

Artigo Original

Efeito da intensidade do exercício de corrida intermitente 30s:15s no tempo de manutenção no ou próximo do VO₂max

Rafael Alves de Aguiar
Jardel Schlickmann
Tiago Turnes
Fabrizio Caputo

Laboratório de Pesquisas em Desempenho Humano, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, SC, Brasil

Resumo: O presente estudo comparou o tempo mantido acima de 90% (t90VO₂max) e de 95% VO₂max (t95VO₂max) em três diferentes intensidades de exercício. Após a realização de um teste incremental para determinar o VO₂max, oito estudantes de educação física ativos (23 ± 3 anos) executaram três sessões de exercícios intermitentes (100, 110 e 120% da velocidade do VO₂max (vVO₂max)) com razão esforço:recuperação de 30s:15s. O t95VO₂max foi significativamente maior em 110%vVO₂max (EI_{110%}) (218,1 ± 81,6 s) quando comparado a 100%vVO₂max (EI_{100%}) (91,9 ± 75,2s) e a 120%vVO₂max (EI_{120%}) (126,3 ± 29,4 s), porém sem diferença entre EI_{100%} e EI_{120%}. O t90VO₂max somente apresentou diferença significativa entre EI_{110%} e EI_{120%}. Portanto, conclui-se que durante exercício intermitente com razão 30s:15s, a intensidade de 110%vVO₂max apresenta-se mais adequada para manter o VO₂ próximo ou no VO₂max por um tempo maior.

Palavras-chave: Desempenho atlético. Tempo de exaustão. Metabolismo energético.

Effect of intensity of intermittent running exercise 30s:15s at the time maintenance at or near VO₂max

Abstract: The present study compared the time maintained above 90% (t90VO₂max) or 95% VO₂max (t95VO₂max) in three different exercise intensities. After performing an incremental test to determine VO₂max, eight physical education active students (23 ± 3 years) performed three intermittent exercise sessions (100, 110 e 120% velocity of VO₂max (vVO₂max)) with ratio effort:recovery of 30s:15s. The t95VO₂max was significantly higher at 110%vVO₂max (EI_{110%}) (218.1 ± 81.6s) compared to 100% vVO₂max (EI_{100%}) (91.9 ± 75.2s) and 120%vVO₂max (EI_{120%}) (126.3 ± 29.4s), but without differences between EI_{100%} and EI_{120%}. The t90vVO₂max was significantly different only between EI_{110%} and 120%. Therefore, we conclude that during intermittent exercise with ratio 30s:15s, the intensity of 110%vVO₂max appears more appropriate to maintain VO₂max for a longer time.

Keywords: Athletic performance. Time to exhaustion. Energy metabolism.

Introdução

O consumo máximo de oxigênio (VO₂max) é definido como a maior quantidade de oxigênio que pode ser captada do ar ambiente, transportada e utilizada pelas células durante a atividade física (HILL e LUPTON, 1923; HAWKINS *et al.*, 2007). Dentre as características fisiológicas encontradas em atletas, o VO₂max é um dos mais relevantes para determinar a eficiência do sistema cardiorrespiratório, e um importante indicador do desempenho para atletas de provas com alta demanda do sistema aeróbio, como as corridas de fundo e meio fundo no atletismo (BRANDON, 1995; MIDGLEY, MCNAUGHTON e WILKINSON, 2006; MIDGLEY, MCNAUGHTON e JONES, 2007).

Nesse sentido, parece conveniente encontrar métodos de treinamento que melhorem o

VO₂max. Assim, alguns pesquisadores têm assumido que o treino mais efetivo para modificar esta variável, seria aquele que estimula o indivíduo a manter o maior tempo possível próximo ou na intensidade do VO₂max (ROBINSON *et al.*, 1991; MIDGLEY e MC NAUGHTON, 2006). Este tipo de treinamento pode sobrecarregar ao máximo as estruturas orgânicas que limitam o VO₂max, proporcionando um estímulo ideal para a adaptação fisiológica (MIDGLEY e MC NAUGHTON, 2006). Tem sido assumido que o tempo mantido em altos percentuais do VO₂max, acima de 90% (t90VO₂max) ou 95% do VO₂max (t95VO₂max) (DUPONT *et al.*, 2002; MIDGLEY e MC NAUGHTON, 2006), poderia ser usado como um critério relevante para caracterizar e analisar o estímulo do exercício.

Alguns estudos preconizam que o aumento na intensidade do treinamento é a principal forma de conseguirmos adaptações no $VO_2\text{max}$ (FOX *et al.*, 1973; WENGER e BELL, 1986; IAIA e BANGSBO, 2010). Deste modo, o exercício intermitente (EI), que é caracterizado por períodos de esforço intercalados por períodos de recuperação, pode ser uma excelente forma para intensificar os treinamentos e melhorar a potência aeróbia (DE LUCAS, DENADAI e GRECO, 2009). Intensidades supramáximas (i.e. acima da velocidade do $VO_2\text{max}$ ($vVO_2\text{max}$)) podem ser mais adequadas durante EI com baixa duração de esforço ($\leq 30s$), visto que intensidades menores podem manter pouco tempo próximo ou no $VO_2\text{max}$, ou ainda ser insuficiente para alcançá-lo (GOROSTIAGA *et al.*, 1991; MILLET, CANDAU *et al.*, 2003).

Baseado nos pressupostos acima, diferentes estudos analisaram o efeito da intensidade do exercício intermitente no $tVO_2\text{max}$ utilizando uma razão esforço:recuperação de 1:1, sendo 30s:30s (BILLAT, SLAWINSKI *et al.*, 2000; MILLET, LIBICZ *et al.*, 2003; THEVENET *et al.*, 2008), ou 15s:15s (BILLAT *et al.*, 2001; DUPONT *et al.*, 2002). Contudo, a razão esforço:recuperação de 2:1 apresentou melhores resultados para $t95VO_2\text{max}$ do que exercícios com razão esforço:pausa de 1:1 (MILLET, CANDAU *et al.*, 2003). Assim, a utilização de 30s de esforço intercalados por 15s de recuperação, pode ser um ótimo estímulo para aumentar o tempo mantido em altos percentuais do $VO_2\text{max}$, visto que, 30s de esforço é suficiente para o VO_2 alcançar o seu valor máximo após algumas séries de exercício (THEVENET *et al.*, 2007). Além disso, um menor tempo de recuperação (15s) permite manter o VO_2 ainda elevado ao final da recuperação, fazendo com que o tempo para alcançar novamente o $VO_2\text{max}$ seja reduzido durante a série subsequente (DUPONT *et al.*, 2002).

Portanto, este estudo tem como objetivo verificar o efeito de três diferentes intensidades de exercício (100, 110 e 120% da $vVO_2\text{max}$) sobre o $t90VO_2\text{max}$ e $t95VO_2\text{max}$ durante exercício de corrida intermitente com esforço:recuperação de 30s:15s.

Métodos

Sujeitos

Participaram deste estudo oito estudantes de educação física (23 ± 3 anos; $79,8 \pm 9,3$ kg e 176 ± 5 cm) praticantes de atividade física no mínimo

duas vezes por semana. Os sujeitos não possuíam nenhum tipo de lesão, não fumavam nem faziam uso regular de qualquer medicamento. Todos os sujeitos foram informados sobre os objetivos, procedimentos da pesquisa e dos possíveis riscos envolvidos no estudo e logo após assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, concordando em participar voluntariamente da pesquisa. O estudo foi autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da instituição na qual a pesquisa foi realizada sob o nº 100/2010.

Delineamento experimental

Cada sujeito visitou o laboratório em quatro ocasiões, com intervalo de no mínimo 48h entre as seções, finalizando o período de coleta em no máximo duas semanas. Todos os testes foram executados em uma esteira motorizada (INBRAMED Millenium Super Atl, Porto Alegre, Brasil) com 1% de inclinação. O VO_2 foi mensurado respiração a respiração durante todos os testes a partir do gás expirado (Quark PFTergo – Cosmed Srl, Roma, Itália). O analisador de gases foi calibrado antes de cada teste usando o ar ambiente e concentrações conhecidas dos gases O_2 (16%) e CO_2 (5%) de acordo com as instruções do fabricante. A turbina do analisador foi calibrada por meio de uma seringa com volume de três litros. Em todas as visitas, amostras de 25 μ L de sangue capilar do lóbulo da orelha foram coletadas imediatamente, 3 e 5min após o término dos testes para determinar as máximas concentrações de lactato sanguíneo ($[Lac]_{\text{pico}}$). Nos casos em que a concentração de lactato sanguíneo no quinto minuto após o exercício foi maior que o terceiro minuto, uma amostra adicional no sétimo minuto após o exercício foi coletada para confirmação do $[Lac]_{\text{pico}}$. As amostras de sangue foram imediatamente analisadas usando o aparelho YSI 1500 SELECT (Yellow Springs, Ohio, EUA). Antes de cada teste, o analisador de lactato foi calibrado com uma solução padrão de lactato (5mM).

Visita 1 – Determinação do $VO_2\text{max}$ e $vVO_2\text{max}$

O $VO_2\text{max}$ e a $vVO_2\text{max}$ foram determinados a partir de um teste incremental em esteira rolante. A velocidade inicial da esteira foi fixada em 8km.h⁻¹ e aumentada em 0,5km.h⁻¹ a cada minuto, até que o sujeito encerrasse o teste devido à exaustão voluntária. Os dados do VO_2 (respiração a respiração) foram reduzidos à

média de 15s, sendo que o maior valor foi considerado como o $VO_2\max$. Como critérios para a determinação do $VO_2\max$ foram utilizados o aparecimento de um estado estável do VO_2 apesar de um aumento na velocidade (aumento no $VO_2 < 150\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$) ou quando dois ou mais dos seguintes critérios foram observados: (1) quociente respiratório maior que 1,1; (2) visível exaustão; (3) frequência cardíaca ao final do teste dentro de 10bpm do valor máximo predito ($220 - \text{idade}$); e (4) concentração de lactato sanguíneo ao final do exercício maior que $8\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. A $vVO_2\max$ foi a velocidade mínima em que o $VO_2\max$ foi atingido (BILLAT *et al.*, 1994). Nos casos em que o sujeito interrompeu o teste antes de finalizar um estágio do protocolo, a velocidade final foi corrigida por meio da fração do tempo gasto no estágio até o $VO_2\max$ ser alcançado multiplicado por $0,5\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Visitas 2,3 e 4 – Corrida intermitente a 100, 110 e 120% da $vVO_2\max$

Nas visitas 2, 3 e 4, após 10min de aquecimento a $65\%vVO_2\max$ e 5min de repouso passivo, os sujeitos executaram três sessões de exercícios intermitentes de 30s de corrida a 100% $vVO_2\max$ ($EI_{100\%}$), 110% $vVO_2\max$ ($EI_{110\%}$) e 120% $vVO_2\max$ ($EI_{120\%}$), alternados com 15s de recuperação passiva. Todos os testes foram realizados até a exaustão voluntária e em ordem aleatória. Para entrada e saída da esteira, o sujeito se apoiava segurando nas barras laterais e posicionava seus pés fora do tapete da esteira. O tempo de exaustão (Tlim) foi determinado como o tempo em que o sujeito executou a corrida, não incluindo o tempo de recuperação. A distância percorrida (Dlim) foi determinada como a distância total realizada durante o exercício intermitente. O VO_2 durante o exercício foi fixado em valores médios de 5s, assim, o $t95VO_2\max$ e o $t90VO_2\max$ foram determinados como a somatória de tempo durante o protocolo intermitente em que o $VO_2 > 95\%$ do $VO_2\max$ e o $VO_2 > 90\%$ do $VO_2\max$ do teste incremental, respectivamente. Além disso, o $VO_{2\text{pico}}$ foi determinado como a maior média de dois valores consecutivos de 5s.

Análise estatística

Os dados foram expressos como média \pm DP. A normalidade das variáveis determinadas neste estudo foi analisada pelo teste de Shapiro Wilk. A análise de variância ANOVA *one-way*, complementada pelo teste de Tukey, foi utilizada

para comparar o $VO_2\max$ e a $[\text{lac}]_{\text{pico}}$ do teste incremental com o $VO_{2\text{pico}}$ e a $[\text{lac}]_{\text{pico}}$ nas diferentes sessões de exercício intermitente. Além disso, foi utilizada para comparar o Tlim, Dlim, $t90VO_2\max$ e $t95VO_2\max$ entre as diferentes sessões de exercício intermitente. O teste de correlação de Pearson foi utilizado para verificar a associação entre as variáveis. Em todos os testes foi adotado um nível de significância de $p < 0,05$.

Resultados

Teste incremental

Seis dos oito sujeitos apresentaram um estado estável no VO_2 e os outros dois sujeitos apresentaram três dos critérios mencionados acima. Os valores médios do $VO_2\max$ e $[\text{lac}]_{\text{pico}}$ do teste incremental estão descritos na tabela 1. Os valores médios da $vVO_2\max$, tempo de exaustão e frequência cardíaca máxima do teste incremental foram: $14,3 \pm 1,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $13,5 \pm 2,2 \text{ min}$ e $192 \pm 5 \text{ bpm}$, respectivamente.

Variáveis do exercício intermitente

Na tabela 1 apresentam-se os dados obtidos a partir dos três testes de corrida intermitente. Não ocorreu diferença no $VO_{2\text{pico}}$ entre os três exercícios intermitentes. Além disso, estes não foram diferentes do $VO_2\max$ obtido no teste incremental ($p = 0,144$). Em $EI_{100\%}$, o tempo total, tempo de exercício, quantidade de séries executadas e distância percorrida foram significativamente maiores que em $EI_{110\%}$ e $EI_{120\%}$ ($p < 0,001$). Ainda, estas variáveis foram significativamente maiores em $EI_{110\%}$ quando comparadas a $EI_{120\%}$ ($p < 0,001$).

$t90VO_2\max$ e $t95VO_2\max$

Na Figura 1 é demonstrado o tempo mantido acima de 90% ($t90VO_2\max$) e 95% ($t95VO_2\max$) do $VO_2\max$ em valores absolutos e relativos ao Tlim a 100, 110 e 120% da $vVO_2\max$. Diferenças significantes foram encontradas no $t95VO_2\max$ entre $EI_{110\%}$ e $EI_{100\%}$ ($p = 0,01$), $EI_{110\%}$ e $EI_{120\%}$ ($p < 0,05$), porém não entre $EI_{120\%}$ e $EI_{100\%}$ ($p = 0,6$). Quando $t95VO_2\max$ em valores relativos foi analisado, $EI_{120\%}$ e $EI_{110\%}$ apresentaram valores significativamente maiores quando comparado a $EI_{100\%}$ ($p < 0,001$), entretanto sem diferenças entre as duas intensidades ($p = 0,08$). Em relação ao valor absoluto de $t90VO_2\max$, $EI_{110\%}$ foi significativamente maior quando comparado a $EI_{120\%}$ ($p < 0,05$), entretanto, $EI_{100\%}$ não apresentou diferença em relação a $EI_{110\%}$ ($p =$

0,51) e EI_{120%} (p = 0,15). Quando o t90VO₂max foi analisado em percentual do Tlim, EI_{120%} e EI_{110%} foram significativamente maiores que EI_{100%} (p <

0,001), sem diferenças entre EI_{120%} e EI_{110%} (p = 0,97). A Figura 2 apresenta um exemplo da resposta do VO₂ durante EI_{100%}, EI_{110%} e EI_{120%}.

Tabela 1. Dados referentes aos Exercícios Intermitentes. Valores em média ± DP. Tempo total (tempo de exercício + tempo de recuperação). * Valores referentes a sete sujeitos. ^aDiferença significativa em relação a 100%, ^bDiferença significativa em relação a 110% (p < 0,05).

	Incremental	EI _{100%}	EI _{110%}	EI _{120%}
VO ₂ pico (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	49,7 ± 3,7	49,0 ± 2,9	51,7 ± 3,1	51,1 ± 5,3
Tempo total (s)		1493 ± 212	717 ± 126 ^a	333 ± 45 ^{ab}
Tempo de exercício (s)		1021 ± 143	490 ± 79 ^a	231 ± 29 ^{ab}
Séries executadas		34 ± 5	16 ± 3 ^a	8 ± 1 ^{ab}
Distância percorrida (m)		3997 ± 734	2135 ± 433 ^a	1093 ± 111 ^{ab}
[Lac] _{pico} (mmol.l ⁻¹) [*]	8,4 ± 3,1 ^a	6,1 ± 1,7	7,7 ± 2,5 ^a	9,5 ± 2,2 ^{ab}

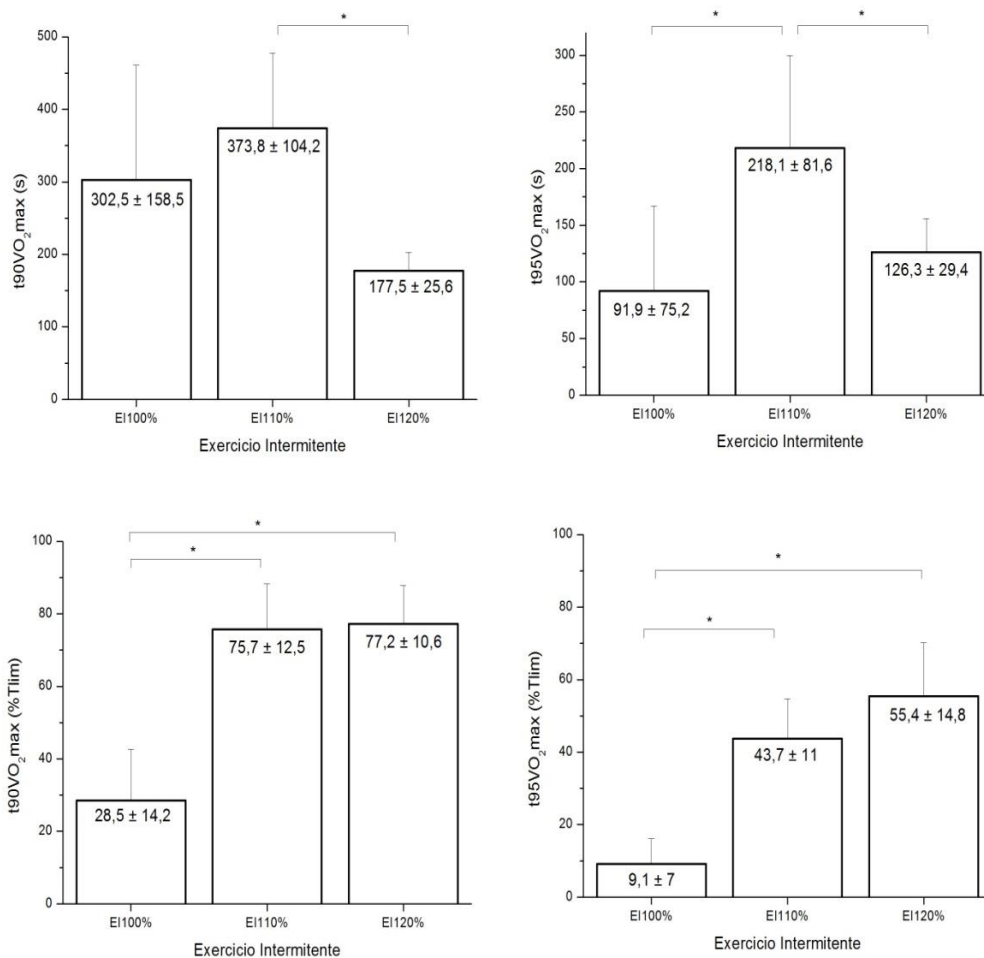


Figura 1. Tempo mantido acima de 90% e 95% do VO₂max em valores absolutos e relativos ao Tlim a 100, 110 e 120% da vVO₂max. As colunas representam a média com as barras verticais representando um DP. *Diferença significativa entre as intensidades (p < 0,05).

Discussão

O propósito deste estudo foi analisar o efeito de três diferentes intensidades de exercício (100, 110 e 120% da vVO₂max) sobre o tempo mantido

acima de 90% ou 95% do VO₂max durante exercício intermitente com esforço:recuperação de 30s:15s. Os resultados revelaram que durante EI_{110%} o VO₂ permaneceu por um tempo maior

sendo mantido em percentuais próximos ao $\text{VO}_{2\text{max}}$. Portanto, dentre as intensidades analisadas, 110% $\text{vVO}_{2\text{max}}$ no exercício realizado com esforço:recuperação de 30s:15s parece ser a melhor intensidade durante sessões de treinamento intermitente no qual o objetivo é aumentar o $\text{VO}_{2\text{max}}$.

Alguns estudos têm sugerido que a utilização de uma recuperação passiva durante exercícios intermitentes poderia dificultar o alcance do $\text{VO}_{2\text{max}}$ (GOROSTIAGA *et al.*, 1991; TURNER *et al.*, 2006). Entretanto, este aspecto somente foi analisado em exercícios intermitentes com taxa de esforço:recuperação $\leq 1:1$ e com tempo de

exercício ≤ 30 s. No presente trabalho, o exercício intermitente com taxa de esforço:recuperação de 2:1 e tempo de exercício igual a 30s foi suficiente para que o VO_2 alcançasse o $\text{VO}_{2\text{max}}$ do teste incremental nas três intensidades analisadas (100, 110 e 120% da $\text{vVO}_{2\text{max}}$). No entanto, mesmo as três intensidades sendo suficientes para alcançar o $\text{VO}_{2\text{max}}$, elas apresentaram diferenças no tempo de manutenção em altos percentuais do $\text{VO}_{2\text{max}}$ (i.e. acima de 90% $\text{VO}_{2\text{max}}$), fato este possivelmente relacionado à flutuação do consumo de oxigênio durante os períodos de esforço e recuperação, bem como diferenças no T_{lim} .

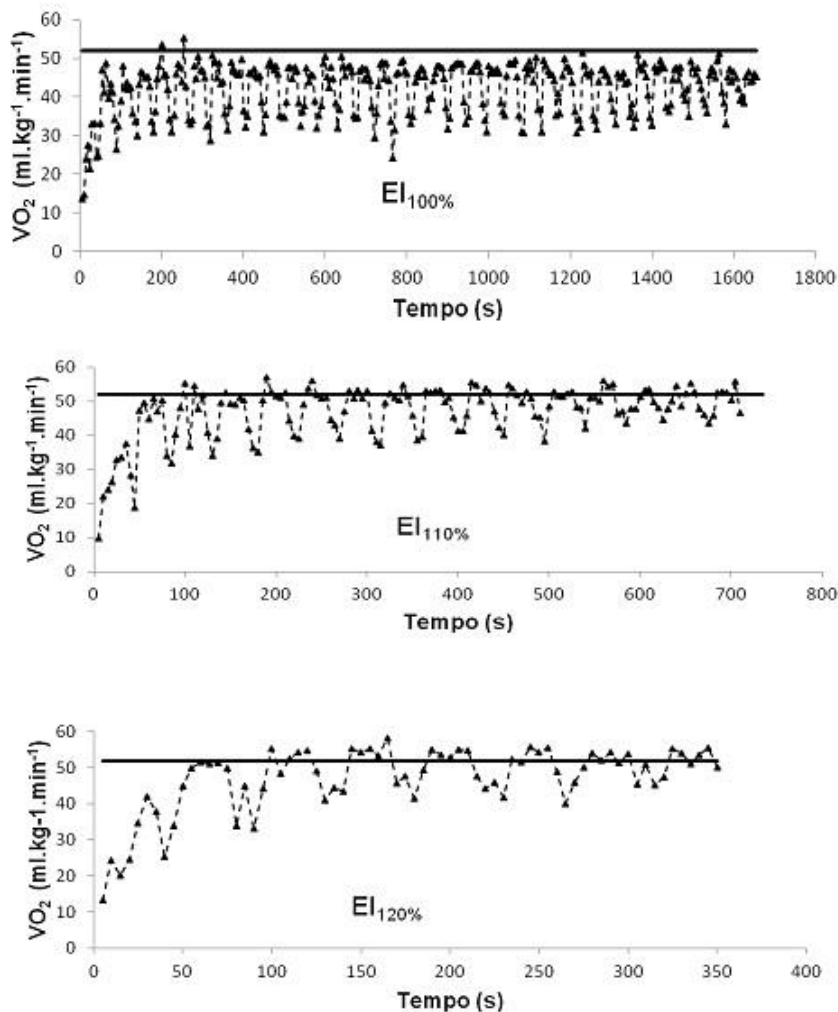


Figura 2. Um exemplo do VO_2 pelo tempo no $\text{EI}_{100\%}$, $\text{EI}_{110\%}$ e $\text{EI}_{120\%}$ para um sujeito representativo. Cada ponto corresponde a média de 5s. A linha sólida indica o valor de $\text{VO}_{2\text{max}}$ determinado durante o teste incremental.

Durante o EI de alta intensidade ($\geq \text{vVO}_{2\text{max}}$), a energia para execução do exercício é gerada pelo metabolismo anaeróbio, derivada principalmente da creatina fosfato (CF) (SPRIET, HOWLETT e HEIGENHAUSER, 2000), e pelo metabolismo aeróbio, através dos estoques de O_2

ligados a mioglobina (ESSEN, HAGENFELDT e KAIJSER, 1977). Portanto, o VO_2 durante os períodos de recuperação estão intimamente ligados a reposição parcial desses estoques (BORSHEIM e BAHR, 2003). Spriet *et al.* (2000) observaram que quanto maior a intensidade do exercício, maior a quebra dos estoques de CF,

assim, é possível que este aspecto esteja relacionado ao maior VO_2 na recuperação em intensidades mais elevadas ([BORSHEIM](#) e [BAHR](#), 2003). O comportamento do VO_2 durante a recuperação estaria associado a uma maior ressíntese da CF e na restauração dos estoques de O_2 da mioglobina, que possivelmente são mais utilizados em intensidades mais elevadas (Figura 2). Além disso, é importante destacar uma progressiva aceleração na cinética do VO_2 com o aumento da intensidade do exercício contínuo em indivíduos ativos ([BILLAT](#), [MORTON et al.](#), 2000; [HILL](#), [POOLE](#) e [SMITH](#), 2002), como também uma aceleração ocasionada pelo exercício prévio ([BAILEY et al.](#), 2009). Os aspectos citados acima são demonstrados nos valores relativos de $t95VO_2\text{max}$ e $t90VO_2\text{max}$, visto que, foram encontrados maiores percentuais relativos em $EI_{120\%}$ e $EI_{110\%}$ em relação a $EI_{100\%}$, entretanto, comparando $EI_{120\%}$ e $EI_{110\%}$, apenas $t95\%VO_2\text{max}$ apresentou uma tendência de ser maior em $EI_{120\%}$ ($p < 0,08$).

Diferenças no $Tlim$ também explicam os valores absolutos de tempo mantido em altos percentuais do $VO_2\text{max}$. Nossos resultados demonstraram um efeito da intensidade no $Tlim$ (ver tabela 1), corroborando com outros estudos, que também encontraram um maior tempo de exercício e quantidade de séries executadas quando a intensidade era relativamente menor ([DUPONT et al.](#), 2002; [THEVENET et al.](#), 2007). Esta resposta poderia ser explicada pela menor contribuição do sistema anaeróbio na ressíntese do ATP ([ROZENEK et al.](#), 2007), o que provavelmente diminuiria a produção e acúmulo de metabólitos responsáveis pela instalação da fadiga e conseqüente interrupção do exercício (ver tabela 1). Portanto, para manter mais tempo em $t95VO_2\text{max}$, é necessário uma intensidade intermediária ($110\%vVO_2\text{max}$) no qual alcance o $VO_2\text{max}$ em um tempo reduzido e ainda consiga executar em torno de 15 séries de esforço. Entretanto, para alcançar valores um pouco inferior de $VO_2\text{max}$ ($t90VO_2\text{max}$), $EI_{100\%}$ conseguiu estimular de forma semelhante.

O exercício intermitente utilizado em nosso estudo (esforço:recuperação de 30s:15s) apresentou valores inferiores de tempo mantido em altos percentuais de $VO_2\text{max}$ comparado com os valores reportados por [Billat et al.](#) (2000), [Billat et al.](#) (2001) e [Demarie](#), [Koralsztejn](#) e [Billat](#) (2000), que empregaram EI com esforço/recuperação de 30s:30s, 15s:15s e

$\frac{1}{2}tlim:\frac{1}{4}tlim$ (utilização do $Tlim$ na $vVO_2\text{max}$), respectivamente. Esta diferença pode ser parcialmente explicada pelas características dos participantes. O presente estudo utilizou estudantes de educação física, enquanto nos outros estudos os participantes eram corredores, portanto, é provável que a cinética mais lenta do VO_2 em nossa amostra ([CAPUTO](#) e [DENADAI](#), 2004), reduziu o tempo mantido em altos percentuais de $VO_2\text{max}$ ([MILLET](#), [LIBICZ et al.](#), 2003).

Em nosso trabalho, utilizamos dois critérios para analisar o tempo mantido em altos percentuais do $VO_2\text{max}$ ($t90VO_2\text{max}$ e $t95VO_2\text{max}$), diferente de outros estudos, que utilizaram somente um dos critérios mencionados acima ([MILLET](#), [CANDAU et al.](#), 2003; [MILLET](#), [LIBICZ et al.](#), 2003; [DUPONT](#) e [BERTHOIN](#), 2004; [THEVENET et al.](#), 2008) ou ainda, assumiram como critério o $VO_2\text{max}$ menos $2,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ([BILLAT](#), [SLAWINSKI et al.](#), 2000). Além do critério adotado, outros fatores podem contribuir para diferenças significantes no tempo mantido em altos percentuais de $VO_2\text{max}$. [Midgley](#), [McNaughton](#), [Carroll](#). (2007) observaram que a determinação do $t95VO_2\text{max}$ pode ser significativamente afetada pelo teste incremental utilizado e pela média utilizada para reduzir os dados de VO_2 obtidos durante o exercício. Ainda, é importante destacar que [Katch](#), [Sady](#) e [Freedson](#) (1982) reportaram uma variação biológica nos valores individuais de $VO_2\text{max}$ de $\pm 5,6\%$. Desta forma, exige-se cautela na comparação entre as diferentes pesquisas, visto que diferentes critérios foram usados para determinar o tempo mantido em altos percentuais do $VO_2\text{max}$.

Além dos benefícios aeróbios, como maximizar a melhoria no $VO_2\text{max}$ ([MIDGLEY](#) e [MC NAUGHTON](#), 2006) e induzir melhoras significantes na densidade mitocondrial ([MACDOUGALL et al.](#), 1998), o EI com velocidades que induzam uma alta produção de lactato também irão estimular a sua remoção nos intervalos de recuperação. [Noakes](#), [Myburgh](#) e [Schall](#) (1990), têm destacado que um dos fatores limitantes para as corridas de longa distância seriam as adaptações musculares, portanto, os benefícios do treinamento também dependem da distância percorrida a uma alta velocidade, maximizando o número de contrações musculares potentes. Para estes efeitos, $EI_{100\%}$ pode ser preferível em relação aos outros EI , visto

que apresentou valores inferiores de lactato sanguíneo ao final do teste e percorreu uma maior distância. Portanto, a escolha da intensidade de exercício durante a sessão de treinamento deve depender dos objetivos da mesma.

Conclui-se que, durante o exercício intermitente com esforço: recuperação de 30s:15s, intensidades entre 100 a 120% da $v\text{VO}_2\text{max}$ induzem uma ampla solicitação do sistema aeróbio. Entretanto, se o objetivo da sessão de treinamento é aumentar o VO_2max , a intensidade equivalente a 110% da $v\text{VO}_2\text{max}$ poderia ser a mais efetiva por manter o exercício por um tempo mais prolongado em percentuais próximos ao VO_2max , quando comparada às demais intervenções.

Referências

- BAILEY, S. J.; VANHATALO, A.; WILKERSON, D. P.; DIMENNA, F. J.; JONES, A. M. Optimizing the "priming" effect: influence of prior exercise intensity and recovery duration on O₂ uptake kinetics and severe-intensity exercise tolerance. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 107, n. 6, p. 1743-1756, 2009. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=19797685. Acesso em 10 de fevereiro de 2010
- BILLAT, V.; RENOUX, J. C.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, J. P. Times to exhaustion at 100% of velocity at VO_2max and modelling of the time-limit/velocity relationship in elite long-distance runners. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 69, n. 3, p. 271-273, 1994. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8001542. Acesso em 12 de janeiro de 2010
- BILLAT, V. L.; MORTON, R. H.; BLONDEL, N.; BERTHOIN, S.; BOCQUET, V.; KORALSZTEIN, J. P.; BARSTOW, T. J. Oxygen kinetics and modelling of time to exhaustion whilst running at various velocities at maximal oxygen uptake. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 82, n. 3, p. 178-187, 2000. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10929211. Acesso em 7 de março de 2010
- BILLAT, V. L.; SLAWINKSI, J.; BOCQUET, V.; CHASSAING, P.; DEMARLE, A.; KORALSZTEIN, J. P. Very short (15s-15s) interval-training around the critical velocity allows middle-aged runners to maintain VO_2max for 14 minutes. **International journal of sports medicine**, Stuttgart, v. 22, n. 3, p. 201-208, 2001. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11354523. Acesso em 15 de janeiro de 2010
- BILLAT, V. L.; SLAWINSKI, J.; BOCQUET, V.; DEMARLE, A.; LAFITTE, L.; CHASSAING, P.; KORALSZTEIN, J. P. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 81, n. 3, p. 188-196, 2000. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10638376. Acesso em 25 de janeiro de 2010
- BORSHEIM, E.; BAHR, R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, n. 14, p. 1037-1060, 2003. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14599232. Acesso em 10 de janeiro de fevereiro de 2010
- BRANDON, L. J. Physiological factors associated with middle distance running performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 19, n. 4, p. 268-277, 1995. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=7604199. Acesso em 20 de janeiro de 2010
- CAPUTO, F.; DENADAI, B. S. Effects of aerobic endurance training status and specificity on oxygen uptake kinetics during maximal exercise. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 93, n. 1-2, p. 87-95, 2004. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15248068. Acesso em 07 de fevereiro de 2010
- DE LUCAS, R. D.; DENADAI, B. S.; GRECO, C. C. Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio. **Motriz**, Rio Claro, v. 15, n. 4, p. 810-820, 2009. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/motriz/article/view/3098>. Acesso em 12 de janeiro de 2010
- DEMARIE, S.; KORALSZTEIN, J. P.; BILLAT, V. Time limit and time at VO_2max during a continuous and an intermittent run. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, Torino, v. 40, n. 2, p. 96-102, 2000. Disponível

em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11034428. Acesso em 13 de janeiro de 2010

DUPONT, G.; BERTHOIN, S. Time spent at a high percentage of VO₂max for short intermittent runs: active versus passive recovery. **Canadian journal of applied physiology**, Champaign, v. 29 Suppl, p. S3-S16, 2004. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15602083. Acesso em 10 de janeiro de 2010

DUPONT, G.; BLONDEL, N.; LENSEL, G.; BERTHOIN, S. Critical velocity and time spent at a high level of VO₂ for short intermittent runs at supramaximal velocities. **Canadian journal of applied physiology**, Champaign, v. 27, n. 2, p. 103-115, 2002. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12179954. Acesso em 16 de janeiro de 2010

ESSEN, B.; HAGENFELDT, L.; KAIJSER, L. Utilization of blood-borne and intramuscular substrates during continuous and intermittent exercise in man. **The Journal of physiology**, London, v. 265, n. 2, p. 489-506, 1977. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=850204. Acesso em 23 de março de 2010

FOX, E. L.; BARTELS, R. L.; BILLINGS, C. E.; MATHEWS, D. K.; BASON, R.; WEBB, W. M. Intensity and distance of interval training programs and changes in aerobic power. **Medicine and science in sports**, Madison, v. 5, n. 1, p. 18-22, 1973. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=4721844. Acesso em 24 de janeiro de 2010

GOROSTIAGA, E. M.; WALTER, C. B.; FOSTER, C.; HICKSON, R. C. Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v. 63, n. 2, p. 101-107, 1991. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=1748098. Acesso em 28 de janeiro de 2010

HAWKINS, M. N.; RAVEN, P. B.; SNELL, P. G.; STRAY-GUNDERSEN, J.; LEVINE, B. D. Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. **Medicine and science in sports and exercise**, Madison, v. 39, n. 1, p. 103-107, 2007. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd>

[=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17218891](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17218891). Acesso em 23 de janeiro de 2010

HILL, A. V.; LUPTON, H. Muscle exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. **Quarterly Journal of Medicine**, Oxford, v. 16, n. 62, p. 135-171, 1923.

HILL, D. W.; POOLE, D. C.; SMITH, J. C. The relationship between power and the time to achieve .VO(2max). **Medicine and science in sports and exercise**, Madison, v. 34, n. 4, p. 709-714, 2002. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11932583. Acesso em 10 de novembro de 2009

IAIA, F. M.; BANGSBO, J. Speed endurance training is a powerful stimulus for physiological adaptations and performance improvements of athletes. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, Copenhagen, v. 20 Suppl 2, p. 11-23, 2010. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=20840558. Acesso em 14 de abril de 2010

KATCH, V. L.; SADY, S. S.; FREEDSON, P. Biological variability in maximum aerobic power. **Medicine and science in sports and exercise**, Madison, v. 14, n. 1, p. 21-25, 1982. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=7070252. Acesso em 12 de março de 2010

MACDOUGALL, J. D.; HICKS, A. L.; MACDONALD, J. R.; MCKELVIE, R. S.; GREEN, H. J.; SMITH, K. M. Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 84, n. 6, p. 2138-2142, 1998. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=9609810. Acesso em 10 de janeiro de 2010

MIDGLEY, A. W.; MC NAUGHTON, L. R. Time at or near VO₂max during continuous and intermittent running. A review with special reference to considerations for the optimisation of training protocols to elicit the longest time at or near VO₂max. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, Torino, v. 46, n. 1, p. 1-14, 2006. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16596093. Acesso em 21 de janeiro de 2010

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; CARROLL, S. Time at VO₂max during intermittent treadmill running: test protocol dependent or methodological artefact? **International journal of sports medicine**, Stuttgart, v. 28, n. 11, p. 934-

939, 2007. Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17497578. Acesso em 20 de janeiro de 2010

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; JONES, A. M. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance: can valid recommendations be given to runners and coaches based on current scientific knowledge? **Sports Medicine**, Auckland, v. 37, n. 10, p. 857-880, 2007.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17887811. Acesso em 23 de janeiro de 2010

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; WILKINSON, M. Is there an optimal training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners?: empirical research findings, current opinions, physiological rationale and practical recommendations. **Sports Medicine**, Auckland, v. 36, n. 2, p. 117-132, 2006.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16464121. Acesso em 12 de janeiro de 2010

MILLET, G. P.; CANDAU, R.; FATTORI, P.; BIGNET, F.; VARRAY, A. VO₂ responses to different intermittent runs at velocity associated with VO₂max. **Canadian journal of applied physiology**, Champaign, v. 28, n. 3, p. 410-423, 2003.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12955868. Acesso em 05 de fevereiro de 2010

MILLET, G. P.; LIBICZ, S.; BORRANI, F.; FATTORI, P.; BIGNET, F.; CANDAU, R. Effects of increased intensity of intermittent training in runners with differing VO₂ kinetics. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 90, n. 1-2, p. 50-57, 2003.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12811566. Acesso em 03 de fevereiro de 2010

NOAKES, T. D.; MYBURGH, K. H.; SCHALL, R. Peak treadmill running velocity during the VO₂ max test predicts running performance. **Journal of sports sciences**, London, v. 8, n. 1, p. 35-45, 1990.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=2359150. Acesso em 04 de fevereiro de 2010

ROBINSON, D. M.; ROBINSON, S. M.; HUME, P. A.; HOPKINS, W. G. Training intensity of elite male distance runners. **Medicine and science in sports and exercise**, Madison, v. 23, n. 9, p. 1078-1082, 1991.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=1943629. Acesso em 10 de março de 2010

ROZENEK, R.; FUNATO, K.; KUBO, J.; HOSHIKAWA, M.; MATSUO, A. Physiological responses to interval training sessions at velocities associated with VO₂max. **Journal of strength and conditioning research**, Champaign, v. 21, n. 1, p. 188-192, 2007.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17313282. Acesso em 01 de março de 2010

SPRIET, L. L.; HOWLETT, R. A.; HEIGENHAUSER, G. J. An enzymatic approach to lactate production in human skeletal muscle during exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, Madison, v. 32, n. 4, p. 756-763, 2000.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10776894. Acesso em 10 de abril de 2010

THEVENET, D.; LECLAIR, E.; TARDIEU-BERGER, M.; BERTHOIN, S.; REGUEME, S.; PRIOUX, J. Influence of recovery intensity on time spent at maximal oxygen uptake during an intermittent session in young, endurance-trained athletes. **Journal of sports sciences**, London, v. 26, n. 12, p. 1313-1321, 2008.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=18821267. Acesso em 10 de março de 2010

THEVENET, D.; TARDIEU, M.; ZOUHAL, H.; JACOB, C.; ABDERRAHMAN, B. A.; PRIOUX, J. Influence of exercise intensity on time spent at high percentage of maximal oxygen uptake during an intermittent session in young endurance-trained athletes. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 102, n. 1, p. 19-26, 2007.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17851682. Acesso em 15 de janeiro de 2010

TURNER, A. P.; CATHCART, A. J.; PARKER, M. E.; BUTTERWORTH, C.; WILSON, J.; WARD, S. A. Oxygen uptake and muscle desaturation kinetics during intermittent cycling. **Medicine and science in sports and exercise**, Madison, v. 38, n. 3, p. 492-503, 2006.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16540837. Acesso em 13 de janeiro de 2010

WENGER, H. A.; BELL, G. J. The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. **Sports Medicine**, Auckland, v. 3, n. 5, p. 346-356, 1986.

Disponível em:

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=3529283. Acesso em 09 de fevereiro de 2010

Endereço:

Fabrizio Caputo
Rua Pascoal Simone, 358 Bairro: Coqueiros
Florianópolis SC Brasil
88080-350
Telefone: (48) 3321-8641
Fax: (48) 3321-8607
e-mail: fabriziocaputo@hotmail.com

Recebido em: 13 de outubro de 2011.

Aceito em: 19 de fevereiro de 2013.



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro, SP, Brasil - eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob [Creative Commons - Atribuição 3.0](#)