Educación Física y Ciencia, vol. 24, núm. 3, e230, julio-septiembre 2022. ISSN 2314-2561
Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
Departamento de Educación Física

Comparação do VO_2 de pico relativo e alométrico em adolescentes sob diferentes condições de treinamento de Futebol de campo

Comparison of relative and allometric peak VO_2 in adolescents under different training conditions in soccer

Comparación del VO_2 de pico relativo y alométrico en adolescentes bajo diferentes condiciones de entrenamiento de fútbol de campo

Rodrigo Cambiaghi
Prefeitura Municipal de Hortolândia, Brasil
posgrado.pesquisadores@gmail.com

Jefferson Eduardo Hespanhol
Prefeitura Municipal de Campinas, Brasil
jeffehespa@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0002-5677-6823

Charles Ricardo Lopes
Faculdade de Educação Física, Pontifícia Universidade Católica de Campinas / Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Brasil
chrlopes@unimep.br

Marco Cossio-Bolaños
Universidad Católica del Maule, Chile
mcossio1972@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0001-7230-9996

Rossana Gómez-Campos
Universidad Católica del Maule, Chile
rossaunicamp@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-6509-5707

Anderson Marques De Moraes
Faculdade de Educação Física, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Brasil
ander-marques@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0001-8647-1230

Resumo:

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2pico}) é utilizado em estudos com adolescentes para relacionar a aptidão física ao estado de saúde, e, na área do treinamento esportivo, para a prescrição e avaliação de programas de treinamento. O objetivo do presente estudo foi verificar o VO_{2pico} em adolescentes praticantes de Futebol de campo observando o tipo de treinamento e o tamanho corporal. A amostra foi composta por 116 adolescentes masculinos, idade entre 12 e 15 anos, divididos em três grupos, o Grupo Controle (GC; n=45), o Grupo de Esporte Educacional (GEE; n=45) e o Grupo de Atletas de Futebol (GAF; n=26). Foram avaliadas a estatura e a massa corporal. O *Yo-YoIntermittent Endurance Test* foi utilizado para avaliar o VO_{2pico}. Foi utilizada a ANOVA (*one way*), para

Recepción: 20 Julio 2021 | Aprobación: 20 Abril 2022 | Publicación: 01 Agosto 2022

Cita sugerida: Cambiaghi, R., Hespanhol, J. E., Lopes, C. R., Cossio-Bolaños, M., Gómez-Campos, R. y Moraes, A. M. (2022). Comparação do VO2 de pico relativo e alométrico em adolescentes sob diferentes condições de treinamento de Futebol de campo. *Educación Física y Ciencia*, *24*(3), e230. https://doi.org/10.24215/23142561e230

Esta obra está bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

determinar as diferenças intergrupos. O VO_{2pico} foi ajustado alometricamente pelo expoente de -0,67. Inicialmente observou-se melhor desempenho aeróbio do grupo GEE em relação ao GED. Após o ajuste alométrico, os resultados apontaram para o melhor desempenho do GAF em relação ao GED e GEE. Conclui-se que para se avaliar o VO_{2pico} em adolescentes é necessário levar-se em conta, não só o tipo de treinamento utilizado (volume e intensidade), mas também o seu tamanho corporal.

Palavras-chave: Futebol, Aptidão aeróbia, Adolescentes, Alometria.

Abstract:

Maximum oxygen consumption (VO_{2peak}) is used in studies with adolescents to relate physical fitness to health status, and in the area of sports training to prescribe and evaluate training programs. The objective of the present study was to verify the VO_{2peak} in adolescent soccer players, observing the type of training and body size. The sample consisted of 116 male adolescents, aged between 12 and 15 years old, divided into three groups, the Control Group (CG; n=45), the Educational Sports Group (ESG; n=45) and the Soccer Athletes Group (SAG; n=26). Height and body mass were assessed. The Yo-Yo Intermittent Endurance Test was used to assess VO_{2peak}. ANOVA (one way) was used to determine intergroup differences. VO_{2peak} was allometrically adjusted by the exponent of -0.67. Initially, a better aerobic performance was observed in the ESG group compared to the GED. After allometric adjustment, the results pointed to a better performance of the SAG in relation to the GED and the ESG. We conclude that in order to evaluate VO_{2peak} in adolescents it is necessary to take into account not only the type of training used (volume and intensity), but also their body size.

Keywords: Soccer, Aerobic fitness, Adolescents, Allometry.

Resumen:

El consumo máximo de oxígeno (VO_{2pico}) se utiliza en estudios con adolescentes para relacionar la aptitud física al estado de salud, y en el ámbito del entrenamiento deportivo, se utiliza para prescribir y evaluar programas de entrenamiento. El objetivo del presente estudio fue verificar el VO_{2pico} en adolescentes practicantes de fútbol de campo, observando el tipo de entrenamiento y el tamaño corporal. La muestra se compuso por 116 adolescentes masculinos, de edades entre 12 y 15 años, divididos en tres grupos, el Grupo Control (GC; n=45), el Grupo de Deporte Educacional (GEE; n=45) y el Grupo de Atletas de Fútbol (GAF; n=26). Se evaluaron la estatura y la masa corporal. El *Yo-Yo Intermittent Endurance Test* se empleó para evaluar el VO_{2pico}. Se utilizó la ANOVA (*one way*), para determinar las diferencias entre los grupos. El VO_{2pico} se ajustó alométricamente por el exponente de -0,67. Inicialmente, se observó un mejor desempeño aeróbico del grupo GEE en relación con el GED. Luego del ajuste alométrico, los resultados apuntaron para un mejor desempeño del GAF en relación con el GED y GEE. Se concluyó que para evaluar el VO_{2pico} en adolescentes es necesario tener en cuenta no solo el tipo de entrenamiento empleado (volumen e intensidad), sino también su tamaño corporal.

Palabras clave: Fútbol, Aptitud aeróbica, Adolescentes, Alometría.

1. Introdução

A aptidão cardiorrespiratória pode ser definida fisiologicamente como consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máximo}$, i. e. a mais alta taxa de utilização do oxigênio pelas células musculares para fornecimento de energia), e, em crianças e adolescentes, é mais indicado o uso do termo VO_{2pico} (Rowland, 2008). Essa capacidade tem sido utilizada na área da saúde com o objetivo de relacionar a aptidão física ao desenvolvimento de riscos cardiovasculares, por outro lado, na área do treinamento esportivo, o VO_{2pico} é uma medida norteadora para a prescrição do exercício e avaliação de programas de treinamento (Rowland, 2008), sendo, portanto, o VO_{2pico} um importante marcador de saúde em crianças e adolescentes (Cadenas-Sanchez, Lamoneda y Huertas-Delgado, 2021).

Nesse sentido, Oliveira e Guedes (Oliveira y Guedes, 2016), realizaram uma revisão sistemática e observaram uma associação significativa entre baixos níveis de atividade física e comportamento sedentário (maior que 2 horas de tempo de tela/semana) com o desenvolvimento de síndrome metabólica na adolescência. O que demostra uma importante relação entre nível de atividade física/comportamento sedentário/saúde.

Para tanto, a Organização Mundial da Saúde recomenda a prática de 300 minutos/semana de atividade física de moderada a alta para crianças e adolescentes (World Health Organization, 2010). No Brasil, o futebol é a principal modalidade praticada entre os meninos na adolescência, haja vista o número de escolinhas de futebol que surgiram nos últimos anos no cenário nacional como opção de formação de futuros desportistas e como políticas públicas para o desenvolvimento do esporte e, que foram se adaptando no decorrer do tempo (Oliveira, Elson Aparecido, Grunennvaldt, 2015).

Sabe-se que o futebol é dependente de uma boa composição corporal, VO2pico, velocidade, força e potência muscular, neste sentido Rebelo *et al.* (2013) observaram valores especificamente melhores dessas variáveis de acordo com o nível de competição (i. e. praticantes recreacionais, nível amador e de elite). Portanto, é possível inferir que a prática do futebol de campo pode desenvolver a aptidão física em crianças e adolescentes, tanto para o desempenho, quanto para a saúde, dependendo do nível em que é praticado com influência positiva na melhora do VO2pico.

Porém, ao avaliar o VO_{2pico} nessa população, deve-se observar que, no período da infância e adolescência ocorre um aumento progressivo dos componentes determinantes dessa capacidade, portanto, a capacidade aeróbia mensurada por meio do VO_{2pico} depende dos componentes cardiovasculares, respiratórios e musculares (Rowland, 2008). Na puberdade, o aumento do VO_{2pico} nos meninos, decorre do anabolismo da testosterona, como consequência, os valores absolutos aumentam conforme o crescimento (Rodriguez *et al.* 2006) e, portanto, requer análises que possam observar as mudanças que ocorrem durante o crescimento nas variáveis de composição corporal e sistema cardiovascular influenciadas pela maturação (Armstrong y Welsman, 2020).

O VO_{2pico} pode ser expresso em valores absolutos (litros/minuto) ou em valores relativos a massa corporal (mililitros/quilogramas/minuto), sendo este último, o mais utilizado comparações entre sujeitos com diferenças de massa corporal, massa corporal magra, estatura e percentual de gordura (Rowland, 2008).

Dessa forma, a análise da composição corporal deve ser considerada ao mensurarmos o VO2 pico em crianças e adolescentes, pois, parte das respostas biológicas observadas no esforço físico, está associada às dimensões corporais, assim, uma das maneiras de ajustar a proporção corporal para analisar essa capacidade, é a utilização da escala alométrica (Chamari *et al*., 2005), que é representada por uma equação que indica o comportamento de uma variável fisiológica Y em relação à variável massa $_{x\,(Y = a*x^{b})}$, onde . é o coeficiente alométrico (constante) *e b é* o expoente alométrico ou escalonável (Tartaruga *et al.*, 2010).

Assim, entender como o futebol pode alterar as respostas cardiorrespiratórias de adolescentes em diferentes níveis de prática pode auxiliar na compreensão de seu desempenho aeróbio, tanto para a competição quanto para a saúde. Além disso, a literatura demostra que ajustes realizados como a divisão pelo peso (e.g. ml. min^{-1}. kg^{-1}), apresenta uma vantagem aritmética para os indivíduos menores em relação aos maiores, sem apresentar diferenças na variável fisiológica (VO_{2pico}) (Welsman *et al.*, 1996). Dessa forma, a hipótese do presente estudo é que o aumento do nível de exigência física de treinamento do futebol de campo pode promover aumentos significativos no VO_{2pico} em adolescentes praticantes.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar o VO_{2pico} entre os adolescentes praticantes de futebol de campo de dois níveis (esporte educacional e categorias de formação de base) e não praticantes antes e após o ajuste pelo tamanho corporal.

2. Metodología

2.1 Casuística

A amostra foi composta por 116 adolescentes do gênero masculino, com faixa etária entre 12 e 15 anos, dividido em três grupos; a) o Grupo de Educação Física Escolar Regular [(GED; n= 45), i. e. adolescentes que

frequentam as aulas de Educação Física regular do ensino fundamental da rede municipal de Campinas-SP], com frequência de duas aulas semanais (150 minutos por semana); b) o Grupo de Treinamento de Futebol no Esporte Educacional [(GEE; n=45), i. e. com o treinamento de futebol duas vezes na semana (150 minutos) mais as duas sessões de educação física regular (total = 300 minutos) e; c) o Grupo de Categorias de Formação de Atletas de Futebol [(GAF; n=26), i. e. integrantes da base de formação um clube de futebol que disputa o Campeonato Paulista, além de duas sessões de educação física (>900 minutos por semana)].

Os critérios de inclusão foram: a) não apresentar deficiências físicas; b) não ter algum tipo de lesão; c) para o grupo 1 e 3, não realizar outra atividade física; d) para o grupo 2 ter pelo menos seis meses de participação nos treinamentos, e; e) para o GAF ter pelo menos um ano de treinamento.

Todos os participantes foram devidamente informados dos procedimentos experimentais e desconfortos possíveis associados com o estudo. Os adolecentes participantes assinaram o termo de assentimento e os responsáveis assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido para autorização. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual da Unicamp (CEP 045/2011).

2.2 Antropometria e composição corporal

A estatura foi medida por meio de um estandiômetro (*Personal Caprice Sanny*® ES2060) graduado em milímetros com precisão de 0,1 cm e a massa corporal foi avaliada numa balança da marca *Acqua*® (SIM 09190), com carga máxima de 180 kg e divisões em 100 g. Para as medidas de espessura das dobras cutâneas do tríceps (TR), e subescapular (SE), foi utilizado um compasso de dobras da marca Lange (*Cambridge Scientific Instruments, Maryland, USA*) com precisão de 1 mm. Todas as medidas seguiram técnica padronizada (Lohman, Roche y Martorell, 1988). Foi utilizada a equação:

$$\%MG = 1{,}35*(\sum DC) - 0{,}012*(\sum DC)^2 - C$$

Onde, ∑=Somatória das dobras (triciptal + subescapular); C = constante por gênero e idade, proposta por Lohman *et al.* (1992) para calcular o percentual de massa gorda (%MG). Com base nesses dados, a massa de gordura (MG) foi calculada por $\%MG \times massa\ corporal/100$. A massa livre de gordura (MLG) foi calculada subtraindo a massa de gordura da massa corporal. Todas as medidas antropométricas foram realizadas pelo mesmo avaliador (RC).

2.3 Aptidão Cardiorrespiratória

A capacidade de resistência aeróbia foi avaliada por meio do protocolo Yo-yo intermitente recovery test nível 1 (YYIRTI) proposto por Bangsbo, Iaia e Krostrup (2008) calculando o VO2pico estimado pela equação $VO_{2pico} = distância\ (m) * 0.0084 + 36.4$. Antes do Teste de $VO2_{pico}$ foi realizado um período de aquecimento de 10 minutos em uma intensidade moderada e individualizada. O teste incremental exaustivo consistiu no percurso de corrida vai-e-vem em 20 metros com um recuo de cinco metros para descanso de cinco segundos. O teste iniciou-se após um sinal sonoro através de um aparelho de som com velocidade determinada. O teste foi encerrado quando o atleta entrasse em exaustão voluntária ou realizasse duas falhas não conseguindo percorrer os 20 metros na velocidade determinada pelo estágio. Embora a determinação do $VO2_{pico}$ de forma indireta seja subestimada quando comparada com avaliações diretas, o estudo de Lizana *et al.* (2014) apontam uma correlação significativa entre os valores de VO_{2pico} obtidos de forma direta e indireta. As avaliações foram realizadas em campo gramado nos respectivos locais de educação física e treinamento.

2.4 Análise estatística

O tratamento estatístico das informações foi realizado mediante o pacote computadorizado SPSS 17 (*Statistical Package for the Social Sciences*) utilizando-se dos procedimentos da estatística descritiva média, mediana, mínimo, máximo e desvio padrão. Para verificar a distribuição dos dados, foi utilizado o teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov*[a]. Para análise inferencial, foram utilizados a ANOVA (*one way*) e o teste de *Kruskall-Wallis*. O teste *Levene* foi empregado para verificar a homogeneidade das variâncias e, para determinar as diferenças intergrupos utilizou-se o teste Post Hoc de *Bonferroni*. Para o ajuste do VO_{2pico} pela massa corporal foi utilizada a escala alométrica com expoente de 0,67 (Chamari *et al.*, 2005), utilizou-se da equação: $VO_{2pico} = a*x^{b}$; onde *a* é constante, *b* é a o expoente, e *x* é a massa corporal, transformada em uma função linear usando-se a transformação logarítmica: $Log\ VO_{2pico} = Log\ a + b\ Log\ x$. O nível de significância adotado foi de $p<0,05$

3. Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados descritivos de média, desvio padrão, mínimo e máximo das variáveis estudadas divididas por grupo.

TABELA 1
Valores descritivos de idade, tempo de treino, antropometria e composição corporal divididos por grupo

Variáveis	G1 (n=45)	G2 (n=45)	G3 (n=26)
	Média ± DP (Mínimo-máximo)	Média ± DP (Mínimo-máximo)	Média ± DP (Mínimo-máximo)
Tempo de Treino (anos)	0	1,17±0,48 (0,69 – 2,55)	4,12±0,55 (2,03 – 5,45)
Idade (anos)	13,41±0,85 (12,20 – 15,00)	13,10±0,73 (12,40 – 15,20)	14,84±0,26 (13,70 – 15,10)
Estatura (cm)	160,11±9,18 (139,00 – 183,00)	156,00±8,14 (142,00 – 185,00)	176,25±6,71*# (163,00 – 190,00)
Massa Corporal (kg)	52,11±12,11 (33,70 – 90,00)	43,31±8,69* (31,90 – 89,90)	61,62±8,27*# (51,30 – 92,55)
MG (%)	19,30±7,54 (6,90 – 33,40)	12,14±4,89* (5,78 – 30,40)	10,60±3,47* (7,32 – 19,97)
MG (kg)	9,01±5,96 (2,49 – 28,89)	4,97±3,40* (2,57 – 21,15)	6,44±3,16 (4,03 – 18,03)
MLG (kg)	41,49±8,46 (29,17 – 71,88)	38,21±6,61 (28,02 – 53,64)	54,98±5,92*# (47,27 – 74,53)

Fuente: Elaboração própria
%MG: percentual de massa gorda; MG: massa de gordura; MLG: Massa Livre de Gordura; * diferença significativa em relação ao GC [ANOVA (Bonferroni); p<0,001]; # diferença significativa em relação ao GEE [ANOVA (Bonferroni); p<0,001].

A Tabela 1 apresenta as diferenças entre as médias e IC 95% entre os grupos para as variáveis idade e de composição corporal. O GAF apresentou idade significativamente superior [F (2, 113) = 52.44;

p<0,0001] em relação ao GED (p<0,0001) e GEE (p<0,0001). Como esperado, o GAF apresentou valores significativamente superiores ao demais grupos nas variáveis relacionadas ao desempenho como a estatura [F (2, 113) = 27.77; p<0,0001] em relação ao GED (p<0,0001) e ao GEE (p<0,0001), para a massa corporal [F (2, 113) = 27.770; p<0,0001] sobre o GED (p<0,0006) e o GEE (p<0,0001) e do GED sobre o GEE (p<0,0002) e da MIG [F (2, 113) = 46.17; p<0,0001)] sobre o GED (p< 0,0001) e o GEE (p<0,0001). Já, com relação as variáveis associadas ao componente de gordura, observou-se o oposto, com valores superiores do %MG [F (2, 113) = 24.660; p<0,0001] do GED sobre o GEE (p<0,0001) e o GAF (p<0,0001) e da MG [F (2, 113) = 9.087; p<0,0002] apenas em relação ao GEE (p<0,0001).

Estes resultados, confirmam a necessidade de, ao se avaliar o $VO_{2pico,}$ levar em consideração as diferenças relativas ao tamanho corporal. Assim, optou-se por ajustar o VO_{2pico} alometricamente, os resultados são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2

Valores descritivos do VO_{2pico} relativo (ml.min.kg^{-1}) e alométrico (ml.min.kg-^{0,67}) divididos por grupo.

Variáveis	G1 (n=45)	G2 (n=45)	G3 (n=26)
	Média ± DP (Mínimo-máximo)	Média ± DP (Mínimo-máximo)	Média ± DP (Mínimo-máximo)
VO_{2pico} (ml.min.kg.$^{-1}$)	39,44±3,58 (34,05 – 54,24)	44,83±3,45* (39,44 – 56,85)	41,04±3,76$^{\#}$ (33,76 – 50,00)
VO_{2pico} (ml.min.kg.$^{-0,67}$)	143,89±36,58 (87,65 – 261,48)	119,26±26,44* (84,49 – 202,86)	175,13±25,22*$^{\#}$ (144,39 – 268,39)

Fuente: Elaboração própria

VO2pico = Pico de consumo máximo de oxigênio; * diferença significativa em relação ao GC [ANOVA (Bonferroni); p<0,001]; # diferença significativa em relação ao GEE [ANOVA (Bonferroni); p<0,001].

Com relação ao VO_{2pico} relativo, o GEE apresentou valores significativamente superior [F (2, 113) = 26.58; p<0,0001] ao GED (p<0,0001) e ao GAF (p<0,0001). Após o ajuste alométrico o GAF apresentou valores superiores [F (2, 113) = 27.79; p<0,0001] ao GEE (p<0,0001) e GED (p<0,0002), e o GED obteve valor significativamente maior ao Grupo GEE (p<0,0006).

4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar o VO_{2pico} entre os adolescentes praticantes de futebol de dois níveis (esporte educacional e categorias de formação de base) e não praticantes antes e após o ajuste pelo tamanho corporal.

Os resultados mostraram que, a prática do futebol pode promover alterações positivas na composição corporal dos adolescentes, como observado nos resultados superiores de estatura (176,25±6,71; p<0,05), massa corporal (61,62±8,27; p<0,05) e MLG (54,98±5,92; p<0,05) do GAF e relação ao GED e GEE, o que pode ser caracterizado pela própria seleção de talentos e pelas diferentes rotinas de treinamentos realizadas entre os grupos. Em adição, com relação aos resultados do VO_{2pico} foi possível observar que o tamanho corporal tem influência na análise desse parâmetro cardiorrespiratório, pois, quando avaliado o VO_{2pico} relativo, o grupo que apresentou melhore resultado foi GEE com diferenças significativas somente para o GED (44,83±3,45 e 39,44±3,58; p<0,0001, respectivamente). Entretanto, após o ajuste alométrico, os resultados foram diferentes, com VO_{2pico} significativamente superior do GAF (175,13±25,22) para o GED (143,89±36,58; p<0,0001) e do GAF e GED sobre o GEE (119,26±26,44; p<0,0001).

Quando utilizamos ajustes matemáticos lineares mais simples a fim de normalizar os dados para permitir a comparação entre indivíduos e grupos, como por exemplo, a divisão do VO_{2pico} (ml.min.$^{-1}$) pela massa corporal (ml.kg.min.$^{-1}$), este não leva em consideração as alterações nas dimensões corporais que ocorrem ao longo do tempo, que podem ser tanto estrutural quanto funcional, e, portanto, pode-se inferir que a utilização do VO_{2pico} (ml.kg.min.$^{-1}$) pode não refletir com precisão a aptidão cardiorrespiratória (Loftin *et al.*, 2016) e superestimar essa capacidade em sujeitos menores (Welsman *et al.*, 1996), como visto no presente estudo com melhores resultados do VO2pico (ml.kg.min.$^{-1}$) para o GEE.

Os resultados apontam melhor desempenho dos grupos com frequência de treinamento igual ou superior a 4 sessões semanais (GEE e GAF). A literatura científica tem demonstrado que ganhos de picos da capacidade aeróbia são conseguidos, através de sessões de treinamento com alta intensidade e uma duração variando entre 35 e 45 minutos com frequência de no mínimo quatro sessões semanais (Sharkey, 1998; Ito, 2019). De fato, alguns estudos anteriores demonstraram que, durante as sessões de treinamento, intervalos repetidos de exercícios de alta intensidade e curta duração (treinamento intervalado) são uma alternativa eficaz para melhorar o VO2pico entre os atletas (Kim *et al.*, 2011; Cocks *et al.*, 2012). Além disso, estes resultados encontrados neste estudo devem ser interpretados com cautela, já que estudos futuros devem desenvolver programas de intervenção, nos quais tanto a carga interna quanto externa das sessões de treinamento dos jovens jogadores de futebol possa ser controlada.

Por outro lado, Nes *et al.* (2013) examinaram o VO_{2pico} alométrico ajustado pelo expoente -0,67 (ml. min.$^{-1}$. kg$^{-0,67}$), com o nível de atividade física em adolescentes de 13 a 18 anos e observaram uma associação positiva entre a atividade física e o VO_{2pico} escalonado alometricamente, ou seja, conforme houve aumento do nível de atividade física, principalmente de moderada a vigorosa o VO_{2pico} também aumentou.

O futebol de campo é uma modalidade esportiva com ações intermitentes, caracterizada por sprints de curta duração, intercalados com períodos de recuperação suficientes para permitir a recuperação completa do desempenho. A maior parte do jogo é realizada em intensidade baixa a moderada, com predomínio do metabolismo aeróbio. Além disso, devido à recuperação entre os períodos de alta intensidade este metabolismo torna-se primordial para a modalidade. (Stolen *et al.*, 2005; Abderrahman *et al.*, 2018).

Essas características do futebol têm influência na composição corporal e no VO_{2pico} dos praticantes e, portanto, nos resultados do presente estudo, pois, os grupos possuem características diferentes em relação ao treinamento, no GED, o objetivo é a preparação para a competição, ou seja, desenvolver as capacidades determinantes e condicionantes do futebol, ou seja, sessões com características mais específicas do futebol como força, velocidade, resistência anaeróbia e aeróbia além da composição corporal (Slimani y Nikoladis, 2018).

Com relação ao GEE, observa-se que a proposta do desenvolvimento dentro das escolinhas de esporte, no caso do futebol, tende a orientar de atividades de formação e preparação dos jovens praticantes com o foco de desenvolver os aspectos pedagógicos, com o propósito de aumentar o conhecimento e o nível de desempenho técnico e tático (Costa, Garganta, Greco y Costa, 2010).

Com relação aos resultados de VO_{2pico} do GED, a literatura sugere que indivíduos com maior massa gorda em relação a estatura também apresentam maior massa corporal magra para estatura (Chinali *et al.*, 2006). Assim, o GED também apresentou alteração do VO_{2pico} quando ajustado alometricamente, assim, a normalização dos dados usando a escala alométrica é um método eficiente para corrigir essa variável em amostras com grandes diferenças de massa corporal produzindo um valor de VO2pico mais realista (Milano *et al.*, 2009).

Portanto, após a utilização do ajuste proporcionado pela alometria os resultados apontaram para um melhor desempenho do GAF em relação ao GEE e GED o que pode ser explicado pelo maior tamanho do tecido corporal obtido neste grupo, ou seja, pelo fato do tecido que é o maior consumidor de energia (i.

e. musculo esquelético que compõe a massa livre de gordura) durante o exercício relativo à massa corporal (Rowland, 2008) ser um dos componentes que influenciam na determinação do expoente alométrico.

Algumas limitações devem ser reconhecidas neste estudo, por exemplo, não foi possível controlar o estado de maturação da amostra estudada, além disso, o estudo transversal realizado não permite inferir relações de causa e efeito, portanto, é necessário que estudos futuros desenvolvam estudos longitudinais e/ou experimentais. Apesar do acima exposto, ao menos este estudo fornece informações elementares para treinadores e pesquisadores, destacando o controle alométrico entre adolescentes.

5. Conclusão

Conclui-se que para se avaliar o VO_{2pico} em adolescentes é necessário levar-se em conta, não só o tipo de treinamento utilizado (volume e intensidade), mas também o tamanho corporal, principalmente nas fases de crescimento, onde rápidas alterações ocorrem no tamanho (e. g. estatura e peso) e a escala alométrica é uma ferramenta de fácil utilização para amenizar as interferências de outros procedimentos matemáticos comumente adotados.

Referencias

Abderrahman, A. B., Rhibi, F., Ouerghi, N., Hackney, A. C., Saeidi, A. y Zouhal, H. (2018). Effects of Recovery Mode during High Intensity Interval Training on Glucoregulatory Hormones and Glucose Metabolism in Response to Maximal Exercise. *Journal of athletic enhancement*, *7*(3), 292.

Armstrong, N. y Welsman, J. O. (2020). Traditional and New Perspectives on Youth Cardiorespiratory Fitness. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *52*(12), 2563–2573.

Bangsbo, J., Iaia, F. M. y Krustrup, P. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test. *Sports Medicine, 38*(1), 37–51.

Cadenas-Sanchez, C., Lamoneda, J. y Huertas-Delgado, F. J. (2021). Association of Cardiorespiratory Fitness with Achievement Motivation in Physical Education in Adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(5), 2317.

Chamari, K., Moussa-Chamari, I., Bousaidi, L., Hachana, Y., Kaquech, F. y Wilsoff, U. (2005). Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. *British journal of sports medicine, 39*(2), 97–101.

Chinali, M., De Simone, G., Roman, M. J., Lee, E. T., Best, L. G., Howard, B. V. y Devereux, R. B. (2006). Impact of Obesity on Cardiac Geometry and Function in a Population of Adolescents. *Journal of the American College of Cardiology, 47*(11), 2267–2273.

Cocks, M., Shaw, C. S., Shepherd, S. O., Fisher, J. P.; Ranasinghe, A. M., Barker, T. A., Kevin, T. y Anton, W. (2013). Sprint interval and endurance training are equally effective in increasing muscle microvascular density and eNOS content in sedentary males. *J Physiol, 56,* 591-641.

Costa, I. T., Garganta, J., Greco, P. J. y Costa, V. (2010). Estrutura temporal e métodos de ensino em jogos desportivos coletivos. *Revista Palestra, 10*, 26–33.

Ito, S. (2019). High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases - The key to an efficient exercise protocol. *World journal of cardiology*, *11*(7), 171–188.

Kim, J., Lee, N., Trilk, J., Kim, E. J., Kim, S. Y., Lee, M. y Cho, H. C. (2011). Effects of Sprint Interval Training on Elite Judoists. *Int J Sports Med, 32*(12), 929–34

Lizana, C., Ramirez, J., Belozo, F., Lourenco, T., Brenzikofer, R., Macedo, D. Vaz, Shoitimisuta, M. y Scaglia, A. J. (2014). Análise da potência aeróbia de futebolistas por meio de teste de campo e teste laboratorial. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 20*(6), 447–450.

Loftin, M., Sothern, M., Abe, T. y Bonis, M. (2016). Expression of VO2peak in Children and Youth, with Special Reference to Allometric Scaling. *Sports Medicine, 46*(10), 1451–1460.

Lohman, T. G. (1992). *Advances in Body Composition Assessment. Current issues in exercise science series. Monograph n. 3*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.

Lohman, T. G., Roche, A. F. y Martorell, R. (1988). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. (s.l.). Human Kinetics Publishers.

Mccann, D. J. y Adams, W. C. (2002). A theory for normalizing resting .VO(2) for differences in body size. *Medicine and science in sports and exercise, 34*(8), 1382–90.

Milano, G. E., Rodacki, A., Radominski, R. B. y Leite, N. (2009). Escala de VO2pico em adolescentes obesos e não-Obesos por diferentes métodos. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia, 93*(6), 598–602.

Nes Bjarne, M., Øyen Østhus, I. B., Welde, B., Aspenes, S. T. y Wisloff, U. (2013). Peak Oxygen Uptake and Physical Activity in 13- to 18-Year-Olds. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 45*(2), 304–313. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22968311/

Oliveira, E. A. y Grunennvaldgt, J. T. (2015). A Operacionalización do Esporte em Escolas de Iniciacao: O futebol que se propoe. *Kinesis, 33*, 3–22.

Oliveira, R., Gonçalves De y Guedes, D. P. (2016). Physical Activity, Sedentary Behavior, Cardiorespiratory Fitness and Metabolic Syndrome in Adolescents: Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Evidence. *PLOS ONE, 11*(12).

Rebelo, A., Brito, J., Maia, J., Coelho-E-Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Bangsbo, J., Malina, R. M. y Seabra, A. (2013). Anthropometric characteristics, physical fitness and technical performance of under-19 soccer players by competitive level and field position. *Int J Sports Med, 34*, 312–317.

Rodriguez, A. N., Perez, A. J., Carleltti, L., Bissoli, N. S. y Abreu, G. R. (2006). Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. *Jornal de Pediatria, 82*(6),426–430.

Rowland, T. (2008). *Fisiologia do exercício na criança* (2ª ed.). Barueri, SP.: Editora Manole.

Sharkey, B. J. (1998). *Condicionamento físico e saúde* (4ª ed.). Porto Alegre: Artmed Editora S.A.

Slimani, M. y Nijolaidis, P. T. (2018). Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *59*(1), 141–163.

Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. y Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports medicine (Auckland, N.Z.), 35*(6), 501–36.

Tartaruga, M. P., De Medeiros, M. H., Alberton, C. L., Cadore, E. L., Peyre-Tartaruga, L. A., Baptista, R. R., Coertjens, M. y Kruel, L. F. M. (2010). Application of the allometric scale for the submaximal oxygen uptake in runners and rowers. *Biology of Sport, 27*(4), 297–300.

Welsman, J. R., Armstrong, N., Nevill, A. M., Winter, E. M. y Kirby, B. J. (1996). Scaling peak VO2 for differences in body size. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 28*(2), 259–265.

World Health Organization. *Global recommendations on physical activity for health.* Disponível em: https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979 Acesso em: 26 maio. 2021.

EDICIONES DE LA FAHCE

Ediciones de la FaHCE utiliza Marcalyc XML, herramienta desarrollada con tecnología XML-JATS4R por Redalyc.
Proyecto académico sin fines de lucro desarrollado bajo la iniciativa Open Access