair the heart health condition of a person, what can be got by mechanotherapy resources. This article aimed to verify the aspects related to the use (parameters and objectives) of mechanical devices found in literature to advance of heart resistance: ergometer mat, stationery bicycle and ergometercycle. This literature revision has been based in the specialized literature across how books, periodic of the UESB Library - sit in Jequié. However, the studies about these resources are little and that one that talks about the use, doesn't explain us about the parametros used, objective and form of the used. Thus, this articles contribute to scientific research in the future about the efficiency/efficacy of the mecanotherapy to the maintain and improve of the heart system by mecanotherapy resources.

**Key words:** mecanotherapy, heart prepare, dynamic exercise.

## Introdução

A resistência é um aspecto crítico da vida da maioria das pessoas. Alguns executam atividades recreativas ou ocupacionais que demandam força, porém a maioria dos indivíduos tem uma maior necessidade de resistência muscular e cardiovascular, considerando a resistência cardiovascular como a capacidade do sistema cardiovascular de captar, extrair, distribuir, utilizar o oxigênio e remover os produtos de desgaste, tornando possível a realização de atividades repetitivas que utilizam grandes grupos musculares por períodos prolongados.

Entretanto, alguns indivíduos apresentam déficits nas resistências cardiovascular, também denominado como descondicionamento físico, característica essa que pode ser atenuada ou evitada através dos exercícios com aparelhos mecanoterapêuticos<sup>2</sup>, os quais são descritos nas referências da área de fisioterapia, porém sem o devido detalhamento sobre os parâmetros, formas de utilização e mensuração necessária para uma boa implementação de um protocolo de reabilitação cardiovascular. Assim sendo, o presente estudo visa revisar os aspectos que norteiam a utilização (parâmetros e objetivos) dos dispositivos mecânicos utilizados para promoção da resistência cardiovascular: esteira ergométrica, bicicleta estacionária e cicloergômetros.

## Metodologia

Este estudo constitui-se de uma revisão bibliográfica realizada através da consulta a acervos pessoais e da Biblioteca Jorge Amado – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/campus de Jequié entre fevereiro e abril de 2005 como um trabalho da disciplina Recursos Terapêuticos I.

## Meios de quantificação dos exercícios

Para a realização de exercícios cardiovasculares tanto com a presença como a ausência dos recursos mecanoterapêuticos é necessária a realização de um teste de esforço para a melhor quantificação da capacidade e quantidade de exercícios possíveis de serem executados pelo indivíduo sem lhe causar um processo de exaustão e integridade cardiovascular.

A avaliação da capacidade para o trabalho físico feita através do teste de esforço cardiopulmonar, indica a medida direta de gases expirados durante a ergometria. O consumo máximo de oxigênio ou potência aeróbia máxima ( $VO_2\text{max}$ ) representa o maior valor de oxigênio consumido ao nível alveolar pelo indivíduo, em um minuto, durante um teste de esforço (TE) de natureza progressiva e máxima (expressa em L/min) que é a mais eficaz para a mensuração da deficiência cardiovascular, sendo freqüentemente, expresso em termos relativos mL/kg/min. Tal teste de esforço máximo é realizado habitualmente numa esteira rolante, podendo também ser utilizado o cicloergômetro, porém esse último envolve uma menor massa muscular durante o exercício. Apesar do teste direto do consumo máximo de oxigênio ser

a medida mais precisa, a aproximação submáxima é feita freqüentemente quando o indivíduo não deve ou não pode ser submetido a um teste máximo<sup>2,6</sup>.

A partir do TE, o supervisor será apto a modificar a freqüência e o tipo de exercício para adaptá-lo às necessidades individuais do paciente e seu nível de condicionamento<sup>5</sup>. Enquanto os exercícios tiverem uma intensidade abaixo de 50 a 60% do  $VO_2\text{max}$ , os ganhos serão modestos, depois desse ponto, a melhora será mais acelerada, para a seguir, atingir um platô que ficará entre 85 e 90% da capacidade funcional<sup>9</sup>.

Para os pacientes sem história de cardiopatia, as medidas clínicas mais simples do consumo de oxigênio são a freqüência cardíaca e o esforço percebido<sup>2</sup>. Há diversas formas e tabelas para calcular, de modo aproximado, a FC máxima para cada faixa de idade. A mais utilizada é:  $FC_{\text{max}} = 220 - \text{idade}$ . Com o passar dos anos o número de batimentos máximo vai diminuindo (cerca de 10bpm/década). A freqüência cardíaca alvo, dada pela fórmula  $FC_{\text{alvo}} = (FC_{\text{max}} - FC_{\text{repouso}}) \cdot (60 \text{ a } 85\%) + FC_{\text{repouso}}$ , sendo  $FC_{\text{repouso}} = 70$ , é a freqüência desejada para a realização do exercício<sup>6</sup>.

O equivalente metabólico (MET) também é usado para prescrever a intensidade da atividade. A unidade met é usado para estimar o custo metabólico da atividade física em relação àquele que vigora durante o estado de repouso<sup>2</sup>. Representa o gasto energético na condição de repouso em função do peso corporal e corresponde a aproximadamente 3,5mL/kg/min. Pode ser diagnosticado diretamente por meio de dosagens seriadas e freqüentes de lactacidemia durante o exercício ou, indiretamente, através da análise das curvas das variáveis respiratórias - ventilação pulmonar e equivalentes ventilatórios de oxigênio ( $VE/VO_2$ ) e de gás carbônico ( $VE/VCO_2$ ) - durante o teste.

## Respostas fisiológicas ao exercício

Os efeitos fisiológicos do exercício físico envolvem desde respostas agudas imediatas (aumentos da pressão arterial sistólica (PAS), do débito cardíaco (DC) – até 6 ou 7 vezes, freqüência cardíaca (FC), volume sistólico (VS), diferença arteriovenosa, ventilação pulmonar e sudorese), sendo que a pressão arterial diastólica (PAD), em geral, não se altera ou diminui discretamente durante o exercício físico; seguidas por agudas tardias (discreta redução dos níveis tensionais, especialmente, nos hipertensos), até adaptações crônicas (hipertrofia muscular e aumento do consumo máximo de oxigênio). Estas últimas resultam da exposição freqüente e regular às sessões de exercício, representando os aspectos morfo-funcionais que diferenciam um indivíduo fisicamente treinado de um outro sedentário<sup>6</sup>.

A melhora da habilidade do músculo de utilizar energia é resultado direto dos elevados níveis de enzimas oxidativas nos músculos, assim como do aumento da densidade e do tamanho das mitocôndrias e do suprimento de capilares nas fibras musculares. O treinamento depende de o exercício ser de intensidade, duração e freqüência do exercício físico. Tais estímulos podem

produzir uma adaptação cardiovascular e/ou muscular que se evidencia na resistência à fadiga do indivíduo<sup>4</sup>.

A partir do segundo minuto de exercício, o sistema aeróbico predomina sobre os demais. Tal sistema utiliza o glicogênio, as gorduras e as proteínas como fontes combustíveis, de acordo com sua disponibilidade e a intensidade do exercício. A potência do sistema é pequena (1,0 mol de ATP/min) e a capacidade é grande (90 mol de ATP)<sup>4</sup>. A geração de energia ocorre sem produzir produtos tóxicos como o ácido lático e sem produzir grandes modificações no meio interno, como diminuição acentuada no pH sanguíneo e elevação excessiva da temperatura.

### **Indicações, precauções e contra-indicações ao treinamento físico**

A avaliação da condição músculo-esquelética para a prescrição adequada dos exercícios é importante, pois algumas alterações nas funções deste sistema podem prejudicar ou mesmo inviabilizar um programa de RCV, gerando lesões já em fases iniciais. Os fatores etiológicos freqüentemente envolvidos são: a fraqueza; a redução da resistência muscular; as retrações músculo-tendíneas, que reduzem a flexibilidade e provoca alterações posturais e maior sobrecarga articular; a não coordenação motora e a percepção reduzida do posicionamento dos segmentos corporais (padrões de movimentos não-harmônicos e de maior impacto). Os exercícios de flexibilidade devem ser realizados diariamente, com técnica correta e direcionados para os principais grupos musculares retraídos, principalmente nos pacientes com sintomas dolorosos (presença de pontos-gatilhos e dor miofascial). Deve-se aferir a PA e mesmo monitorizar pacientes durante os exercícios nas primeiras sessões, caso haja dúvida quanto à resposta do paciente frente a esta solicitação.

As indicações do treinamento físico incluem: indivíduos aparentemente saudáveis; portadores de fatores de risco de doença coronária aterosclerótica (tabagismo, HA, dislipemia, diabetes mellitus, obesidade, sedentarismo e outros); portadores de DAC: isquemia miocárdica silenciosa, angina estável, pós-IAM, pós-revascularização miocárdica; pós-angioplastia coronária; portadores de cardiopatias congênitas; cardiopatia hipertensiva; cardiomiopatia dilatada; pós-transplante cardíaco; portadores de marcapasso.

Os pacientes com diagnóstico de osteoartrose em fase não-aguda devem realizar atividade física programada e adaptada, visando, além da melhora da função cardiovascular, uma maior proteção articular e melhor absorção de impacto e sobrecargas posturais com o fortalecimento muscular e melhora da flexibilidade. Da mesma forma, indivíduos com coronariopatia, infarto do miocárdio prévio, insuficiência cardíaca congestiva (ICC), hipertensão ou cardiopatia valvular devem ser monitorados atentamente e o exercício deve ser realizado sob orientação de um especialista. As contra-indicações absolutas para o exercício incluem coronariopatia grave, arritmias ventriculares e atriais descontroladas, hipertensão descontrolada, miocardite aguda e embolia pulmonar ou trombose venosa profunda (TVP) recente<sup>2</sup>.

## **Diferenças entre as idades**

A natação, ciclismo, trote e outras formas de exercício aeróbico podem e devem fazer parte do estilo de vida da pessoa desde a infância, de forma a estabelecer hábitos saudáveis e uma melhor qualidade de vida, sendo necessário em qualquer grupo etário, balancear esse tipo de exercício com um treinamento de flexibilidade e resistência<sup>2</sup>.

A resistência cardiovascular no idoso inclui a queda na pressão arterial, menores taxas de mortalidade cardiovascular, maior densidade óssea e manutenção dos valores de consumo de oxigênio. O exercício deve incluir período de aquecimento e de volta à calma, e a sessão de treinamento aeróbico deve ter menor intensidade e maior duração que para indivíduos mais jovens. As recomendações para intensidade e duração são de 50 a 70% da frequência cardíaca máxima por 40 a 50 minutos. Dependendo da aptidão inicial, o idoso pode começar com 35 a 40% da frequência cardíaca máxima por 15 a 20 minutos. As recomendações para a progressão têm duração de 5 minutos e uma intensidade de 5% da  $FC_{máx}$  a cada 2 semanas<sup>2</sup>.

Os atletas jovens e mulheres diminuem a PAD mais significativamente que os adultos sedentários masculinos e idosos. Procura-se estabelecer relação entre aumentos iguais ou superiores a 15mmHg como indicativos de obstrução nas coronárias, mesmo na ausência de alterações eletrocardiográficas do segmento ST. No entanto alguns estudos não confirmam tal achado<sup>6</sup>.

## **Dispositivos mecânicos na promoção da resistência cardiovascular**

Além de aparelhos para exercícios recíprocos em cadeia fechada, como aparelhos de step e esteiras de esqui, existem outros tipos de dispositivos para exercícios recíprocos apropriados para o treinamento de baixa intensidade e muitas repetições (exercícios aeróbicos), que servem para aumentar a resistência muscular à fadiga e a coordenação recíproca de membros superiores e inferiores, assim como o preparo cardiopulmonar durante o processo de reabilitação<sup>4</sup>. Tais exercícios incluem as esteiras rolantes, os cicloergômetros, as bicicletas estacionárias, entre outros.

## **Dispositivos mecânicos utilizados no diagnóstico da resistência cardiovascular**

Três dispositivos mecânicos que aumentam a resistência cardiovascular foram encontrados no levantamento bibliográfico. São eles: a esteira rolante, os cicloergômetros e a bicicleta estacionária. A utilização destes aparelhos deve ser configurada na forma de exercícios contínuos de 3 a 5 vezes por semana para aprimoramento da função cardiovascular e 2 a 3 vezes por semana, no caso de manutenção. A duração deve compreender, em geral, de 20 a 40 minutos, podendo haver variação de acordo com a condição física e faixa etária do paciente.

a) Esteira Rolante - As esteiras rolantes devem ser elétricas, com possibilidades de regulagem separada da velocidade, inclinação e de tolerância a pacientes com, pelo menos, 100 Kg de massa corporal. Modelos mais sofisticados que possuam suportes frontal e lateral, trava de segurança, amplas faixas de regulagem de velocidade e de inclinação por modo manual ou através de programas, e maior capacidade para tolerarem o peso corporal do paciente são recomendados. Os protocolos variam em termos de percentual de inclinação, velocidade, duração e tamanho dos incrementos entre os estágios<sup>10</sup>. São bastante flexíveis, dado que a velocidade e intensidade podem variar independentemente do aumento da sobrecarga de trabalho. A sobrecarga de trabalho varia ao alterar a velocidade (mph) e a elevação da mesma (grau percentual).

b) Ciclo Ergômetro – Os cicloergômetros podem ser de frenagem mecânica ou, mais comumente, eletromagnética, esses últimos mais práticos para programa de exercício supervisionado. Há modelos específicos para membros superiores ou ainda para que os quatro membros sejam trabalhados simultaneamente. Os modelos de membros superiores são úteis na avaliação de pacientes com problemas neuromusculares e ósseos dos membros inferiores<sup>6</sup>. Já para os modelos de membros inferiores há a opção convencional vertical e outra denominada de recumbente, na qual o paciente fica com a região dorsal apoiada.

Há importantes diferenças na eficiência mecânica para o ato de pedalar nas distintas situações mencionadas, o que deverá ser levado em consideração para a prescrição do exercício. Idealmente, o cicloergômetro deverá permitir a leitura da carga de trabalho em Watts, dentro de uma ampla e discriminada possibilidade de valores (por exemplo, entre 0 e 200 Watts, variando de 5 em 5 Watts), permitindo aumentos de cargas pequenas em unidades pequenas.

A resistência pode e deve ser ajustada para ir ao encontro das habilidades de cada paciente<sup>4</sup>. A possibilidade de pré-programação em protocolos intervalados específicos ou através de retroalimentação pela FC é bastante conveniente e recomendada<sup>1</sup>. É um aparelho de fácil transporte, ideal para pesquisas fora do laboratório e de menor custo financeiro. Uma das principais desvantagens do ciclo ergômetro é o envolvimento de menor massa muscular durante o exercício que, por exemplo, a esteira rolante, a qual comumente permite que o indivíduo atinja um  $VO_2$ max mais elevado em testes máximos<sup>6</sup>.

c) Bicicleta Estacionária – O uso da bicicleta consiste em um programa individualizado, com obtenção de alto gasto calórico, fortalecimento da musculatura dos membros inferiores e ótima melhora de  $VO_2$  máx (condicionamento cardiorespiratório). Antes de iniciar o exercício, as alturas do assento e do guidão devem ser ajustadas para o conforto e eficácia do paciente ao pedalar. A altura do assento deve ser mantida de forma que exista apenas uma flexão mínima ( $5^\circ$ ) no joelho, onde o pé está em sua posição mais inferior sobre o pedal. A frequência do pedalar deve ser de 50 a 60 rpm, a fim de alcançar sobrecargas de trabalho válidas.

O protocolo ótimo para bicicleta é aquele que ajusta a duração do exercício à capacidade funcional do indivíduo. O paciente deve ser avaliado

antes do teste de esforço quanto a sua capacidade funcional a fim de se determinar o incremento da frequência de trabalho (é recomendado que o incremento do trabalho seja selecionado para fazer com que o indivíduo alcance o esforço máximo em  $10 \pm 2$  minutos).

Cada indivíduo deve ser questionado acerca de sua atividade física habitual e classificado como ativo ou inativo, dependendo de ele exercitar-se ou não três ou mais dias na semana por, mais ou menos 15 a 30min/dia. A massa corporal também deve ser levada em consideração, dado que os indivíduos maiores podem apresentar uma vantagem no desempenho sobre a bicicleta em razão dos músculos maiores na perna.

O exercício deve ter início com um indivíduo pedalando contra uma resistência mínima durante um minuto, à medida que se aquece. Posteriormente, a frequência de trabalho pode ser aumentada com incrementos de 15watts (~90kpm/min) até 25watts (~150kpm/min) a cada minuto, dependendo da resposta da frequência cardíaca do indivíduo<sup>10</sup>. O trabalho equivale à distância (a circunferência do aro vezes o número de revoluções) vezes a resistência da bicicleta<sup>4</sup>.

## Conclusão

A manutenção, melhoria ou restauração da resistência cardiovascular pode ser obtida pela utilização de dispositivos mecânicos específicos que promovem a diminuição da fadiga muscular, e, mais especificamente, a melhora das condições cardiovasculares através das adaptações ocorridas e do aumento da captação máxima de oxigênio ( $VO_2$ máx). O uso dos aparelhos oferece ao fisioterapeuta a possibilidade de individualizar o plano de tratamento, permitindo graduações de intensidade, velocidade, duração e frequência do treinamento ou recondicionamento do paciente.

Assim, este estudo objetivou abordar o uso dos aparelhos mecânicos disponíveis para o aumento da resistência cardiovascular, incluindo parâmetros mais utilizados para a sua utilização segura e eficaz, assim como as precauções necessárias, podendo servir futuramente como material para a realização de novos trabalhos de pesquisa ou para o exercício fisioterapêutico.

## Referências Bibliográficas

1. Araújo CGS. *Normatização dos equipamentos e técnicas da reabilitação cardiovascular supervisionada*. *Arq Bras Cardiol* 2004; 83(5): 448-52.
2. Hall CM, Brody LT. *Exercícios Terapêuticos na Busca da Função*. Rio de Janeiro: Guanabara; 2001.
3. Irwin S, Tecklin JS. *Fisioterapia Cardiopulmonar*. Manole: São Paulo; 1994.
4. Kisner C, Colby LA. *Exercícios Terapêuticos*. São Paulo: Manole; 2004.

5. Kottke FJ, Lehmann JF. *Tratado de Medicina Física e Reabilitação de Krusen*. São Paulo: Manole; 1994.
6. Leite PF. *Fisiologia do Exercício – Ergometria e Condicionamento Físico; Cardiologia Desportiva*. São Paulo: Robe; 2000.
7. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. Rio de Janeiro: Guanabara e Koogan; 1998.
8. Powers SK, Howley ET. *Fisiologia do Exercício – Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho*. São Paulo: Manole; 2000.
9. Verrill DE, Porcari JP, Franklin BA, Fardy PS. *Técnicas de Treinamento em Reabilitação Cardíaca*. São Paulo: Manole; 2001.
10. Yanowitz FG, Wilson PK, Fardy PS. *Reabilitação Cardiovascular – Aptidão Física do Adulto e Teste de Esforço*. São Paulo: Revinter; 1998.

---

Endereço para correspondência  
Rua Filó Galvão, 27- Jequiezinho  
Jequié – BA  
Cep: 45204-470

Recebido em 26/07/2005  
Revisado em 04/10/2005  
Aprovado em 04/11/2005