

EFEITO DA APTIDÃO AERÓBICA NA BRADICARDIA E NA RECUPERAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NO TESTE CARDIOPULMONAR MÁXIMO EM JOGADORES DE FUTEBOLCésar Augusto Rodrigues Sena Pontes Matos¹Daianne Freires Fernandes²Wollner Materko^{1,2,3}**RESUMO**

O objetivo do presente estudo foi investigar os diferentes níveis de frequência cardíaca de repouso (FCR) e de recuperação (FCRP) através da avaliação da aptidão aeróbica da medição do consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_2\text{máx}$) em jogadores de futebol. A amostra, com 20 atletas da modalidade futebol do sexo masculino, buscou os valores de $\text{VO}_2\text{máx}$ através do uso da ergoespirometria durante o teste de exercício cardiopulmonar máximo (TCPM) com um monitor de FC Polar RS810. Posteriormente, baseado no percentil 50 do $\text{VO}_2\text{máx}$ possibilitou a divisão dos voluntários em dois grupos: de alta aptidão física (GAP) e baixa aptidão física (GBP). A estatística foi realizada comparando a diferença entre o GAP e o GBP, pelos dados antropométricos e físicos, $\text{VO}_2\text{máx}$, FCR, frequência cardíaca máxima e FCRP através do teste t Student para variáveis independentes. O GAP apresentou valor médio mais elevado de $\text{VO}_2\text{máx}$ ($+11,7 \text{ ml.kg.min}^{-1}$, $p < 0,01$) do que o GBP. A FCR no GAP ($53,9 \pm 3,3 \text{ bpm}$; IC95%: 50,1 - 57,6 bpm) e no GBP ($69,3 \pm 5,1 \text{ bpm}$; IC95%: 66 - 72,5 bpm), resultou uma diferença média de $-15,4 \pm 7,7 \text{ bpm}$ ($p = 0,00001$). A FCRP no GAP ($157,8 \pm 6,3 \text{ bpm}$; IC95%: 153,8 - 161,7 bpm) e no GBP ($173,0 \pm 9,0 \text{ bpm}$; IC95%: 167,3 - 178,6 bpm), resultou numa diferença média de $-15,2 \pm 12,3 \text{ bpm}$ ($p = 0,00001$). Portanto, conclui-se que o GAP possui uma maior eficiência na utilização do sistema cardiorrespiratório durante o teste cardiopulmonar máximo quando comparado ao GBP.

Palavras-chave: Frequência cardíaca. Frequência cardíaca de recuperação. Aptidão aeróbica.

1-Laboratório de Biodinâmica do Movimento Humano e Fisiologia do Exercício, Educação Física, Universidade Federal do Amapá, Macapá, Amapá-AP, Brasil.

2-Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Amapá, Amapá, Brasil.

ABSTRACT

Effect of aerobic fitness on bradycardia and recovery of heart rate on maximum cardiopulmonary test in football players

The aim of the present study was to investigate the different resting (HRR) and recovery heart rate levels (HRRP) by assessing the aerobic fitness of maximal oxygen uptake ($\text{VO}_2 \text{ max}$) measurement in soccer players. A sample of 20 male volunteers sought $\text{VO}_2 \text{ max}$ values through the use of ergospirometry during maximal cardiopulmonary exercise test (MCT) with a Polar RS810 heart rate monitor. Later, based 50th percentile of $\text{VO}_2 \text{ max}$, it was possible to divide the volunteers into two groups: high physical fitness (HPF) and low physical fitness (LPF). The statistic was performed by comparing the difference between the HPF and the LPF, by the anthropometric and physical data, $\text{VO}_2 \text{ max}$, HRR, maximum heart rate and HRRS through the t-test for independent variables. HPF had a higher mean value of $\text{VO}_2 \text{ max}$ ($+11.7 \text{ ml.kg.min}^{-1}$, $p < 0.01$) than the LPF. The HRC in HPF ($53.9 \pm 3.3 \text{ bpm}$, CI95%: 50.1 - 57.6 bpm) and in the LPF ($69.3 \pm 5.1 \text{ bpm}$, CI95%: 66 - 72.5 bpm) resulted in a mean difference of $-15.4 \pm 7.7 \text{ bpm}$, difference was significant ($p = 0.00001$). The HRRP in HPF ($157.8 \pm 6.3 \text{ bpm}$, CI95%: 153.8 - 161.7 bpm) and in the LPF ($173.0 \pm 9.0 \text{ bpm}$, CI95%: 167.3 - 178.6 bpm), the mean difference was $-15.2 \pm 12.3 \text{ bpm}$ ($p = 0.00001$). In conclusion, the HPF has a greater efficiency in the use of the cardiorespiratory system during the maximal cardiopulmonary test when compared to GBP.

Key words: Heart rate. Recovery heart rate. Aerobic fitness.

3-Programa de Pós-Graduação em Residência Multiprofissional em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Amapá, Amapá, Brasil.

INTRODUÇÃO

O futebol é um esporte mais popularizado em todo planeta e complexo nos aspectos fisiológicos, por apresentar em alta intensidade com curtos intervalos de recuperação, demanda aspectos físicos, metabólicos e psíquicos do indivíduo (Barbalho e colaboradores, 2016; Ribas e colaboradores, 2018; Milanović e colaboradores, 2015).

Dessa forma, a avaliação da aptidão aeróbica em atletas de futebol através da medição do consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) torna-se um parâmetro de avaliação confiável de capacidade de condicionamento aeróbico durante o esforço máximo em prescrição de treinamento físico (Milanović e colaboradores, 2015; Wasserman e Whipp, 1975).

A frequência cardíaca (FC) que consiste em números de contrações do coração, modulada pelo sistema nervoso autônomo (Tulppo e colaboradores, 1998; Weberruss e colaboradores, 2018).

Na adaptação ao treinamento físico consiste na diminuição da atividade simpática e aumento da parassimpática, a nível vagal do sistema nervoso autônomo (Weberruss e colaboradores, 2018), este fenômeno denomina-se bradicardia do atleta (Bahrainy e colaboradores, 2016).

O $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e a FC são influenciados pela demanda metabólica da musculatura ativa, ocorrendo um aumento de ambos com o aumento da intensidade do exercício até que seja atingido o ponto máximo da captação de O_2 e da FC (Wasserman e colaboradores, 1973).

Neste ponto onde mesmo com o aumento da intensidade do exercício não ocorre aumento da captação de O_2 denomina-se $\text{VO}_{2\text{máx}}$, que tem uma relação direta com a FC máxima (Davis e Convertino, 1975).

E a principal hipótese desse estudo, foi de investigar como ocorre o comportamento da frequência cardíaca de repouso (FCR) e a frequência cardíaca de recuperação (FCRP) em jogadores de futebol após testes de esforço cardiopulmonar (Campos e colaboradores, 2017; Araújo e colaboradores, 2019).

Visto que o bom condicionamento aeróbico está relacionado a uma alta eficiência cardíaca com fração de ejeção melhorada (Ballenger e colaboradores, 2016) e, consequentemente, aumento na variabilidade

da FC (Materko, 2018a; Materko, 2018b), e concomitantemente a uma maior atividade parassimpática ou menor atividade simpática (Kingsley e Figueroa, 2016).

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi comparar a FCR e a FCR após o teste cardiopulmonar máximo em relação ao condicionamento físico de atletas de futebol.

MATERIAIS E MÉTODOS**Amostra**

O Comitê de Ética da Instituição Universidade Estácio de Sá aprovou o protocolo do estudo (n° 0045.0.308.000-10) e consentimento informado por escrito foi obtido de todos os participantes. O estudo foi realizado de acordo com os princípios da Declaração de Helsinque de 2008.

Participaram deste estudo 20 voluntários do sexo masculino, atletas de futebol profissional, com faixa etária entre 18-34 anos de idade e com diferentes níveis de condicionamento aeróbico e de baixo risco para doença cardiopulmonar ou metabólica (ACSM, 2014).

Como critérios de exclusão foram considerados os seguintes procedimentos: uso de qualquer recurso ergogênico; uso de esteróides anabolizantes, uso de medicamentos antiarrítmicos; anti-hipertensivos, anti-ansiolíticos ou de qualquer outro medicamento que atue no sistema cardiovascular, pulmonar ou autônomo; tabagismo; histórico de doenças pulmonares ou cardiovasculares; lesões osteomioarticulares prévias; ou apresentassem problemas endócrinos ou hormonais. Adicionalmente, em concordância com os critérios estabelecidos pelo American College of Cardiology e pela American Heart Association (ACC/AHA) (Balady e colaboradores, 2010), deviam ser excluídos todos os voluntários que apresentassem quaisquer das contra-indicações.

Procedimentos Experimentais

A coleta dos dados ocorreu no Estado e município do Rio de Janeiro. Na visita ao laboratório todos os voluntários foram orientados a realizarem uma avaliação antropométrica, sequencialmente, um teste cardiopulmonar máximo em esteira.

Os voluntários foram previamente instruídos a não realizarem exercícios

extenuantes nas 48h precedentes ao teste, não consumirem bebida alcoólica ou composto cafeinado, não comerem nas 2h antecedentes ao teste e se manterem bem hidratados ao longo dos testes e avaliados numa temperatura entre 20°C a 24°C, com intuito de não influenciar nas medidas analisadas, comprometendo a confiabilidade (Consolazio e colaboradores, 1963).

Avaliação Antropométrica

Esta avaliação foi realizada pelas medidas de massa corporal com precisão de 0,1 kg e estatura medida em centímetros, realizadas numa balança mecânica com estadiômetro acoplado (Filizola, Brasil), e tomada das medidas das três dobras cutâneas, através de um compasso científico (Cescorf, Brasil). A partir destas medidas, estimou-se o percentual de gordura corporal (%GC) usando as equações de Jackson e Pollock (1978) para a estimativa da densidade corporal (DC) em homens:

$$DC = 1,10938 - 0,0008267 * (X1) + 0,0000016 * (X1)^2 - 0,00002574 * (X1)^3 \quad (1)$$

onde $X1$ é o somatório das dobras cutâneas do peitoral, abdômen e coxa.

A seguir, obém-se %GC por meio da equação de Siri (1961):

$$\% GC = \left(\frac{495}{DC} \right) - 450 \quad (2)$$

Protocolo do Teste

Posteriormente, um teste de exercício cardiopulmonar máximo (TCPM) foi realizado utilizando uma bicicleta de frenagem mecânica 167 (ErgoFit, Alemanha), com a altura do assento ajustado pelo comprimento do membro inferior e a altura do guidão correspondendo à largura dos ombros do voluntário.

O protocolo foi dividido em três fases: (1) Repouso - 4 min em repouso sentado; (2) Teste - carga de trabalho incremental até a exaustão (25 W/min, mantendo o ritmo de pedalada entre 50 e 60 rpm); e (3) Recuperação - 5 min de recuperação, onde os

primeiros 3 min consistiram em recuperação ativa (carga da pedalada de 12,5 W), seguido de recuperação passiva de 2 min. Ao longo dos testes, as variáveis de trocas gasosas foram determinadas ato a ato respiratório com o analisador metabólico VO₂₀₀₀ (Teem 100, Aerosport, Brasil), calibrado em modo automático antes de cada teste. O consumo de oxigênio e outras variáveis foram continuamente extraídos da conexão da máscara facial com o pneumotacógrafo por meio de amostragem em intervalos de 20 s, a vazão expiratória e as frações expiratórias de O₂ e CO₂.

Pelo uso da ergoespirometria, foi possível determinar o VO₂máx utilizando-se os seguintes critérios (NOGUEIRA e POMPEU, 2006): presença de QR (VCO₂/VO₂) > 1,1; e a presença de um platô no VO₂máx durante o teste cardiopulmonar máximo.

Aquisição de Sinais da Frequência Cardíaca

Um monitor de frequência cardíaca Polar RS810 (Polar, Finlândia) com o posicionamento do transmissor elétrico na região do processo xifóide do esterno, trabalhando em uma frequência de amostragem de 1000Hz foi utilizado para gravar a frequência cardíaca com uma janela de 60s após a frequência cardíaca máxima (FCM) durante o TCPM, denominando-se frequência cardíaca de recuperação (FCRP) a média da janela de 60s. Os tacogramas de frequência cardíaca de recuperação foram transferidos usando um dispositivo de interface de infravermelho para o Polar software SW v. 3.0 (Polar, Finlândia).

Classificação dos grupos pela aptidão aeróbica

Baseado nos valores de VO₂máx foram estratificados em dois grupos baseados no percentil, ou seja, > 50% foi considerado o grupo com alta aptidão aeróbica (GAP) e ≤ 50% foi considerado o grupo com baixa aptidão aeróbica (GBP).

Análise Estatística

Os dados antropométricos e físicos, tais como, o VO₂máx, a frequência cardíaca de repouso (FCR), a FCM e a FCRP foram inicialmente comparados com a curva normal através do teste de Shapiro-Wilk, no qual

confirmou uma distribuição como Gaussiana ou normal. O post hoc power (1 – beta error level) determinou o tamanho do efeito amostral em G*Power software versão 3.1.9.2 (Universidade Kiel, Alemanha).

A análise estatística descritiva dos dados foi expressa como média \pm desvio padrão (DP) e intervalo de confiança de 95% (IC 95%). A estatística inferencial foi realizada comparando a diferença do grupo com alta aptidão aeróbica com o de baixa aptidão aeróbica com os dados antropométricos e físicos, o $\text{VO}_2\text{máx}$, a FCR, a FCM e a FCRP através do teste t Student para variáveis

independentes, onde a variável independente foi a aptidão física e a dependente sendo estipulada pela frequência cardíaca, considerando o nível de significância com $p \leq 0,05$. Os dados foram tratados no Matlab versão 6.5 (Mathworks, EUA).

RESULTADOS

As características físicas e antropométricas dos voluntários para cada grupo são apresentadas na Tabela 1, sendo que nenhum voluntário foi excluído do estudo.

Tabela 1 - Características físicas e antropométricas dos voluntários para cada grupo.

Variáveis	GBP (n=10) Média \pm DP	IC95%	GAP (n=10) Média \pm DP	IC95%
Idade (anos)	24,6 \pm 6,4	20,6 – 28,5	20,6 \pm 4,2	18,0 – 23,2
Estatura (cm)	175,6 \pm 7,6	170,9 – 180,3	174,4 \pm 3,0	172,5 – 176,3
Massa corporal (kg)	72,8 \pm 11,5	68,7 – 76,8	72,1 \pm 6,3	68,2 – 76,0
Percentual de gordura corporal (%)	8,5 \pm 3,0	6,6 – 10,4	6,5 \pm 2,8	5,1 – 7,9
$\text{VO}_2\text{máx}$ (ml.kg.min ⁻¹)	50,0 \pm 4,6	47,1 – 53,0	61,7 \pm 5,9	58,0 – 65,4

Legenda: GBP é grupo com baixa aptidão aeróbica; GAP é grupo com alta aptidão aeróbica; DP é o desvio padrão; e IC95% é o intervalo de 95% em torno da média.

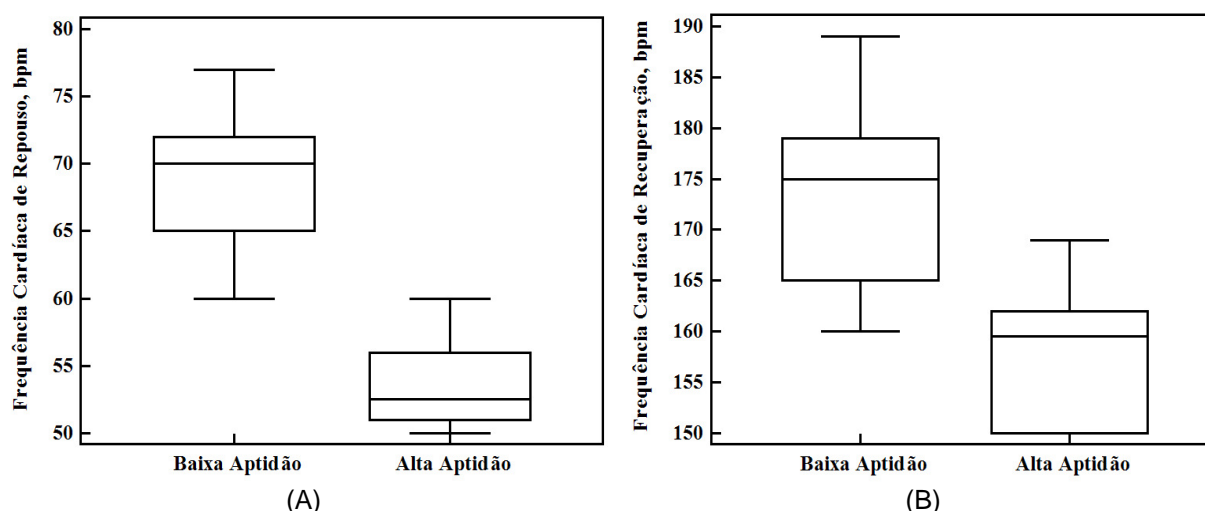


Figura 1 - Frequência cardíaca em repouso (A) e frequência cardíaca de recuperação (B) para ambos os grupos.

A baixa dispersão dos dados devido aos baixos valores de desvio padrão aponta para um grupo bastante homogêneo, confirmando a normalidade da distribuição. O GAP apresentou valor médio mais elevado de $\text{VO}_2\text{máx}$ (+11,7 ml.kg.min⁻¹, $p < 0,01$) em relação ao GBP, com isso, foi possível dividir a amostra em dois grupos relacionados à aptidão aeróbica.

Embora a amostra tenha sido composta por indivíduos de faixa etária ($p = 0,11$), estatura ($p = 0,65$), massa corporal ($p = 0,81$), percentual de gordura corporal ($p = 0,12$) e frequência cardíaca máxima ($p = 0,34$), semelhantes. O poder da amostra post hoc foi estimado em 0,98.

Figura 1 ilustra a frequência cardíaca em repouso no GAP ($53,9 \pm 3,3$ bpm; 50,1 – 57,6 bpm) e no GBP ($69,3 \pm 5,1$ bpm; 66 – 72,5

bpm), o qual resultou uma diferença média de $-15,4 \pm 7,7$ bpm, demonstrando uma diferença significativa ($p = 0,00001$).

Na Figura 1B, a frequência cardíaca de recuperação é ilustrada no GAP ($157,8 \pm 6,3$ bpm; $153,8 - 161,7$ bpm) e no GBP ($173,0 \pm 9,0$ bpm; $167,3 - 178,6$ bpm), o qual resultou uma diferença média de $-15,2 \pm 12,3$ bpm, demonstrando uma diferença significativa ($p = 0,00001$). Em ambas as figuras são ilustradas uma menor dispersão dos dados no GAP em relação ao GBP, isto é evidenciado pelos menores desvios padrões apresentados.

DISCUSSÃO

O futebol é o esporte mais praticado no Brasil, além disso, é um fator trivial para um estilo de vida saudável, contudo, os mecanismos do sistema cardiorrespiratório não são tão claros (Campos e colaboradores, 2017; Araújo e colaboradores, 2019).

Sendo assim, o presente estudo buscou mostrar a existência da bradicardia e além de apresentar um declínio rápido da frequência cardíaca de recuperação pós-exercício no GAP em relação ao GBP. Em linhas gerais, o grupo é bastante homogêneo em relação às características físicas e antropométricas, possibilitando com isso uma maior confiabilidade nos resultados obtidos.

Sabendo que, a baixa frequência cardíaca de repouso (FCR) ou bradicardia, propicia um bom prognóstico e condição de saúde (Ballenger e colaboradores, 2016) e uma boa aptidão física ao treinamento (Bahrainy e colaboradores, 2016).

Constantemente, são realizadas conexões entre o treinamento físico e a diminuição da FCR, e um dos mecanismos responsáveis por tal fenômeno é o aumento do tônus parassimpático, responsável pela diminuição da frequência cardíaca, assim como a diminuição do tônus simpático e/ou diminuição do ritmo intrínseco de despolarização cardíaca (Weberruss e colaboradores, 2018; Ballenger e colaboradores, 2016).

De acordo com Carvalho (2016), há uma diferença significativa na FCR em relação ao nível de condicionamento físico, tal diferença foi constatada analisando dois grupos de indivíduos, onde o primeiro grupo composto por praticantes regulares de atividade física, e o segundo por pessoas sedentárias, onde o grupo de praticantes regulares de atividade física possuía uma FCR

menor em relação aos não praticantes de atividade física regular, semelhante ao resultado do presente estudo.

E corroborando com os resultados obtidos neste estudo, Stanley; D'Auria; Buchheit, (2015) ao investigarem alterações em FCR em triatleta, obtiveram dados que foram analisados pelos índices vagais relacionados à FC e VFC com logaritmo natural da raiz quadrada das diferenças quadráticas médias nos intervalos RR sucessivos $\ln RMSSD$ e a razão de $\ln RMSSD$ para RR comprimento do intervalo em $RMSSD$, partindo disso, observaram uma diminuição da FCR, indicando adaptação positiva ao treinamento (Abad e colaboradores, 2019).

Em vista disso, um estudo de Mann e colaboradores (2017) com participantes treinados e destreinados, verificaram o retorno à homeostase de repouso, no período pós-exercício, representando com isso a capacidade de carga de treinamento, onde a FCRP apresenta um potencial moderado de representação de variação individual de alteração homeostática, e assim, reafirmando a baixa FC e equilíbrio dela em indivíduos treinados.

Destarte, a Figura 1A demonstra a frequência cardíaca de repouso no GAP ($53,9 \pm 3,3$ bpm; $50,1 - 57,6$ bpm) e no GBP ($69,3 \pm 5,1$ bpm; $66 - 72,5$ bpm) demonstrando diferença significativa ($p = 0,00001$), pois o treinamento físico induz a uma maior atividade parassimpática em repouso (Ballenger e colaboradores, 2016; Kingsley e Figueroa, 2016) e aumento da modulação vagal cardíaca (Platasa e colaboradores, 2019).

Nesse aspecto, Materko e colaboradores (2018) que estudaram um modelo logístico para prever o VO_{2max} com base nos parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) estimados em repouso, separou grupos com alta e baixa aptidão aeróbica com 85,7% de sensibilidade, 88,5% de especificidade e 87,2% de acurácia, assumindo como variáveis independentes a proporção de intervalos RR com diferenças sucessivas de mais de 50 Mv ($pNN50$) e um índice proposto como taxa de desaceleração cardíaca (CDR) determinado pela média das diferenças positivas de intervalos RR sucessivos.

A Figura 1B apresenta a frequência cardíaca de recuperação GAP ($157,8 \pm 6,3$ bpm; $153,8 - 161,7$ bpm) e no GBP ($173,0 \pm 9,0$ bpm; $167,3 - 178,6$ bpm), a partir destes

dados é possível afirmar que, há uma diferença significativa entre os dois grupos, tanto em relação a FCR quanto em relação a FCRP, ambos com diferença de ($p=0,00001$), sendo assim, a análise de dados confirma a hipótese do estudo em que os indivíduos do GAP possuem uma variabilidade de frequência cardíaca mais eficiente em relação aos indivíduos do GBP.

Partindo disso, outros estudos também concordaram com o presente resultado (Excel e colaboradores, 2019; Plews; Laursen; Buchheit, 2017; Nakamura e colaboradores, 2016; Dellal e colaboradores, 2015).

A vista disso, o presente estudo demonstrou como limitação que a FC foi o único parâmetro aferido durante o teste cardiopulmonar máximo, pois é evidenciado na literatura que a FC nem sempre obtém correlações consistentes de respostas autonômicas com o condicionamento cardiorrespiratório (Coates, Hammond, Burr, 2018), principalmente, em exercício físico de alta intensidade (Schneider e colaboradores, 2019).

Assim, sugerem-se novos estudos que investiguem a FC em associação com atletas de ambos os sexos da modalidade futebol, de diferentes posições táticas durante uma partida e de diferentes intensidades e relacionar outros parâmetros fisiológicos, tais como, limiar de lactato, o sinal de fadiga periférica do eletromiograma, resposta da cinética dos gases respiratórios, os parâmetros clássicos da variabilidade da frequência cardíaca e as alterações do sinal de eletrocardiograma, sendo um campo aberto para novas investigações.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, o presente estudo concluiu que atletas com alta aptidão física decorrente de práticas regulares de exercícios físicos têm uma frequência cardíaca em repouso e de recuperação pós-exercício menores em relação ao grupo de atletas com baixa aptidão física, com isso, os atletas de futebol mais condicionados fisicamente possuem um sistema cardiopulmonar mais eficiente.

REFERÊNCIAS

1-Abad, C. C. C.; e colaboradores. Short-Term Cardiac Autonomic Recovery after a Repeated

Sprint Test in Young Soccer Players. Sports. Vol. 7. Num. 5. p. 102. 2019.

2-Araújo, K. S.; e colaboradores. Influência de diferentes sistemas táticos sobre a intensidade de esforço e a fadiga de jogadores de futebol da categoria sub-17. Revista Brasileira de Futsal e Futebol. São Paulo. Vol.11. Num. 43. p.172-178. 2019.

3-Barbalho, M. S. M.; e colaboradores. Estudo comparativo da frequência cardíaca máxima e estimada por diferentes equações em jogadores de Futebol profissional. Revista Brasileira de Futsal e Futebol. São Paulo. Vol. 8. Num. 30. p. 275-279. 2016.

4-Bahrainy, S.; e colaboradores. Exercise training bradycardia is largely explained by reduced intrinsic heart rate. International Journal of Cardiology. Vol. 222. p. 213-216, 2016.

5-Bellenger, C. R.; e colaboradores. Monitoring athletic training status through autonomic heart rate regulation: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine. Vol. 46. Num. 10. p. 1461-1486. 2016.

6-Balady, G. J.; e colaboradores. American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology; Council on Epidemiology and Prevention; Council on Peripheral Vascular Disease; Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research. Clinician's Guide to cardiopulmonary exercise testing in adults a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. Vol. 122. Num. 2. p. 191-225. 2010.

7-Campos, É.; e colaboradores. Análise físicas e comportamentais de jovens atletas praticantes de futebol de campo, durante diferentes designe de treinamento. Revista Brasileira de Futsal e Futebol. São Paulo. Vol. 9. Num. 32. p. 16-20. 2016.

8-Coates, A. M.; Hammond, S.; Burr, J. F. Investigating the use of pre-training measures of autonomic regulation for assessing functional overreaching in endurance athletes. European journal of sport science. Vol. 18. Num. 7. p. 965-974. 2018.

- 9-Cole, C. R.; e colaboradores. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *New England journal of medicine*. Vol. 341. Núm. 18. p.1351-1357. 1999.
- 10-Consolazio, C.; Johnson, R.; Pecora, L. *Physiological Measurements of Metabolic Functions in Man*. New York NY. McGraw Hill. 1963.
- 11-Davis, J. A.; Convertino, V. A. A comparison of heart rate methods for predicting endurance training intensity. *Medicine and Science in Sports*. Vol. 7. Num. 4. p. 295-298. 1975.
- 12-Dellal, A.; e colaboradores. Cardiac parasympathetic reactivation in elite soccer players during different types of traditional high-intensity training exercise modes and specific tests: interests and limits. *Asian journal of sports medicine*. Vol. 6. Num. 4, p. e25723. 2015.
- 13-Excel, J.; e colaboradores. Entropy Measures Can Add Novel Information to Reveal How Runners' Heart Rate and Speed Are Regulated by Different Environments. *Frontiers in Psychology*. Vol. 4. Num. 10. p. 1278. 2019.
- 14-Jackson, A.S.; Pollock, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*. Vol. 40. Num. 3. 1978. p. 497-504.
- 15-Kingsley, J. D.; Figueroa, A. Acute and training effects of resistance exercise on heart rate variability. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. Vol. 36. Num. 3. p. 179-187. 2016.
- 16-Jae, S. Y.; e colaboradores. Attenuated heart rate recovery after exercise testing and risk of incident hypertension in men. *American Journal of Hypertension*. Vol. 29. Num. 9. p. 1103-8. 2016.
- 17-Mann, T. N.; e colaboradores. Relationship between perceived exertion during exercise and subsequent recovery measurements. *Biology of Sport*. Vol. 34. Num. 1. p. 3-9. 2017.
- 18-Materko, W. Stratification Fitness Aerobic Based on Heart Rate Variability during Rest by Principal Component Analysis and K-means Clustering. *Journal Exercise Physiology online*. Vol. 21. Num. 1. p. 91-101. 2018.
- 19-Materko, W. Stratification of the level of aerobic fitness based on heart rate variability parameters in adult males at rest. *Motricidade*. Vol. 14. Num. 1. p. 51-57. 2018.
- 20-Milanović, Z.; e colaboradores. Is Recreational Soccer Effective for Improving VO2max A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. Vol. 45. Num. 9. p. 1339-1353. 2015.
- 21-Nakamura, F. Y.; e colaboradores. Differences in physical performance between U-20 and senior top-level Brazilian futsal players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. Vol. 56. Num. 11. p. 1289-1297. 2016.
- 22-Plews, D. J.; Laursen, P. B.; Buchheit, M. Day-to-day heart-rate variability recordings in world-champion rowers: appreciating unique athlete characteristics. *International journal of sports physiology and performance*. Vol. 12. Num. 5. p. 697-703. 2017.
- 23-Ribas, M. R.; e colaboradores. Comportamento da variabilidade da frequência cardíaca pré e pós-partidas de Futebol. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*. São Paulo. Vol. 10. Num. 40. p. 612-620. 2019.
- 24-Schneider, C.; e colaboradores. Heart Rate Variability Monitoring During Strength and High-Intensity Interval Training Overload Microcycles. *Frontiers in Physiology*. Vol. 22. Num. 10. p. 582. 2019.
- 25-Stanley, J.; D'auria, S.; Buchheit, M. Cardiac parasympathetic activity and race performance: an elite triathlete case study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 10. Num. 4. p. 528-534. 2015.
- 26-Siri, W.E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods apud: Brozek, J and Henschel. *Techniques for measuring body composition*. Washington National Academic of Science. 1961.
- 27-Tulppo, M. P.; e colaboradores. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness". *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory*

Physiology. Vol. 274. Num. 2. p. 424-429. 1998.

28-Wasserman, K.; e colaboradores. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. Journal of Applied Physiology. Vol. 35. Num. 2. p. 236-243. 1973.

29-Wasserman, K.; Whipp, B. J. "Exercise physiology in health and disease", The American Review of Respiratory Disease. Vol. 112. Num. 2. p. 219-249. 1975.

30-Weberruss, H.; e colaboradores. Recovery of the cardiac autonomic nervous and vascular system after maximal cardiopulmonary exercise testing in recreational athletes. European Journal of Applied Physiology. Vol. 118. Num. 1. p. 205-211. 2018.

E-mail dos autores:

cesar-guto@hotmail.com

daianneffernandes@hotmail.com

wollner.materko@gmail.com

Autor para correspondência:

Prof. Dr. Wollner Materko.

Laboratório de Biodinâmica do Movimento Humano e Fisiologia do Exercício.

Curso de Educação Física.

Universidade Federal do Amapá

Rod. Juscelino Kubitschek de Oliveira, Km 02, Jardim Marco Zero, Campus Marco Zero, Macapá-AP, Brasil.

CEP: 68903-419.

Recebido para publicação em 27/09/2019

Aceito em 25/03/2020