

# APTIDÃO AERÓBICA DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES OBESOS: PROCEDIMENTOS DE CONTROLE

## AEROBIC FITNESS OF OBESE CHILDREN AND ADOLESCENTS: CONTROL PROCEDURES

Silene Barbosa Montoro<sup>1</sup>, Roberto Teixeira Mendes<sup>2</sup>, Miguel de Arruda<sup>3</sup> e Angélica Maria Bicudo Zeferino<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestranda do Departamento de Pediatria da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – FCM/Unicamp; bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. E-mail para correspondência: silenemontoro@gmail.com.

<sup>2</sup> Professor doutor do Departamento de Pediatria da FCM/Unicamp.

<sup>3</sup> Professor livre-docente do Departamento de Ciências do Esporte da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas – FEF/Unicamp.

<sup>4</sup> Professor livre-docente do Departamento de Pediatria da FCM/Unicamp.

### RESUMO

Com o intuito de se prestar assistência às crianças e aos adolescentes obesos, com maior risco de doenças, oriundos da área de cobertura do Hospital de Clínicas da Unicamp, foi criado o Ambulatório de Obesidade Infantil da Criança e do Adolescente. O objetivo deste estudo é apresentar uma revisão da literatura sobre os testes de avaliação da capacidade aeróbica aplicáveis a crianças e adolescentes, a fim de definir o teste mais adequado para a população atendida pelo ambulatório e para a estratégia de atendimento. Os testes mais utilizados para a faixa etária são o cicloergômetro, a esteira e os testes de corrida, como o de “Vaivém 20 metros” ou teste de Léger. Entende-se que o teste mais indicado para o ambulatório é o de “Vaivém 20 metros” pelas seguintes características: possibilidade de ser aplicado em qualquer local arejado que conte com área útil horizontal de 20 metros planos; facilidade de que seja feito acompanhamento do desempenho intratestes, como medição de frequência cardíaca à distância com a utilização de frequencímetros; início suave (8km/h), reduzindo risco de esgotamento precoce e lesões; poder de testar várias crianças ao mesmo tempo; necessidade de poucos técnicos para sua realização, e com qualificação pouco especializada; a corrida é um movimento ao qual toda criança em idade escolar está acostumada, evitando desgastes por esforços desnecessários de equilíbrio e adaptação.

**Palavras-chave:** obesidade, adolescente, criança, teste de esforço.

### ABSTRACT

Intending to give assistance to children and teenagers that are obese, with the risk of disease, coming from the coverage area of the Clinical Hospital at Unicamp, it was created the Child and adolescent out-patient obesity clinic. The aim of this study is to present a review of the literature about evaluation tests of aerobic fitness applied to children and adolescents, to define the most appropriate test for the clinic. The tests usually applied to the age group are the cycle ergometer, treadmill and running tests as "shuttle run". We think that the best test is the "shuttle run" 20 m: it can be applied in any horizontal flat area at least 20 meters long; it allows you to monitor the performance of intra- test such as measuring heart rate at a distance using frequency, set at (8km/h), reducing the risk of early exhaustion and injuries; it allows testing many children at the same time; with a small staff and low specialized qualification; children use to run, and the test starts at a low speed, what avoids unnecessary waste by efforts of equilibrium and adaptation, besides early giving-up.

**Keywords:** obesity, adolescent, child, stress test.

## I. INTRODUÇÃO

A obesidade vem sendo objeto de muitas pesquisas, principalmente em relação a crianças e adolescentes. Com as novas características do modo de vida moderno, nota-se o desenvolvimento de hábitos alimentares e estilos de vida das famílias que favorecem o sedentarismo e problemas de saúde.

Alguns estudos sugerem que a obesidade é uma doença multifatorial. Evidências apontam que a maneira como o adulto se alimenta e se exercita, ou como responde ao estresse, é estabelecida ainda quando criança, pois ele é fortemente influenciado pelo comportamento da família (OLIVEIRA, 1996; MARANHÃO NETO, 2000).

A obesidade infantil e do adolescente esta associada a problemas de saúde imediatos e tardios, como dislipidemias, aumento dos mediadores inflamatórios, disfunção endotelial, resistência à insulina, hipertensão, problemas posturais e ortopédicos, diabetes tipo 2, apneia do sono, escorregamento da epífise do fêmur e alguns tipos de cânceres, dentre outros, apresentando um amplo quadro de alterações que colocam em risco a saúde e o bem-estar dessa população (VILLARES, RIBEIRO & SILVA, 2003; BIRREER, GRIESEMER & CATALETTO, 2004; ULI, SUNDARARAJAN & CUTLER, 2008), o que também induz a um aumento de custos progressivo aos sistemas de saúde (WHITLOCK *et al.*, 2005).

Com o intuito de se prestar assistência às crianças e aos adolescentes obesos, com maior risco de doenças, oriundos da área de cobertura do Hospital de Clínicas da Unicamp, foi criado o Ambulatório de Obesidade Infantil da Criança e do Adolescente. O ambulatório conta com uma equipe multidisciplinar, composta por quatro médicos pediatras, uma psicóloga, uma nutricionista e uma educadora física.

Para a orientação da atividade física e a avaliação de seus impactos, é oportuna a realização de uma avaliação das capacidades físicas de tais crianças e adolescentes obesos. Dentre os vários indicadores que se associam à aptidão física de um indivíduo, a capacidade cardiorrespiratória (ou aeróbia) é das mais estudadas tanto em indivíduos atletas como em não atletas que necessitam de uma orientação (ACSM, 1991). Por meio de avaliações das capacidades físicas, é possível obter subsídios que permitam direcionar o interessado à prática esportiva mais adequada às suas condições e necessidades, respeitando a individualidade e afastando ao máximo a probabilidade de ocorrerem traumas e sobrecargas.

O objetivo deste estudo é fazer uma revisão da literatura sobre os testes de avaliação da capacidade aeróbica aplicáveis a crianças e adolescentes, a fim de definir o teste mais adequado para a população atendida pelo ambulatório e para a estratégia de atendimento implementada.

## 2. METODOLOGIA

Foi feita uma revisão da literatura, incluindo livros, teses, dissertações e artigos de revistas indexadas. Os livros revisados são de literatura especializada em atividade física em geral e específica para crianças, nos quais foram buscados capítulos que abordassem os testes de esforço aplicado a crianças eutróficas ou obesas. As dissertações e teses foram procuradas nos bancos de teses eletrônicas da USP, Unicamp, UFRGS, UFPR. Os artigos foram pesquisados nas bases de dados Lilacs, Medline, Biblioteca Cochrane, Scielo em inglês e português.

Os termos de busca em português foram os citados a seguir: obesidade, adolescente, criança, infância, condicionamento físico, aptidão física, teste de esforço,  $VO_2$  máximo, *performance*, *endurance*, teste de avaliação. Os termos de buscas em inglês foram os seguintes: *obesity*, *adolescents*, *children*, *childhood*, *physical conditioning*, *physical fitness*, *effort test*,  $VO_2$  *maximum*, *performance*, *endurance test*, *physical evaluation*.

Foram selecionados os que tratavam a questão da avaliação de esforço, e os que tinham relação com a avaliação de crianças obesas. Fez-se um recorte de atualidade, preferindo-se, inicialmente, artigos de 2003 a 2008; posteriormente, foram pesquisados artigos citados nessa primeira revisão, que descrevessem os métodos de avaliação independentemente do ano da publicação.

## 3. REVISÃO

Os programas de avaliação física têm, em geral, como propósitos oferecer informações voltadas à adesão, à prescrição e à orientação da prática de atividades/exercícios físicos; contribuir na elaboração de diagnósticos direcionados ao acompanhamento do estado de saúde; e alimentar bancos de dados com finalidade de desenvolver pesquisas de cunho científico (GUEDES & GUEDES, 2006; BOUCHARD, 2003; FLORINDO *et al.*, 2006; LEMURA & DUVILLARD, 2006; BOVET, AUGUSTE & BURDETTE, 2007).

Um conceito que resume a base da resistência ao exercício prolongado é o de aptidão aeróbica. De acor-

do com Armstrong (2006), aptidão aeróbica "(...) pode ser definida como a habilidade de fornecer oxigênio aos músculos e de utilizá-lo para gerar energia durante os exercícios (...) [dependendo] dos componentes pulmonares, cardiovasculares e hematológicos (...) e dos mecanismos oxidativos do músculo em exercício"

Muitos cientistas consideram o volume máximo de captação de oxigênio ( $VO_2$  máximo) a melhor mensuração da capacidade de resistência cardiorrespiratória (WILMORE & COSTILL, 2001). Para a obtenção de um  $VO_2$  máx., requer-se a integração em um alto nível de esforço em funções ventilatórias, cardiorrespiratórias, cardiovasculares e neuromusculares (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996; WILMORE & COSTILL, 2001; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2002 e 2008; GHORAYEB & BARROS NETO, 2004; ARMSTRONG, 2006).

O  $VO_2$  máx. é definido como o consumo máximo de oxigênio possível de ser atingido durante o exercício máximo ou exaustivo. Ao aumentar a intensidade do exercício, além do ponto em que o  $VO_2$  máximo é atingido, o consumo de oxigênio irá se estabilizar ou diminuir (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996; WILMORE & COSTILL, 2001; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2002; GHORAYEB & BARROS NETO, 2004; ARMSTRONG, 2006). Quanto maior o valor de  $VO_2$  máx. mensurado de um indivíduo, maior será a quantidade e a intensidade do trabalho aeróbico que ele é capaz de realizar. Esse parâmetro auxilia na orientação do indivíduo, para se adquirir um melhor desempenho na atividade física (KISS, 2003; TRITSCHLER, 2003). A unidade de medida do  $VO_2$  máx. são litros de oxigênio por minuto [ $VO_2$  máx. ( $l/min^{-1}$ )].

Entretanto, para se avaliar o  $VO_2$  máx, são necessários exercícios com intensidade e duração dificilmente realizáveis por crianças ou adolescentes comuns. Por esse motivo, considera-se que a mensuração do consumo de oxigênio na criança deva utilizar alternativas que contornem essa dificuldade, embora o  $VO_2$  máx. seja ainda a medida mais difundida na avaliação da aptidão aeróbica de crianças e jovens. Nesse sentido, Armstrong (2006) e outros sugeriram que se desenvolvam duas linhas de análise que tornariam mais fidedignas as avaliações de aptidão aeróbica em crianças.

Em primeiro lugar, que se use o conceito de pico de  $VO_2$ , o qual representa o instante de captação máxima de  $O_2$  dentro da oscilação característica da criança, que impede que se mantenha um platô sustentado de consumo, exigido para a medição do  $VO_2$  máx.; em segundo lugar, que se considere a massa corporal nas

fórmulas de cálculo do  $VO_2$ , equalizando diferenças somáticas (ARMSTRONG, 2006).

Do ponto de vista evolutivo, a captação máxima de oxigênio ( $VO_2$  máx.  $l/min$ ) aumenta ao longo da infância e da puberdade. Isso se deve à melhora do transporte de  $O_2$  e a capacidades metabólicas (aumento progressivo dos volumes respiratórios, da capacidade cardíaca, do fluxo arterial e venoso, da capacidade de troca de gases no pulmão e nos tecidos, e do volume de massa muscular). Comparando-se em termos de valores absolutos de  $VO_2$  máx. ( $l/min^{-1}$ ), os meninos e as meninas são semelhantes, com ligeira preponderância dos meninos até o início da puberdade. Na puberdade, o valor para os meninos é, em média, cerca de 25% maior que para as meninas e, por volta dos 16 anos, a diferença é superior a 50%. Esta considerável diferença pode ser compreendida devido ao maior desenvolvimento de massa muscular dos meninos, da eficiência cardiorrespiratória, da maturação neural e da maior atividade física própria dos meninos, por hábito cultural (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996 e 2002; MACHADO, GUGLIELMO & DENADAI, 2008; ROBERGS & ROBERTS, 2002; TRITSCHLER, 2003; ARMSTRONG, 2006; WILMORE & COSTILL, 2001; ROWLAND, 2006).

Ao se relacionar  $VO_2$  máx. com a massa corporal (descrito em  $ml/kg/min^{-1}$ ), para os meninos, ele se mantém uniforme em, aproximadamente, 52  $ml/kg/min$  dos seis aos 16 anos. Já para as meninas, os valores se mantêm constantes até um período próximo do fim da puberdade, quando há uma redução, alcançando cerca de 40  $ml/kg/min$ . Considera-se que essa diferença de tendência representa o resultado de um maior percentual de gordura corporal nas meninas, e do fato de os meninos terem um aumento no percentual de massa muscular durante a puberdade (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996 e 2002; MACHADO, GUGLIELMO & DENADAI, 2008; ROBERGS & ROBERTS, 2002; TRITSCHLER, 2003; ARMSTRONG, 2006).

Estudos que utilizam a marcha e a corrida mostram que crianças, aos cinco anos de idade, apresentam consumo de oxigênio maior que um adolescente, para um mesmo trabalho. Alguns autores sugerem que esse fato não se deve unicamente às diferenças observadas em seus aspectos metabólicos, e sim pela maneira menos econômica de se locomover das crianças menores, tendo em vista a necessidade de uma frequência de passadas mais elevada em razão do menor comprimento de suas pernas (ROWLAND, 2006; TOURINHO FILHO & TOURINHO, 1998).

Embora essas alterações sejam de interesse geral, elas podem não refletir precisamente o desenvolvimento do sistema cardiorrespiratório, à medida que as crianças crescem e seus níveis de atividade física se alteram (WILMORE & COSTILL, 2001). Além do estado de treinamento, outros fatores, tais como composição corporal, hereditariedade, sexo, idade e dimensão, influenciam os resultados dos testes de captação de  $VO_2$  máx. (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996; FOSS & KETEVIAN, 2000; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2002; LEMURA & DUVILLARD, 2006). Alguns autores sugerem que ocorram alterações mais importantes do  $VO_2$  máximo quando a criança atinge a puberdade, pois a maior limitação na infância é o pequeno volume de ejeção cardíaca, importante no desempenho aeróbio – por isso, aumentos maiores da capacidade aeróbia dependem do crescimento do coração (WILMORE & COSTILL, 2001).

### 3.1. Medição do consumo de oxigênio

O consumo de oxigênio pode ser medido com a utilização de vários exercícios que ativam grandes grupos musculares, desde que utilizado esforço suficiente para induzir uma transferência máxima de energia aeróbia, sendo as seguintes as modalidades habituais de exercícios mais utilizadas para obtenção do  $VO_2$  máx.: corrida ou caminhada na esteira rolante; subida e descida contínua de um banco (*bench stepping*); pedalagem de bicicleta estacionária (cicloergômetro) (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996; 2002; 2008).

Os testes podem ser contínuos, sem período de repouso entre os aumentos de esforço realizado, iniciados com cargas de esforço relativamente baixas, progressivamente incrementando a intensidade do trabalho muscular, de forma contínua, em estágios de tempo predeterminados; ou testes descontínuos, com aumentos progressivos dos acréscimos no exercício, entremeados com intervalos de recuperação (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996 e 2002; GUEDES & GUEDES, 2006; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2008). Os protocolos de cargas contínuas são mais empregados, já que os protocolos descontínuos tornam-se mais demorados, o que eleva o custo de sua aplicação. Por outro lado, os testes descontínuos são mais indicados quando se procura minimizar a interferência de uma carga de esforço (GUEDES & GUEDES, 2006).

A avaliação de consumo de oxigênio pode ser realizada direta ou indiretamente. Os métodos diretos baseiam-se na verificação de trocas gasosas respiratórias, por meio de determinação dos volumes

de oxigênio e de dióxido de carbono da ventilação pulmonar, além de dosagem de ácido láctico por coleta de sangue, pressão arterial e frequência cardíaca, dentre outros índices, realizados, em geral, em grandes laboratórios, com equipamentos especializados (máscara medidora de gases, ecocardiogramas, eletrocardiogramas, dosadores bioquímicos, sensores de saturação e pressão arterial, computadores etc.). Assim, levando-se em consideração os custos, as limitações técnicas, o baixo rendimento e os riscos do método direto, foram elaborados os testes de campo indiretos com base em medidas do desempenho validadas por relação a métodos diretos (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996 e 2002; GUEDES & GUEDES, 2006; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2008).

Os testes de estimativa indireta de consumo de  $O_2$  repousam na correlação entre a capacidade de realização de trabalho muscular e as variações de frequência cardíaca, considerando que o trabalho realizado ou potência – expressa em *watts/min* ou *km/min* – apresentam estreita associação com a quantidade de oxigênio consumida durante o esforço físico. Por intermédio dos testes indiretos, é possível estimar valores máximos de consumo de oxigênio, mediante modelos matemáticos desenvolvidos e validados para um segmento específico da população. Os testes mais comuns usam a caminhada e a corrida para induzir o esforço. Quando usados e interpretados corretamente, os métodos indiretos fornecem informações úteis, em substituição aos métodos diretos (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996 e 2002; GUEDES & GUEDES, 2006; FLORINDO *et al.*, 2006; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2008).

## 4. TESTES DE ESFORÇO APLICÁVEIS A CRIANÇAS E ADOLESCENTES OBESOS

### 4.1. Esteira ergométrica

Como ocorre com os testes em geral, antes da realização de qualquer teste de esforço, é importante a motivação, por parte dos avaliadores, nas crianças e nos adolescentes, obesos ou não, para que se possa garantir que eles executem o teste com o empenho necessário (LEMURA & DUVILLARD, 2006).

Dentre os tipos de testes que podem ser utilizados para mensurar o  $VO_2$  máx. de um indivíduo, a esteira rolante representa a modalidade mais antiga, considerada o “padrão ouro”. Do ponto de vista prático, não há diferenças significativas nas demandas aeróbicas quando se compara a corrida com a esteira rolante,

seja no plano horizontal, seja no plano ascendente, assegurando, com isso, uma relação confiável para ambos os testes (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2008).

A esteira está entre os testes pediátricos mais comumente utilizados em crianças desde os sete anos e adolescentes, pois é o teste por meio do qual se obtêm melhores resultados cardiorrespiratórios e metabólicos (UNNITHAN, 2006).

O que é valorizado no teste realizado na esteira é a possibilidade de aplicação de vários protocolos e instrumentos de medição, a manipulação da duração do exercício, a velocidade e o grau de inclinação da esteira. Como exemplo, destaca-se o “protocolo de Bruce”, que proporciona variações da intensidade do exercício entre os diversos estágios, visando a melhorar a sensibilidade na detecção de isquemias no ECG<sup>1</sup>, mas exige do paciente uma aptidão adequada para poder tolerar uma maior intensidade do exercício (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996; 2002; 2008).

A esteira apresenta características, como a possibilidade de o examinado caminhar, correr ou alterar os dois movimentos, e a inclinação do aparelho. O comprimento e a largura da esteira devem se ajustar conforme o tamanho corporal e o comprimento dos passos do indivíduo. Como a caminhada e a corrida são movimentos naturais das pessoas quando realizadas na esteira, os indivíduos rapidamente se acostumam, levando para isso um a dois minutos. As características tidas como negativas da esteira são as seguintes: ter alto custo; consumir energia elétrica; não ser portátil; não oferecer mensuração precisa da pressão arterial durante o exercício com a esteira em movimento; e, quando em movimento de corrida, tornar-se impossível a mensuração da pressão arterial, sendo difícil a obtenção de amostra de sangue para dosagens como a de lactato (WILMORE & COSTILL, 2001).

Por outro lado, muitas crianças obesas relutam em ajustar-se à movimentação da esteira rolante, perdendo facilmente o equilíbrio (LEMURA & DUVILLARD, 2006). Também há estudos mostrando que, na execução do teste de esteira, algumas crianças sentem certo desconforto na região lombo-sacra e nos músculos da panturrilha, principalmente quando ocorrem elevações mais acentuadas na esteira rolante, assim como fadiga generalizada, caracterizada como “perda de fôlego”, efeito do movimento não usual, do estranhamento do aparelho etc. (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2002).

Em avaliações individuais, o teste ergométrico com

esteira é uma verificação rápida e prática, podendo ser realizada em corrida contínua ou descontínua, com velocidade e inclinação constante ou variável, com duração média de oito a 12 minutos – vale lembrar que testes contínuos com duração superior a 15 minutos acrescentam pouca informação (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996 e 2008). Há que se estabelecerem critérios para interrupção do teste, os quais, em geral, são os seguintes: sinais de exaustão (palidez, redução abrupta do esforço); relação  $VCO_2/VO_2$  (respiratory exchange rate – RER) > 1; frequência cardíaca (FC) alcançada > 90% da FC estimada; e atingimento do platô de  $VO_2$  máx. ou 85% do previsto (RODRIGUES *et al.*, 2006).

Para crianças e adolescentes obesos, deve haver cuidado para que o teste não seja demasiadamente longo e desmotivante. O teste deve ser capaz de medir a função cardiovascular sem ser prejudicado por fadiga local (musculatura da coxa, por exemplo), que leva à interrupção do exercício antes de se alcançarem as atividades máximas pretendidas. Aconselha-se que o teste tenha uniformidade em seus estágios submáximos (exercícios de baixa intensidade por longos períodos) e um aumento gradativo de trabalho, com respeito aos sinais da criança avaliada, não incluindo passos muito acelerados e velocidades excessivamente altas. Se for necessário que a criança apoie-se em barras laterais, considera-se que o teste é inadequado para a criança obesa (LEMURA & DUVILLARD, 2006).

## 4.2. Cicloergômetro

Outro instrumento normalmente usado para medir ou estimar o  $VO_2$  máx. é o cicloergômetro (bicicleta ergométrica). A bicicleta é razoavelmente adequada para crianças, mas a instabilidade e a ansiedade destas e dos adolescentes podem interferir na qualidade do teste (LEMURA & DUVILLARD, 2006). Já a posição sentada e a manutenção do tórax em posição fixa e estável possibilitam, durante o exercício, a obtenção de medidas e dosagens de forma adequada (ECG, FC,  $PA^2$ , lactato) e contínua (GHORAYEB & BARROS NETO, 2004; WILMORE & COSTILL, 2001).

Mcardle, Katch & Katch (1996; 2002; 2008) avaliaram que o valor máximo e o pico de  $VO_2$  derivados dos protocolos para esteira rolante são, aproximadamente, 10% mais altos, quando comparados com o teste realizado na bicicleta (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1996; 2002; 2008). No teste de esforço em ciclo-

<sup>1</sup> Eletrocardiograma.

<sup>2</sup> Pressão arterial.

ergômetro, pelo fato de o peso corporal ficar apoiado, sentado em um banco, restringe-se o cansaço muscular aos membros inferiores, poupando-se a musculatura do tronco e dos braços, o que pode ocasionar dificuldade em atingir a frequência cardíaca máxima estimada para a idade do avaliado, comprometendo o resultado (GHORAYEB & BARROS NETO, 2004).

O cicloergômetro é um aparelho barato, de uso seguro e portátil, podendo ser utilizado tanto em laboratório como em ambientes escolares para avaliação individual ou coletiva. Implica poucos gastos na sua utilização, reduzido número de pessoas treinadas e menor tempo para aplicação, se comparado com os testes de laboratórios (CARREL *et al.*, 2007).

Considerando a influência do peso corporal na *performance* em esteira e em corrida, o cicloergômetro permite um movimento mais confortável para as crianças, embora indivíduos muito jovens, pouco aptos ou muito obesos tenham dificuldade em sustentar um ritmo adequado durante todo o teste (LEMURA & DUVILLARD, 2006). Os protocolos mais utilizados para a bicicleta utilizam estágios sucessivos e ininterruptos, com carga variável, com duração suficiente para se obterem esforços compatíveis com o consumo máximo de  $O_2$ . Testes na bicicleta com interrupções facilitam as medições e coletas de material para análise (LEMURA & DUVILLARD, 2006; MCARDLE, KATCH & KATCH, 2002).

Duas questões devem ser consideradas no uso do cicloergômetro em crianças: o desenvolvimento de hiperextensões musculares e tendinosas, que levam a excessivo desconforto e fadiga local nos músculos das coxas, com o encerramento prematuro do teste; e a média da frequência cardíaca máxima alcançável, ao redor de 180 batimentos por minuto (bpm) em média para os jovens, taxas consideradas baixas quando comparadas com as atingidas na esteira, onde se alcançam 200-210 bpm, valores 20% a 30% maiores (ROWLAND, 2006). Ambos os efeitos decorrem da utilização de menos grupos musculares do que ocorre na esteira ou na corrida.

#### 4.3. Testes de corrida

Existem inúmeros testes de aptidão aeróbica que se utilizam da caminhada ou da corrida, variando quanto às distâncias percorridas e aos ritmos, em ser contínuos ou com intervalos, no modo de adicionar carga etc. Talvez o teste mais famoso deles seja o de Cooper, ou de corrida em 12 minutos. Ele correlaciona a distância percorrida em 12 minutos de corrida com variáveis de consumo de oxigênio, podendo ser feitas medições dire-

tas (pouco utilizado) ou indiretas. Existem testes contínuos mais aplicáveis a crianças, como o tempo da milha.

Considerando-se que os testes de aptidão dependem da aplicação da criança ou do jovem ao teste, dá-se preferência aos testes que tenham intervalos, que aumentem a carga suavemente e que tenham início com esforço leve. Ao mesmo tempo, os testes não podem demorar muito para ser concluídos, objetivando manter a motivação da criança, evitar a desistência precoce por simples desinteresse ou a sensação de cansaço precoce, quando ocorre acúmulo de ácido láctico nos músculos antes de se atingir o consumo máximo de oxigênio.

Um método preciso e de fácil utilização a ser considerado entre os métodos de campo de avaliação de aptidão aeróbica é o “Vaivém 20 metros” ou *shuttle-run*, desenvolvido pelo Dr. Luc Léger, da Universidade de Montreal, Canadá, e colaboradores (CARREL *et al.*, 2002). Este método é amplamente utilizado para estimar o consumo de  $VO_2$  máx., devido à sua confiabilidade e à validação já feita com testes diretos (ORTEGA *et al.*, 2007; CHATTERJEE *et al.*, 2006).

A primeira validação do teste “Vaivém” de Léger ocorreu em 1982, na busca de um método de baixo custo e de fácil aplicabilidade. Inicialmente, foi realizado com estágios de ir e vir com duração de dois minutos cada, com velocidade inicial de 8,5km/h, e incrementos progressivos de 0,5km/h até que o participante não aguentasse mais prosseguir por cansaço. Porém, percebeu-se que o teste, tanto para adultos quanto para crianças, tornava-se muito desmotivante pelo tempo de permanência no mesmo estágio.

Os autores, então, modificaram o teste, diminuindo a duração de cada estágio para um minuto, até ser validado, em 1984. Atualmente, o referido teste é conhecido como *shuttle-run*, Vaivém ou *Yo-Yo endurance*, sendo recomendada a sua utilização em crianças e jovens, em grandes grupos nas avaliações de escolares ou atletas jovens.

A realização do teste Vaivém 20 metros, de Léger, consta de uma corrida em um espaço plano demarcado por dois cones a uma distância de 20 metros (65 pés e oito polegadas), onde o indivíduo tem que correr seguindo o ritmo de um sinal sonoro emitido por uma fita cassete (ou aparelho de CD). A cada sinal, o indivíduo deve atingir uma das extremidades demarcadas na quadra, do lado oposto de onde saiu. O sinal tem como base a velocidade em quilômetros por hora

(km/h), iniciando com 8km/h e aumentando 0,5km/h a cada minuto, até quando o indivíduo interromper voluntariamente seu deslocamento por exaustão e não conseguir atingir o outro cone, ou atrasar-se por mais de dois metros pela segunda vez (não necessariamente consecutivas) após dois sinais sonoros (GUEDES & GUEDES, 2006).

Para a análise dos resultados, usam-se dois referenciais normativos: pode-se considerar o número de estágios completados ou a distância percorrida até a sua interrupção (GUEDES & GUEDES, 2006). As estimativas sobre as medidas do  $VO_2$  máx. são feitas com base no registro do último estágio completo realizado pelo avaliado, utilizando-se das fórmulas abaixo desenvolvidas:

- menores de 18 anos:

$$VO_2 \text{ máx. [ml. (kg.min)}^{-1}] = 31,035 + (\text{velocidade} \times 3,238) - (\text{idade} \times 3,248) + (\text{velocidade} \times \text{idade} \times 0,1536);$$

- 18 anos ou mais:

$$VO_2 \text{ máx. [ml. (kg.min)}^{-1}] = (\text{velocidade} \times 6,0) - 24,4.$$

A velocidade é expressa em quilômetros por hora (km/h) e equivale ao último estágio completo realizado pelo avaliado; a idade é expressa em anos completos (GUEDES & GUEDES, 2006).

## 5. CONCLUSÃO

A avaliação da aptidão aeróbica atende a necessidades muito variadas, desde a avaliação sistemática de alunos nas aulas de educação física até a avaliação do estado de treinamento de atletas, passando por doentes crônicos e, no caso desta pesquisa, crianças e adolescentes obesos. Para cada uma das necessidades, deve ser encontrada a técnica de avaliação de aptidão aeróbica adequada.

Se for necessário aferir com precisão o valor do  $VO_2$  máx., dosar enzimas, lactato, acompanhar longitudinalmente o eletrocardiograma e a pressão, enfim, aplicar métodos diretos de avaliação da *performance* cardiorrespiratória e eventos adversos relacionados ao esforço, os testes que usam o cicloergômetro e a esteira são os mais adequados.

Se, ao contrário, o que se busca é uma técnica simples, de precisão suficiente para o acompanhamento do indivíduo, não havendo necessidade de monitoramento contínuo de pressão arterial, função cardíaca ou dosagens sanguíneas, que acarrete baixos riscos e seja aplicável em grandes grupos a baixo custo, os testes

**Quadro I:** Especificações da velocidade, do tempo entre os sinais sonoros e do número de idas e vindas para a realização do teste de Vaivém 20 metros

Estágios	Velocidade (km/h)	Tempo entre os sinais sonoros (s)	Número de idas e voltas
1	8	9,000	7
2	9	8,000	8
3	9,5	7,579	8
4	10	7,200	8
5	10,5	6,858	9
6	11	6,545	9
7	11,5	6,261	10
8	12	6,000	10
9	12,5	5,760	10
10	13	5,538	11
11	13,5	5,333	11
12	14	5,143	12
13	14,5	4,966	12
14	15	4,800	13
15	15,5	4,645	13
16	16	4,500	13
17	16,5	4,364	14
18	17	4,235	14
19	17,5	4,114	15
20	18	4,000	15
21	18,5	3,892	15

Fonte: Guedes & Guedes (2006)

de corrida com métodos indiretos de cálculo de  $VO_2$  máximo são adequados.

No contexto do Ambulatório de Obesidade da Criança e Adolescente do Hospital de Clínicas da Unicamp, o teste que melhor se enquadra é o de “Vaivém 20 metros” pelas seguintes características: demanda poucas pessoas, com formação não especializada; pode ser aplicado em qualquer local arejado que conte com área útil horizontal de 20 metros planos; permite que se façam medições de frequência cardíaca à distância com a utilização de frequencímetros; aproveita o fato de a corrida ser um movimento usual de toda criança (evitando perda mecânica por inabilidade); considera que o método atual de Léger incentiva a criança a se dedicar ao esforço.

Os problemas que podem ser atribuídos ao teste “Vaivém 20 metros” são os seguintes: o cálculo de  $VO_2$  máx. tem correlação com medidas diretas ainda controversas, variando de 0,57 a 0,87, até 0,90 em alguns trabalhos; aplicado a obesos, estes irão carregar um peso “extra” e cansarão mais facilmente que as crianças eutróficas, o que prejudica comparações entre as duas populações, exigindo para isso cálculos suplementares de equivalência da massa corpórea (alome-

tria); a criança menor de sete anos em geral não apresenta condições de realizar o teste, porque não se empenha na sua realização, pela falta de compreensão e concentração, não conseguindo seguir a sequência e a progressão dos níveis adequadamente. Problemas como esses são comuns aos outros testes indiretos quando se trata da população de obesos.

Por último, pode-se dizer que os cálculos de estimativa de consumo de oxigênio em crianças e jovens,

seja o  $VO_2$  máx., seja o pico de  $VO_2$ , estão ainda em fase de ajuste, o que aponta para a possibilidade de utilizar-se simplesmente a distância percorrida e o tempo na avaliação da melhora ou piora da aptidão aeróbica de um indivíduo, se o que se pretende é fazer o seguimento desse indivíduo, sem preocupação de estimar com precisão valores de consumo de oxigênio.

## REFERÊNCIAS

- ACSM – AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 4. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.
- ARMSTRONG, Neil. Aerobic fitness of children and adolescents. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, 82: 406-408, 2006.
- ARMSTRONG, Neil & FAWKNER, Samantha G. Non-invasive methods in pediatric exercise physiology. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33: 402-410, 2008.
- BIRREER, Richard B.; GRIESEMER, Bernard A. & CATALETTO, Mary B. *Medicina desportiva pediátrica no atendimento primário*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- BOUCHARD, Claude. *Atividade física e obesidade*. 1. ed. Barueri: Manole, 2003. p. 383-469.
- BOVET, Pascal; AUGUSTE, Robert & BURDETTE, Hillary. Strong inverse association between physical fitness and overweight in adolescents: a large school-based survey. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 4: 24, June, 2007.
- CARREL, Aaron L.; SLEDGE, Jeffrey S.; VENTURA, Steve J.; CLARK, R. Randall; PETERSON, Susan E.; EICKHOFF, Jens & ALLEN, David B. Measuring aerobic cycling power as an assessment of childhood fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3): 685-688, 2007.
- CHATTERJEE, Pinaki; BANERJEE, Alok K.; BAS, Paulomi; DEBNATH, Parimal & CHATTERJEE, Bratima. Validity of 20 meter multi stage shuttle run test for prediction of maximum oxygen uptake in Indian female in university students. *South African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*, v. 12(4), 2006: p. 461-467.
- FLORINDO, Alex A.; ROMERO, Alexandre; PERES, Stela V.; SILVA, Marina V. da & SLATER, Betzabeth. Desenvolvimento e validação de um questionário da atividade física para adolescentes. *Revista de Saúde Pública*, 40(5): 802-809, 2006.
- FOSS, Merle L. & KETEVIAN, Steven J. Tradução de Giuseppe Taranto. *Bases fisiológicas do exercício e do esporte*. 6. ed. Rio Janeiro: Guanabara, 2000. p. 73-405.
- GHORAYEB, Nabil & BARROS NETO, Turíbio L. de. *O exercício – preparação fisiológicas, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos*. 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2004.
- GUEDES, Dartagnan P. & GUEDES, Joana Elisabete R. P. *Manual prático para avaliação em educação física*. 1. ed. Barueri: Manole, 2006.
- KISS, Maria Augusta P. D. M. *Esporte e exercício: avaliação e prescrição*. São Paulo: Roca, 2003. p. 63-91.
- LEMURA, Linda M. & DUVILLARD, Serge P. V. *Fisiologia do exercício clínico: aplicação e princípios fisiológicos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 257-311.
- MACHADO, Fabiana A.; GUGLIELMO, Luiz Guilherme A. & DENADAI, Benedito S. Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 8(1): 1-6, 2008.
- MARANHÃO NETO, Geraldo de A. Alguns indicadores de adiposidade e tempo gasto assistindo TV em adolescentes obesos. *Revista Brasileira de Educação Física e Saúde*, 5(3): 52-57, 2000.
- MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I. & KATCH, Victor L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 181-205.
- \_\_\_\_\_. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 178-201.

## REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 229-837.

OLIVEIRA, Arli R. de. Fatores influenciadores na determinação do nível de aptidão física em crianças. *Synopsis*, Curitiba, v. 7, p. 53, 1996.

ORTEGA, Francisco B.; TRESACO, Beatriz; RUIZ, Jonatan R.; MORENO, Luis A.; MARTIN-MATILLAS, Miguel; MESA, Jose L.; WARNBERG, Julia; BUENO, Manuel; TERCEDOR, P.; GUTIÉRREZ, Ángel. & CASTILHO, Manuel J. – AVENA STUDY GROUP. Cardiorespiratory fitness and sedentary activities are associated with adiposity. *Obesity*, 15(06): 1.589-1.599, 2007.

ROBERGS, Robert A. & ROBERTS, Scott O. *Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para aptidão, desempenho e saúde*. São Paulo: Phorte, 2002. p. 340-351.

RODRIGUES, Anabel N.; PERES, Anselmo J.; CARLETTI, Luciana; BISSOLI, Nazaré S. & ABREU, Gláucia R. Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *Jornal de Pediatria*, Rio de Janeiro, 82: 426-430, 2006.

ROWLAND, Thomas W. The development of exercise ability and capacity through childhood: a developmental overview. In: EXERCISE TESTING IN CHILDREN OF EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY – ERS 16<sup>TH</sup> ANNUAL CONGRESS. September, 9-21; Munich, 2006.

TOURINHO FILHO, Hugo & TOURINHO, Lilian Simone P. R. Crianças, adolescentes e atividade física: aspectos

maturacionais e funcionais. *Revista Paulista de Educação Física*, 12(1): 71-84, janeiro/junho, 1998.

TRITSCHLER, Kathleen A. *Medida e avaliação em educação física e esportes de Barrow & McGee*. 5. ed. Barueri: Manole, 2003. p. 273-305.

ULI, Naveen; SUNDARARAJAN, Sumana & CUTLER, Leona. Treatment of childhood obesity. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes & Obesity*, 15: 37-47, 2008.

UNNITHAN, Viswanath. How is it done? Equipment, methods and normal values for pediatric exercise testing. In: EXERCISE TESTING IN CHILDREN OF EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY – ERS 16<sup>TH</sup> ANNUAL CONGRESS. September, 23-44; Munich, 2006.

VILLARES, Sandra Mara F.; RIBEIRO, Maurício M. & SILVA, Alexandre G. da. Obesidade infantil e exercício. *Revista Abeso*, edição n. 13, ano IV, abril de 2003. Disponível em: <<http://www.abeso.org.br>>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2006.

WHITLOCK, Evelyn P.; WILLIAMS, Selvi B.; GOLD, Rachel; SMITH, Paula R. & SHIPMAN, Scott A. Screening and interventions for childhood overweight: a summary of evidence for the US preventive services task force. *Pediatrics*, v. 116, n. 1, p. 125-144, July, 2005. Disponível em: <<http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/116/1/e125>>. Acesso em: 10 de setembro de 2008.

WILMORE, Jack H. & COSTILL, David L. *Fisiologia do esporte e do exercício*. 1. ed. Barueri: Manole, 2001. p. 518-531.

**Endereço para correspondência:**

Silene Barbosa Montoro. E-mail para correspondência: [silenemontoro@gmail.com](mailto:silenemontoro@gmail.com)