

CARACTERÍSTICAS AERÓBIAS E ANAERÓBIAS DE MESATENISTAS BRASILEIROS TREINADOS

AEROBIC AND ANAEROBIC CHARACTERISTICS OF BRAZILIAN TRAINED TABLE TENNIS PLAYERS

Alessandro Moura Zagatto*
Claudio Alexandre Gobatto**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar, em mesatenistas bem treinados, as aptidões aeróbia e anaeróbia. Participaram do presente estudo oito mesatenistas brasileiros treinados do sexo masculino (18 ± 2 anos). Os sujeitos foram submetidos a um teste incremental específico para determinação do consumo pico de oxigênio ($\dot{V}O_{2PICO}$), intensidade associada ao $\dot{V}O_{2PICO}$ ($i\dot{V}O_{2PICO}$) e do ponto de compensação respiratório (PCR) e a dois testes de esforço repetitivo, sendo o teste de RAST e o índice anaeróbio alático (IAA), para determinação dos índices anaeróbios. O $\dot{V}O_{2PICO}$ correspondeu a $50,5 \pm 4,4 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$, a $i\dot{V}O_{2PICO}$ a $52,1 \pm 9,6 \text{ bolas min}^{-1}$ e o PCR a $44,9 \pm 8,0 \text{ bolas min}^{-1}$. No RAST, a potência pico (PP) e a potência média (PM) relativa corresponderam a $9,0 \pm 1,3 \text{ W kg}^{-1}$ e $7,0 \pm 0,9 \text{ W kg}^{-1}$, respectivamente, enquanto que o IAA foi $1,14 \pm 0,51 \text{ mM/m s}^{-1}$. Esses valores de $\dot{V}O_{2PICO}$ e dos parâmetros anaeróbios quando comparados a valores de outros esportes com raquetes caracterizaram que mesatenistas brasileiros treinados apresentam potência aeróbia moderada e potência anaeróbia é baixa.

Palavras-chave: Potência anaeróbia. Capacidade aeróbia. Consumo pico de oxigênio. Índice anaeróbio alático. RAST.

INTRODUÇÃO

Os esportes com raquetes, representados principalmente pelo tênis, badminton, tênis de mesa e squash, possuem características intermitentes evidenciados por curtos períodos de esforços seguidos por breves períodos de pausa (MOREL; ZAGATTO, 2008; ZAGATTO, PAPOTI; GOBATTO, 2008b, ZAGATTO; MOREL; GOBATTO, 2010). Na execução da habilidade técnica específica, esses esportes são caracterizados por movimentos de resistência aeróbia, potência, velocidade e agilidade de membros superiores e inferiores, que são fatores predominantes no jogo e altamente associados com o desempenho na competição (KOVACS, 2007; ROETERT et al., 1996).

Do ponto de vista bioenergético, os esportes com raquetes apresentam maior contribuição da via anaeróbia alática durante os períodos de esforços (KOVACS, 2007; SMEKAL et al.,

2001; ZAGATTO; MOREL; GOBATTO, 2010), mas com maior predominância do sistema aeróbio durante o jogo pela duração total do jogo, que pode variar de 20 min no tênis de mesa, até horas no tênis (LEES, 2003; ZAGATTO; MOREL; GOBATTO, 2010). Desse modo, o sistema aeróbio apresenta uma importante função na rápida recuperação do sistema anaeróbio durante os momentos de pausa, no qual possibilita uma condição ideal ao atleta para realizar uma nova disputa do ponto e também para o próximo jogo, já que em uma competição desses esportes o atleta disputa vários jogos no mesmo dia (GIRARD et al., 2006a, 2006b; ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2008a).

O tênis de mesa é um dos esportes com raquetes que apresenta um dos menores períodos de esforços ($\approx 3 \text{ s}$) (ZAGATTO; MOREL; GOBATTO, 2010). Assim, além da importância aeróbia, participação do sistema anaeróbio

* Doutor. Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (Unesp), Bauru-SP, Brasil.

** Doutor. Docente na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Limeira-SP, Brasil.

alático é mais evidente. Desse modo, espera-se de um mesatenista uma boa aptidão anaeróbia, que é utilizada nos momentos de esforços, e uma boa aptidão aeróbia, que possibilita uma rápida recuperação do sistema anaeróbio. Apesar da necessidade em aprimorar suas capacidades físicas, não são encontrados muitos trabalhos na literatura que mensuraram esses parâmetros mesatenistas (MOREL; ZAGATTO, 2008; ZAGATTO et al., 2004; ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2008a, 2008b; ZAGATTO; MIRANDA; GOBATTO, 2011).

Até o presente momento, a maioria dos trabalhos encontrados na literatura tem avaliado a aptidão aeróbia em mesatenistas estimando a intensidade de máximo equilíbrio fisiológico (capacidade aeróbia) em procedimento específico utilizando um lançador de bolas como ergômetro (ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2008a; ZAGATTO; MIRANDA; GOBATTO, 2011). Contudo, pouco se sabe sobre o consumo pico de oxigênio ($\dot{V}O_{2PICO}$) e a intensidade associado ao $\dot{V}O_{2PICO}$, que corresponde a um índice de potência aeróbia e muito associado ao desempenho esportivo (BISHOP; EDGE, 2006).

Contrariamente ao componente aeróbio, onde são encontrados ao menos alguns estudos que utilizaram procedimentos específicos para o tênis de mesa, estudos mensurando o componente anaeróbio (capacidade e potência anaeróbia) ainda são escassos, inclusive em testes laboratoriais. Na literatura foram encontrados apenas três trabalhos que mensuraram o componente anaeróbio em mesatenista e que utilizaram o teste de Wingate em cicloergômetro para mensurar a potência anaeróbia (ALLEN, 1991; KONDRIC; MILIC; FURJAN-MANDIC, 2007; ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2008b). Porém, apesar do teste de Wingate em cicloergômetro ser procedimento válido para estimar a aptidão anaeróbia, o Wingate não respeita a validade ecológica do tênis de mesa. Pela grande dificuldade em padronizar, ou mesmo adaptar um teste anaeróbio em situação específica para o tênis de mesa, esse parâmetro deveria ser mensurado ao menos em um modo de deslocamento como a corrida, que é o meio de locomoção mais comum na maioria dos esportes. Em adição, como o tênis de mesa envolve atividade do sistema aeróbio e

anaeróbio, a verificação de associação entre os parâmetros aeróbio e anaeróbio seria interessante para a caracterização fisiológica dessa modalidade, no qual seria esperada uma forte correlação pela função do metabolismo aeróbio em realizar uma rápida recuperação do sistema anaeróbio durante os momentos de repouso (BISHOP; EDGE, 2006). Desse modo, baseado na necessidade de mais informações sobre os componentes aeróbio e anaeróbio de mesatenista, os objetivos desse trabalho foram: 1) mensurar o consumo pico de oxigênio ($\dot{V}O_{2PICO}$), a intensidade associada ao $\dot{V}O_{2PICO}$ ($i\dot{V}O_{2PICO}$) e o ponto de compensação respiratório (PCR) em teste específico, que representam índices aeróbios e; 2) mensurar a potência anaeróbia e o desempenho anaeróbio alático, que são considerados índices anaeróbios, por meio de dois testes de corridas repetidas; 3) verificar as possíveis associações entre os parâmetros aeróbios e anaeróbios.

MÉTODOS

Sujeitos

Oito mesatenistas do sexo masculino (18 ± 2 anos; $64,2 \pm 12,7$ kg; $172,9 \pm 8,7$ cm de estatura e $176,8 \pm 10,9$ cm de envergadura de membro superior) participaram voluntariamente do estudo e eram atletas de duas equipes de tênis de mesa do Estado de São Paulo. Como critério de inclusão no estudo, foram selecionados apenas mesatenistas que estavam envolvidos em um programa de treinamento regular, sistemático e periodizado, que participavam regularmente de competições de nível estadual e nacional a pelo menos quatro anos, e que nos últimos dois anos ficaram entre os oitos primeiros colocados em alguma etapa dos campeonatos do circuito estadual ou nacional de tênis de mesa. Assim, a amostra selecionada foi considerada tecnicamente representativa da população de mesatenistas brasileiros de bom nível técnico. Os participantes foram informados dos riscos e benefícios dos procedimentos experimentais e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da realização dos testes. Para atletas menores de 18 anos, o documento foi assinado por um responsável legal. Os

procedimentos metodológicos foram encaminhados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus Rio Claro (Processo nº 2982).

PROCEDIMENTOS

Os participantes foram submetidos a um teste incremental máximo realizado na mesa de tênis de mesa (ZAGATTO; MIRANDA; GOBATTO, 2011), ao teste de RAST (ZAGATTO; BECK; GOBATTO, 2009) e a um teste de corridas repetidas para mensuração do índice anaeróbio alático (IAA) (SILVA et al., 2008), que foram aplicados em um período de duas semanas respeitando um intervalo mínimo de 48h entre cada sessão de exercício. Em todos os testes, um forte encorajamento verbal foi aplicado como estímulo para realização de esforço máximo.

DETERMINAÇÃO DA APTIDÃO AERÓBIA

Teste incremental específico para o tênis de mesa:

Os jogadores foram submetidos a um teste incremental máximo para determinação do consumo pico de oxigênio ($\dot{V}O_{2PICO}$), da mínima intensidade em que o $\dot{V}O_{2PICO}$ foi alcançado ($i\dot{V}O_{2PICO}$) e do ponto de compensação respiratório (PCR).

O teste foi realizado em procedimento específico, na mesa de tênis de mesa, com os participantes rebatendo bolas disparadas por um lançador de bolas mecânico roboPro plus Tibhar (Tibhar, Alemanha) em ataques regulares e constantes apenas de *forehand*. O lançador de bolas mecânico (roboPro plus Tibhar, Alemanha) foi ajustado para lançar bolas em sua amplitude máxima, que correspondeu à unidade arbitrária 5 no controle do equipamento. A velocidade de lançamento de bola foi mantida constante durante todo o teste (unidade arbitrária 4 - aproximadamente 35 km.h⁻¹), enquanto que a intensidade de exercício foi alterada controlando a frequência de lançamento de bolas (ZAGATTO; MIRANDA; GOBATTO, 2011). O lançamento das bolas foi ajustado para que os

quiques (contato da bola com a mesa) ocorressem entre 50 a 60 cm à frente da rede e aproximadamente 30 a 40 cm lateralmente a linha central da mesa, para simular a resposta de um adversário no jogo (MOREL ; ZAGATTO, 2008).

O teste incremental máximo consistiu em intensidade inicial de 30 bolas.min⁻¹, que foi aumentada em quatro bolas.min⁻¹ após cada estágio de 2 min de exercício até a exustão voluntária do participante. Durante o teste incremental, o consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) foi mensurado a cada ciclo de três respirações por um analisador metabólico portátil (VO2000, Medgraphics, EUA), que foi calibrado antes de cada teste seguindo as recomendações do fabricante. O $\dot{V}O_{2PICO}$ foi considerado como a mais alta média de $\dot{V}O_2$ obtida nos últimos 30 s de esforço, enquanto que a $i\dot{V}O_{2PICO}$ foi considerada como a mínima intensidade de exercício em que o $\dot{V}O_{2PICO}$ foi alcançado. O PCR foi correspondente à intensidade de aumento de ambos equivalentes ventilatórios de oxigênio ($\dot{V}_E/\dot{V}O_2$) e de dióxido de carbono ($\dot{V}_E/\dot{V}CO_2$), como determinado por Zagatto, Miranda e Gobatto (2011) no tênis de mesa.

DETERMINAÇÃO DA APTIDÃO ANAERÓBIA

Mensuração da Potência Anaeróbia Máxima:

Para determinação da potência anaeróbia máxima foi utilizado o teste de corrida anaeróbia de RAST (ZAGATTO; BECK; GOBATTO, 2009). Antes da aplicação do teste, a massa corporal total dos sujeitos foi mensurada (incluindo todas as vestimentas usadas durante o esforço). O RAST consistiu na realização de seis corridas máximas na distância de 35 m intercaladas por repouso de 10 s. Durante o teste, o tempo de corrida foi mensurado utilizando um sistema de fotocélulas (Cefise, Nova Odessa, Brasil), enquanto que o intervalo de descanso (10 s) foi controlado pelo software *speed test 6.0* (Cefise, Nova Odessa, Brasil). Após o término do teste foram coletas 25 microlitros de sangue do lóbulo da orelha aos 3, 5 e 7 min para mensuração da

concentração pico de lactato. A potência (P) de esforço foi determinada em cada corrida por meio da equação 1, que possibilitou posteriormente a determinação da potência pico (PP= maior obtida no teste), potência média (PM=média dos 6 esforços) e índice de fadiga (IF=[PP-P mínima]/PP] 100) (ZAGATTO; BECK; GOBATTO, 2009).

Potência = (massa corporal total Distância²)/Tempo³ (Equação 1).

Desempenho anaeróbio alático:

O desempenho anaeróbio alático foi estimado por meio do índice anaeróbio alático (IAA) (SILVA et al., 2008), que foi determinado durante um teste de esforços repetitivos. O teste de esforços (corridas) repetitivos consistiu na realização de cinco esforços máximos na distância de 30 m intercalados por pausa de 60 s. O tempo de corrida foi mensurado utilizando um sistema de fotocélulas (Cefise, Nova Odessa, Brasil), enquanto que o intervalo de descanso foi controlado pelo software speed test 6.0 (Cefise, Nova Odessa, Brasil). Após o término do teste foram coletas 25 µL de sangue do lóbulo da orelha aos 3, 5 e 7 min para mensuração da concentração pico de lactato. O índice anaeróbio alático (IAA) foi considerado como a razão entre a concentração de lactato pico ([LAC]_{PICO}) e a

velocidade média obtidas nas corridas (Vmed) (IAA=[LAC]_{PICO}/Vmed) (SILVA et al., 2008).

Análise sanguínea

As amostras de sangue coletas nos testes de RAST e no teste de desempenho anaeróbio alático para determinação do IAA foram analisadas em lactímetro eletroquímico YSI 1500 Sport (YSI, Ohio, EUA). O equipamento foi calibrado com amostras de lactato conhecidas de 5 mM e foi verificada a confiabilidade da calibração a cada cinco amostras lidas. A linearidade do equipamento foi testada por meio de leituras de amostras de lactato conhecidas, que foram correspondentes a 5, 15 e 30 mM.

Análise Estatística

Os resultados foram expressos em média ± desvio-padrão e intervalo de confiança de 95%. A análise da associação entre os índices aeróbios e anaeróbios foi realizada utilizando o teste de correlação produto-momento de *Pearson*, adotando nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Os valores de $\dot{V}O_{2PICO}$, $i\dot{V}O_{2PICO}$, PCR e da intensidade do PCR relativo a $i\dot{V}O_{2PICO}$ são apresentados na Tabela 1. Na Tabela 2 são apresentadas as variáveis mensuradas no teste de RAST e no teste de desempenho anaeróbio alático.

Tabela 1 - Consumo pico de oxigênio ($\dot{V}O_{2PICO}$), mínima intensidade em que o $\dot{V}O_{2PICO}$ foi atingido ($i\dot{V}O_{2PICO}$), ponto de compensação respiratório (PCR) e intensidade do correspondente ao PCR relativa à $i\dot{V}O_{2PICO}$, que representam os parâmetros aeróbios (potência e capacidade aeróbia) e foram mensurados em teste específico para o tênis de mesa.

	Média ± DP	Intervalo de Confiança 95%
$\dot{V}O_{2PICO}$ (ml kg ⁻¹ min ⁻¹)	50,5 ± 4,4	46,8 – 54,1
$i\dot{V}O_{2PICO}$ (bolas min ⁻¹)	52,1 ± 9,6	44,0 – 60,1
PCR (bolas min ⁻¹)	44,9 ± 8,0	37,5 – 52,3
PCR relativo a $i\dot{V}O_{2PICO}$ (%)	84,3 ± 11,8	73,4 – 95,4

Tabela 2 - Resultados dos parâmetros anaeróbios mensurados por meio do teste de RAST e do índice anaeróbio alático em mesatenistas.

	Média ± DP	Intervalo de Confiança 95%
RAST		
PP (W)	523,6 ± 69,5	459,2 – 587,9
PM (W)	408,0 ± 61,3	351,2 – 464,7
PPr (W kg ⁻¹)	9,0 ± 1,3	7,8 – 10,3
PMr (W kg ⁻¹)	7,0 ± 0,9	6,2 – 7,8
IF (%)	37,3 ± 9,3	28,7 – 45,9
Vmáx (m s ⁻¹)	7,2 ± 1,3	6,0 – 8,4
[LAC] _{PICO} (mM)	12,3 ± 2,2	9,9 – 14,6
IAA		
Vmed (m s ⁻¹)	6,62 ± 0,31	6,36 – 6,88
Vmáx (m s ⁻¹)	6,78 ± 0,32	6,51 – 7,05
[LAC] _{PICO} (mM)	7,51 ± 3,30	4,75 – 10,26
IAA (mM/m s ⁻¹)	1,14 ± 0,51	0,71 – 1,60
Tmed (s)	4,55 ± 0,22	4,36 – 4,73

PP – potência pico; PM – potência média; PPr – potência pico relativa à massa corporal total; PMr – potência média relativa à massa corporal total; IF – índice de fadiga; Vmáx – velocidade máxima de corrida; [LAC]_{PICO} – concentração de lactato pico; Vmed – velocidade média; IAA – índice anaeróbio alático; Tmed – médio do tempo de corrida.

Na associação entre os parâmetros aeróbios e anaeróbios, foram encontradas significativas, porém negativas correlações do $\dot{V}O_{2PICO}$ com a PP ($r = -0,76$; $p = 0,047$), PPr ($r = -0,86$; $p = 0,012$), PMr ($r = -0,85$; $p = 0,014$) e com Vmáx ($r = -0,82$; $p = 0,023$) mensuradas no RAST.

DISCUSSÃO

Os principais avanços deste estudo foram as mensurações do $\dot{V}O_{2PICO}$, $i\dot{V}O_{2PICO}$ e do PCR em procedimento específico para o tênis de mesa; a determinação da potência anaeróbia e do índice anaeróbio alático por meio de corrida repetidas e; as associações significativas, mas negativas, do $\dot{V}O_{2PICO}$ com PP, PPr, PMr e Vmáx mensuradas no RAST. O estudo tem carácter descritivo que possibilita o conhecimento das aptidões aeróbias e anaeróbias de mesatenistas bem treinados e pode ser adotado como valores padrões para a interpretação do nível de desempenho na avaliação de atletas dessa modalidade.

Considerando a maior participação aeróbia durante o jogo (ZAGATTO; MOREL; GOBATTO, 2010), que é responsável pela rápida recuperação do sistema anaeróbio nos períodos de pausa entre cada esforço (rali), foram mensuradas a potência e a capacidade aeróbia dos mesatenistas determinando o

$\dot{V}O_{2PICO}$, $i\dot{V}O_{2PICO}$ e PCR, respectivamente. Estudos com mesatenistas são muito escassos e a maioria dos parâmetros aeróbios mensurados em mesatenistas foram mensurados em esteira (MOREL; ZAGATTO, 2008; SOCHOMEL, 2010) ou cicloergômetro (ZAGATTO et al., 2004; ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2009).

Nos últimos anos, nosso grupo de pesquisa tem validado e aplicado testes específicos para mensuração da capacidade aeróbia no tênis de mesa por meio do limiar anaeróbio (MOREL, ZAGATTO, 2008; ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2008a, 2009), lactato mínimo (MOREL; ZAGATTO, 2008; ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2009), potência crítica (ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2008a; ZAGATTO; MIRANDA; GOBATTO, 2011) e máxima fase estável de lactato (ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2008a). Apesar da capacidade aeróbia em mesatenistas já ser conhecida, o consumo máximo de oxigênio é ainda pouco conhecido.

No presente estudo, o PCR (Tabela 1) foi similar ao PCR ($47,4 \pm 3,4$ bolas•min⁻¹; $81,9 \pm 3,4\%$ da $i\dot{V}O_{2PICO}$) mensurado por Zagatto, Miranda e Gobatto (2011) em atletas de nível semelhante utilizando o mesmo procedimento e ergômetro. O valor do PCR verificado nesse estudo é superior ao valor de frequência crítica verificado no estudo de Zagatto, Papoti e Gobatto (2009) ($48,1 \pm 6,8$ bolas min⁻¹) e Zagatto,

Papoti e Gobatto (2008a) ($39,9 \pm 3,3$ bolas min^{-1}) mensurados em atletas bem treinados. Porém, essa discrepância nos resultados pode ser explicada pelos diferentes protocolos utilizados e principalmente pela utilização de um lançador de bolas que disparava bolas em quatro locais diferentes da mesa nos estudos de Zagatto, Papoti e Gobatto (2008a) e Zagatto, Papoti e Gobatto (2009) ao invés de lançamentos em dois locais como utilizado no presente estudo. Aparentemente, o disparo da bola em dois pontos da mesa com amplitude de disparo da bola similar utilizando no presente estudo comparado ao teste de quatro pontos de disparo (ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2008a, 2009) resultaria em maior sobrecarga de esforço para o atleta percorrer maior distância entre um ponto e outro, mesmo com frequência de disparo similar. No entanto, essa foi uma limitação do lançador de bolas utilizado (roboPro plus Tibhar, Alemanha), que permitia apenas o lançamento em dois pontos da mesa.

Em mesatenistas, o $\dot{V}O_{2\text{PICO}}$ só havia sido mensurado em procedimento específico no recente estudo de Zagatto, Miranda e Gobatto (2011), que verificou $\dot{V}O_{2\text{PICO}}$ de $49,8 \pm 1,1$ $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$. Um dos pontos mais relevantes dos nossos resultados é que, apesar do sistema aeróbio ser o principal no jogo do tênis de mesa, a potência aeróbia máxima mensurada em teste específico de nossos atletas (Tabela 1) foi similar a de atletas regionais europeus ($48,6 \pm 4,8$ $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$), inferior a atletas de elite ($62,1 \pm 5,1$ $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$) (SOCHOMEL, 2010) e também inferior ao verificado em atletas de outros esportes com raquete, como squash (≈ 64 $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$) (GIRARD et al., 2005) ou mesmo tênis (≈ 60 $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$) (GIRARD et al., 2006a; KOVACS, 2007; SMEKAL et al., 2001). Pode ter ocorrido essa diferença pela maior ênfase ao treinamento técnico e tático em mesa em detrimento ao treinamento físico realizado pelos brasileiros. Porém, no estudo de Sochomel (2010), o $\dot{V}O_{2\text{PICO}}$ foi mensurado em corrida em esteira, o que ter possibilitado o maior valor de $\dot{V}O_{2\text{PICO}}$. Apesar do estudo de Sperlich et al. (2011), mostrar que demanda energética exigida durante o jogo ($\dot{V}O_2$ de $25,6 \pm 10,1$ $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$) e durante os treinamentos ($\dot{V}O_2$ de $23,5 \pm 7,3$ $\text{mL kg}^{-1} \text{min}^{-1}$) de tênis de mesa é baixa, ainda existe a necessidade desse valor de $\dot{V}O_{2\text{PICO}}$ ser melhorado em mesatenistas brasileiros, para que esses possam competir de igual para igual com atletas europeus e asiáticos.

Embora o tênis de mesa seja muito dependente da habilidade técnica, que envolve o sistema ATP-CP na potência dos golpes, o sistema aeróbio é o principal responsável pela rápida recuperação dos sistemas anaeróbio nos períodos de pausa (BISHOP; EDGE, 2006; ZAGATTO; MOREL; GOBATTO, 2010). Assim, um grande avanço foi a conhecimento do $\dot{V}O_{2\text{PICO}}$, $i\dot{V}O_{2\text{PICO}}$ e PCR em mesatenistas brasileiros bem treinados, que poderá servir de parâmetro para a comparação com outros atletas e principalmente, ser utilizado como parâmetros para a prescrição do exercício de modo mais individualizado.

Em relação à aptidão anaeróbia, apesar de ser o principal sistema energético nos momentos de esforços no jogo de tênis de mesa (principalmente o sistema anaeróbio alático), esse componente é o menos investigado cientificamente. Dos estudos encontrados na literatura que determinaram a aptidão anaeróbia em mesatenistas, todos utilizaram o teste de Wingate (ALLEN, 1991; KONDRIC; MILIC; FURJAN-MANDIC, 2007; ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2008b). Em um estudo isolado, Zagatto, Papoti e Gobatto (2008b) investigaram a possibilidade de utilizar um teste específico para a mensuração da capacidade de trabalho anaeróbio por meio do modelo de potência crítica, mas esse parâmetro não foi considerado válido.

Apesar de o teste de Wingate ser um bom e válido procedimento para mensuração da potência anaeróbia máxima, o Wingate é um teste que utiliza principalmente o cicloergômetro como ergômetro e que possui atividade motora diferente da envolvida no tênis de mesa. Assim, a utilização de um teste que possua a corrida como meio de locomoção, apesar de não específico para essa modalidade, resultaria em um parâmetro muito mais específico que o cicloergômetro. Desse modo, nós utilizamos o RAST que é uma adaptação do teste de Wingate para a corrida, que já é utilizado na valiação de esportes como o futebol (LOURES et al., 2008) e basquete (BALCIUNAS et al., 2006) e handebol (ROSEGUINI; SILVA; GOBATTO, 2008), que utilizam a corrida como modo de deslocamento.

Zagatto, Beck e Gobatto (2009) aplicaram o RAST em militares moderadamente ativos e verificaram uma PPr de $10,17 \pm 1,54$ $\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($751,04 \pm 123,63$ W) e PMr $8,10 \pm 1,03$ $\text{W}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($590,62 \pm 90,79$ W), enquanto que Roseguini, Silva e Gobatto (2008) descreveram uma PPr de

$7,68 \pm 1,53 \text{ W kg}^{-1}$ ($649,98 \pm 82,70 \text{ W}$) e PMr de $6,26 \pm 1,26 \text{ W kg}^{-1}$ ($529,32 \pm 69,71 \text{ W}$) em jogadores de handebol mensuradas também utilizando o RAST. Os valores de PPr e PMr (Tabela 2) no presente estudo foram inferiores que o verificado por Zagatto, Beck e Gobatto (2009), porém superiores ao encontrado no handebol (ROSEGUINI; SILVA; GOBATTO 2008), esporte que possui uma maior predominância aeróbia. No entanto, como o tênis de mesa é um esporte predominantemente anaeróbio alático durante os esforços (ZAGATTO; MOREL; GOBATTO, 2010), podemos verificar que os valores obtidos para os atletas em nosso estudo são relativamente baixos, inferiores até mesmo aos valores de militares ativos (ZAGATTO; BECK; GOBATTO, 2009). A comparação entre os valores de potências mensurados no RAST e teste de Wingate parece não ser recomendada, pois apesar de ambos mensurarem os mesmos parâmetros, as potências mensuradas no RAST são significativamente inferiores aos mensurados no teste de Wingate por não possuir uma sobrecarga externa durante o esforço (RAST a sobrecarga correspondente a massa corporal total no deslocamento horizontal, enquanto que o Wingate a sobrecarga corresponde a aproximadamente 7,5% da massa corporal total; ZAGATTO; BECK; GOBATTO, 2009).

Como o teste de Wingate é um teste que estima a potência anaeróbia alática por meio da PP e a atividade do sistema glicolítico por meio da PM, do IF da concentração de lactato pico, nós optamos também por utilizar outro procedimento para estimar a atividade do sistema anaeróbio alático, já que é o principal em atividade no tênis de mesa. Para isso, o desempenho anaeróbio alático foi também estimado utilizando o índice anaeróbio alático (IAA) (SILVA et al., 2008).

O IAA é baseado na razão da resposta lactacidêmica pela velocidade média após a execução de cinco corridas máximas na distância de 30 m intercalados por um período de 60 s. O IAA basea-se em que, quanto maior for a aptidão alática do atleta, maior será a velocidade média e menor será a sua concentração de lactato pico após o exercício, pois quanto maior for a capacidade do sistema

alático mais lenta será a transição para o sistema glicolítico, resultado em uma menor resposta lactacidêmica e menor valor de IAA. Contudo, poucos estudos têm utilizado o IAA. Silva et al., (2008) mensuraram o IAA em três períodos do programa de treinamento (início, após 6 semanas e após 12 semanas) em futebolistas profissionais e verificaram valores de $0,96 \pm 0,38 \text{ mM/m s}^{-1}$, $0,87 \pm 0,06 \text{ mM/m s}^{-1}$ e $0,79 \pm 0,05$, respectivamente. Em nosso estudo, o IAA foi de $1,14 \pm 0,51 \text{ mM/m} \cdot \text{s}^{-1}$. Esse IAA é superior ao verificado em futebolista (SILVA et al., 2008), que necessita de um menor desempenho anaeróbio alático em relação aos nos mesatenista. Esse maior valor pode ser resultado de uma maior produção de lactato (atividade glicolítica), menor velocidade média nas corridas ou pela associação de ambos os fatores, assim, indicando um baixo desempenho anaeróbio alático.

Desse modo, nossos achados apontam que a aptidão aeróbia de mesatenistas é inferior à verificada nos outros esportes com raquetes; enquanto que a aptidão anaeróbia, tanto os parâmetros do RAST quanto o IAA, também foi considerada baixa, sendo menores que pessoas moderadamente ativas (ZAGATTO; PAPOTI; GOBATTO, 2009) ou mesmo atletas de outras modalidades esportivas com predominância aeróbia (ROSEGUINI; SILVA; GOBATTO, 2008; SILVA et al., 2008). Esses achados apresentam alta relevância, sinalizando para a necessidade em melhorar os parâmetros aeróbias e anaeróbios dos mesatenistas brasileiros, que parece estar abaixo dos valores de mesatenistas europeus (potência aeróbia; jogadores que estão ranqueados entre os primeiros do mundo da modalidade) e até mesmo inferiores a indivíduos fisicamente ativos (parâmetros anaeróbios). Assim, nossos resultados apresentam para técnicos, treinadores e atletas como efetivamente estão as aptidões aeróbias e anaeróbias dos mesatenistas brasileiros, podendo ser utilizado como parâmetros de referência para essa modalidade esportiva ao mesmo ser parâmetros utilizados para a prescrição de treino.

A baixa potência aeróbia dos mesatenistas, que pode ser resultado da baixa demanda energética solicitada durante o treino e no jogo (SPERLICH et al., 2011), é também evidenciada pelas significativas, porém negativas correlações entre $\dot{V}O_{2\text{PICO}}$ e a PP, PPr, PMr e Vmáx

mensuradas no RAST. Essa relação entre esforços anaeróbios repetitivos e $\dot{V}O_{2PICO}$ foi descrita por Bishop e Edge (2006), relatando a importância do $\dot{V}O_{2PICO}$ na recuperação do sistema anaeróbio e na importância do $\dot{V}O_{2PICO}$ para possibilitar a manutenção de esforços anaeróbios repetitivos. Porém, isso não significa que apenas treinando anaerobiamente o atleta apresentará uma potência aeróbia elevada. Assim, os valores $\dot{V}O_{2PICO}$ obtidos no presente estudo e a falta de correlação entre os parâmetros aeróbios e anaeróbios relatam a necessidade de maior atenção ao treinamento aeróbio nesses atletas, além da necessidade de melhorar a aptidão anaeróbia.

A utilização de procedimentos não específico para avaliar a aptidão anaeróbia dos mesatenistas pode ser considerada um fator limitante do estudo. Até o presente momento, desconhecemos um procedimento válido para mensurar a aptidão

anaeróbia de mesatenistas em teste específico. Assim, o uso do RAST e o IAA foram as melhores alternativas encontradas para avaliar os parâmetros anaeróbios nesses atletas. Outra limitação do estudo foi a amostra relativamente pequena (n=8). Por se tratar de atletas bem treinados em tênis de mesa, encontramos dificuldades em obter um número significativo de atletas, mesmo avaliando duas equipes de tênis de mesa. Desse modo, consideramos uma amostra boa para atletas de desempenho nacional alto.

Podemos concluir que a aptidão aeróbia de mesatenistas brasileiros bem treinados é considerada moderada, equanto a aptidão anaeróbia baixa em relação a outros esportes com raquetes e outras modalidade esportivas. No entanto, mais estudos são necessários para caracterizar esses mesmos parâmetros em atletas de outros níveis técnicos, assim como em diferentes gêneros.

AEROBIC AND ANAEROBIC CHARACTERISTICS OF BRAZILIAN TRAINED TABLE TENNIS PLAYERS

ABSTRACT

The purposes of this study were to determine the aerobic conditioning and anaerobic conditioning in trained table tennis players. Eight Brazilian male table tennis players (18±2 years) participated of the study. Subjects performed graded exercise test in specific procedure to measure peak oxygen uptake ($\dot{V}O_{2PEAK}$), intensity associated at $\dot{V}O_{2PEAK}$ ($i\dot{V}O_{2PEAK}$) and respiratory compensation point (RCP), and two repeated-sprint ability tests (i.e., RAST and alactic anaerobic index (AAI)), which were considered as anaerobic parameters. $\dot{V}O_{2PEAK}$ corresponded to 50.5±4.4ml kg⁻¹ min⁻¹, $i\dot{V}O_{2PEAK}$ to 52.1±9.6balls min⁻¹ e o RCP 44.9±8.0balls min⁻¹. Peak power (PP) and mean power (MP) relative to body mass (PPr and MPr, respectively) measured during RAST were 9.0±1.3W kg⁻¹ and 7.0±0.9W kg⁻¹, respectively, whereas AAI (i.e., ratio of blood lactate and average speed) was 1.14±0.51mM/m s⁻¹. Thus, we can conclude that trained Brazilian table tennis players have moderated aerobic power, low anaerobic conditioning.

Keywords: Anaerobic power. Aerobic capacity. Peak oxygen uptake. A-lactic anaerobic index. RAST.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, G.D. Physiological characteristics of elite Australian table tennis athletes and their responses to high level competition. **Journal of Human Movement Studies**, London, v. 20, no. 3, p. 133-147, 1991.
- BALCIUNAS, M.; STONKUS, S.; ABRANTES, C.; SAMPAIO, J. Long term effects of different training modalities on power, speed, skill and anaerobic capacity in young male basketball players. **Journal of Sports Science and Medicine**, Ankara, v. 5, no.1, p. 163-170, 2006.
- BISHOP, D.; EDGE, J. Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. **European Journal of Applied Physiology**, Heidelberg, v. 97, no. 4, p. 373-379, 2006.
- GIRARD, O.; CHEVALIER, R.; LEVEQUE, F.; MICALLEF, J.P.; MILLET, G.P.. Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 40, no. 9, p. 791-796, 2006a.
- GIRARD, O.; LATTIER, J.; MICALLEF, J. P.; MILLET, G. P. Changes in exercise characteristics, maximal voluntary contraction, and explosive strength during prolonged tennis playing. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 40, no. 6, p. 521-526, 2006b.
- GIRARD, O.; SCIBERRAS, P.; HABRARD, M.; HOT, P.; CHEVALIER, R.; MILLET, G. Specific incremental test in elite squash players. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 39, no. 12, p. 921-926, 2005.
- KONDRIČ, M.; MILIĆ, R.; FURJAN-MANDIĆ, G. Physiological anaerobic characteristics of Slovenian elite table tennis players. **Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Gymnica**, v. 37, no. 3, p. 69-78, 2007.
- KOVACS, M. S. Tennis physiology: training the competitive athlete. **Sports Medicine**, Auckland, v. 37, no.3, p. 189-198, 2007.
- LEES, A. Science and the major racket sports: a review. **Journal of Sports Science**, London, v. 21, no. 9, p. 707-732, 2003.

- LOURES, J. P.; KALVA FILHO, C.A.; FRANCO, V. H.; BITTENCOURT, D.; KAMINAGAKURA, E. I.; PAPOTI, M. Correlation between running anaerobic sprint test and anaerobic work capacity in soccer players. **International Journal of Exercise Science**, Bowling Green, v. 5, no. 1, p. 42-42, 2008.
- MOREL, E. A.; ZAGATTO, A. M. Adaptação dos testes de lactato mínimo, potência crítica e limiar anaeróbio para avaliação da transição anaeróbia-anaeróbia em protocolo específico para o tênis de mesa. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 14, n. 6, p. 518-522, 2008.
- ROETERT, P. E.; BROWN, S. W.; PIORKOWSKIL, P. A.; WOODS, R. B. Fitness comparisons among three different levels of elite tennis players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 10, no. 3, p. 139-143, 1996.
- ROSEGUINI, A. Z.; SILVA, A.S.R.; GOBATTO, C.A. Determinações e relações dos parâmetros anaeróbios do RAST, do limiar anaeróbio e da resposta lactacidêmica obtida no início, no intervalo e ao final de uma partida oficial de handebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 46-50, 2008.
- SILVA, A. S. R.; SANTHIAGO, V.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A. Psychological, biochemical and physiological responses of Brazilian soccer players during a training program. **Science & Sports**, Paris, v. 23, n. 2, p. 66-72, 2008.
- SMEKAL, G.; VON DUVILLARD, S. P.; RIHACEK, C.; POKAN, R.; HOFMANN, P.; BARON, R.; TSCHAN, H.; BACHL, N. A physiological profile of tennis match play. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 33, no. 6, p. 999-1005, 2001.
- SOCHOMEL, A. A Comparison of Exercise Intensity on Different Player Levels in Table Tennis. **International Journal of Table Tennis Sciences**, Japão, no. 6, p. 79-82, 2010.
- SPERLICH, B.; KOEHLER, K.; HOLMBERG, H. C.; ZINNER, C.; MESTER, J. Table Tennis: Cardiorespiratory and metabolic analysis of match and exercise in elite junior national players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 6, no. 2, p. 234-242, 2011.
- ZAGATTO, A. M.; MIRANDA, M. F.; GOBATTO, C. A. Critical power concept adapted for the specific table tennis test: comparisons between exhaustion criteria, mathematical modeling, and correlation with gas exchange parameters. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, 2011. v.32, n.7, p.503-10, 2011.
- ZAGATTO, A. M.; MOREL, E. A.; GOBATTO, C. A. Physiological responses and characteristics of table tennis match determined in official tournaments. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 24, no. 4, p. 942-949, 2010.
- ZAGATTO, A. M.; PAPOTI, M.; CAPUTO, F.; MENDES, O. C.; DENADAI, B. S.; BALDISSERA, V.; GOBATTO, C. A. Comparação entre a utilização de saliva e sangue para determinação do lactato mínimo em cicloergômetro e ergômetro de braço em mesa-tenistas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 10, no. 6, p. 475-480, 2004.
- ZAGATTO, A. M.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A. Validity of critical frequency test for measuring table tennis aerobic endurance through specific protocol. **Journal of Sports Science and Medicine**, Ankara, v. 7, no. 4, p. 461-466, 2008a.
- ZAGATTO, A. M.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A. Anaerobic capacity may not be determined by critical power model in elite table tennis players. **Journal of Sports Science and Medicine**, Ankara, v.7, no. 1, p. 54-59, 2008b.
- ZAGATTO, A. M.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A. Comparação entre ergômetros específico e convencionais na determinação da capacidade aeróbia de mesatenistas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 15, p. 204-208, 2009.
- ZAGATTO, A. M.; BECK, W. R.; GOBATTO, C. A. validity of the running anaerobic sprint test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 23, no. 6, p. 1820-1827, 2009.

Recebido em 24/02/2012

Revisado em 28/09/2012

Aceito em 03/10/2012

Endereço para correspondência:

Alessandro Moura Zagatto. Departamento de Educação Física, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, CEP 17033-360 Bauru- SP. E-mail: azagatto@yahoo.com.br