

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE SESSÕES DE TREINAMENTO EM CONDIÇÕES DE HIPÓXIA NORMOBÁRICA INTERMITENTE E NORMÓXIA SOBRE PARÂMETROS HEMATOLÓGICOS E APTIDÃO AERÓBICAEduardo da Silva Pereira¹, Aline Mara Marques Sousa¹, Francisco Edson Ferreira Paz²**RESUMO**

O treinamento em hipóxia baseia-se na diminuição da quantidade disponível de oxigênio nos tecidos, no qual é realizado em grandes altitudes. Com a finalidade de simular esse método, máscaras estão sendo utilizadas durante o treinamento. Com base nisso o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de sessões de treinamento em condições de hipóxia normobárica intermitente e normóxia sobre os parâmetros hematológicos e aptidão aeróbica. Trata-se de um estudo de campo, caracterizado como experimental do tipo pré e pós-teste, de corte longitudinal, de natureza intervencionista-descritiva com abordagem quantitativa. A amostra foi composta por 18 homens, relacionados por adesão, distribuídos aleatoriamente em três grupos, no qual foram submetidos ao teste de aptidão aeróbica e hemograma antes e após as sessões de treinamento com máscara. O tratamento foi composto por 12 sessões, concentração de 15% de oxigênio (30 min/dia, 3x/sem). As análises estatísticas, feitas através do teste t de Student para amostras pareadas ($p < 0,05$), apresentaram diminuição significativa nos valores de SpO_2 , Hb, HCM e CHCM ($p < 0,05$) do grupo TCM. Não foram observadas alterações da FC e VO_2 máximo após as sessões de treinamento. Porém, observou-se aumento significativo na distância de corrida no pós-teste do grupo TCM ($p < 0,05$). Conclui-se que o THNI, na dosagem aplicada nesta investigação, foi eficaz para favorecer aumento de performance, apesar da significativa redução nos valores hematológicos e SpO_2 . O resultado em hipóxia afirma que o método aqui utilizado, precisa ser investigado levando em consideração outras variáveis que possam vir a ser influenciadas por esse tipo de treinamento.

Palavras-chave: Hipóxia. Treinamento. Aptidão Cardiorrespiratória.

ABSTRACT

Analysis of the influence of training sessions in conditions of intermittent normobaric hypoxia and normoxia on hematological parameters and aerobic fitness

Hypoxia training is based on decreasing the amount of oxygen available in the tissues, which is performed at high altitudes. In order to simulate this method, masks are being used during training. Based on this, the present study aimed to evaluate the influence of training sessions on intermittent normobaric and normoxic hypoxia on hematological parameters and aerobic fitness. This is a field study, characterized as experimental pre-and post-test, longitudinal cut, interventionist-descriptive nature with quantitative approach. The sample consisted of 18 men, related by adherence, randomly distributed in three groups, in which they were submitted to the aerobic aptitude test and blood count before and after the training sessions with mask. The treatment consisted of 12 sessions, 15% oxygen concentration (30 min / day, 3x / wk). Statistical analyzes, performed by Student's t-test for paired samples ($p < 0,05$), showed a significant decrease in the SpO_2 , Hb, HCM and CHCM values ($p < 0,05$) of the TCM group. No changes in HR and max VO_2 were observed after training sessions. However, there was a significant increase in running distance in the post-test group TCM ($p < 0,05$). It was concluded that the THNI, in the dosage applied in this investigation, was effective to favor performance increase, despite the significant reduction in hematological and SpO_2 values. The result in hypoxia states that the method used here needs to be investigated taking into account other variables that may be influenced by this type of training.

Key words: Hypoxia. Training. Cardiorespiratory Fitness.

E-mail dos autores:

edufaced@yahoo.com.br

alinemara.biomed@gmail.com

biomedicinagenesis@gmail.com

1 - Instituto Federal do Ceará, Brasil.

2 - Instituto Pro Hemoce (IPH), Brasil.

INTRODUÇÃO

O treinamento físico compõe-se de uma cadeia de métodos e processos usados para a obtenção de habilidades físicas, aperfeiçoamento, condicionamento, dentre outros objetivos específicos, no qual é esboçado e executado em um devido período (Dantas, 2014).

A atividade física, se realizada em pontos elevados, acaba sofrendo uma enorme ação da hipóxia, que é a redução da pressão barométrica e da pressão parcial de oxigênio, resultando em um obstáculo no aproveitamento do aporte de oxigênio (Peng e colaboradores, 2013).

Na busca de aprimorar essa oferta de oxigênio aos tecidos, diversos atletas de elite acabam se utilizando do treinamento na altitude com a finalidade de aperfeiçoar a preparação física e refletir um melhor desempenho ao nível do mar.

O período de exposição e o nível de altitude tornam-se fatores relevantes para gerar um desempenho otimizado, ou danos para a saúde do atleta (Wilber, Stray-Gundersen, Levine, 2007; Mazzeo, 2008).

Como efeito da hipóxia, as variações fisiológicas, sucedem-se logo nos primeiros instantes de exposição à altitude (Araújo, 2009).

Sabe-se que a hipóxia é o agente responsável pelo disparo de uma cascata de episódios sinalizadores que despertam a adaptação à altitude.

Dentre tais eventos, evidenciam-se alterações que são realizadas no sistema cardiovascular, musculoesquelético, endócrino, imune e principalmente no circulatório (Virus-Ortega e colaboradores, 2006).

Esse processo contribui para o desempenho de atletas de Endurance, expandindo assim a capacidade de consumo de oxigênio e o consumo máximo de oxigênio.

Com base nisso vem sendo criados pela indústria esportiva acessórios simuladores com a finalidade de se alcançar um resultado semelhante a esse processo mencionado anteriormente, como por exemplo, a utilização de máscara durante o treinamento.

Entretanto em relação a esse método de simulação, estima-se que talvez o tempo de exposição com a máscara não seja suficiente para que ocorram as devidas alterações estipuladas. No Brasil, tem-se poucas pesquisas relacionadas a metodologias de

treinamentos em condições de hipóxia simulada e nenhum dado científico com referência ao método aqui empregado.

Assim sendo, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar a influência de sessões de treinamento em condições de hipóxia normobárica intermitente e normóxia sobre parâmetros hematológicos e aptidão aeróbica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local e Período

Trata-se de um estudo de campo, caracterizado como intervencionista-descritivo pré e pós-teste, de corte longitudinal e com abordagem quantitativa. Investigou-se a influência do Treinamento Hipóxico Normobárico Intermitente (THNI) sobre variáveis hematológicas e aptidão aeróbica (Hipóxia 15% - Altitude Simulada 2700m).

Este estudo foi realizado nas dependências do Instituto Federal do Ceará-IFCE, campus Canindé, no período no primeiro semestre letivo de 2019.

Amostra

A amostra final deste estudo foi composta por 18 indivíduos do sexo masculino, com a média de idade de $24,7 \pm 3,8$ anos selecionados intencionalmente por critérios de inclusão e exclusão.

Inclusão: serem declarados clinicamente saudáveis, sem histórico recente de anemias ou doenças respiratórias, que não faziam uso de medicamentos que pudessem alterar os resultados e fisicamente ativos.

Exclusão: aqueles que apresentaram condições que pudessem sugerir limitações físicas durante as sessões de intervenção, como incapacidade física temporária, brônquio-espasmo induzido pelo exercício, vertigem, náuseas ou inconsciência.

Delineamento Experimental

Os selecionados foram distribuídos aleatoriamente em três grupos de oito integrantes cada: (TSM) treinamento sem máscara, (TCM) treinamento com máscara e (ST) sem treinamento (controle).

Em seguida, foi realizada uma avaliação diagnóstica da aptidão cardiorrespiratória e dos índices hematométricos dos participantes do estudo

através dos métodos e protocolos descritos mais adiante.

Logo após a avaliação inicial, os voluntários dos grupos TSM e TCM foram submetidos a um período de treinamento de quatro semanas que foi composto basicamente de três sessões semanais de exercícios de Endurance, corrida contínua na quadra, com duração de 30 minutos cada. Já o grupo controle não foi submetido a nenhuma intervenção.

Passado este período, todos os participantes foram novamente avaliados e os dados pré e pós-intervenção obtidos foram analisados e comparados entre os grupos.

Hemograma

Os hemogramas foram realizados no Laboratório Genesis, que possui Certificado do Programa Nacional de Controle de Qualidade (2018) e Certificado de “Excelência Laboratorial” da Sociedade Brasileira de Análises Clínicas, antes do início do treinamento hipóxico normobárico intermitente e após a sessão de número 12. Analisou-se o número de hemácias, hematócrito, nível de hemoglobina, VCM, HCM, CHCM.

A coleta de sangue foi feita após higienização local por punção venosa a vácuo na região antecubital, os 05 ml das amostras foram armazenados em tubo estéril com EDTA, com o código de identificação dos voluntários e enviadas em seguida para análise.

Teste Cooper adaptado para quadra

Para análise da aptidão aeróbica foi realizado o teste de Cooper, este permitiu avaliar o condicionamento aeróbico dos voluntários por meio da estimativa do VO_2 máximo.

Os participantes foram orientados a percorrer a maior distância possível dentro de 12 minutos, conforme as especificações do teste. Os testes foram realizados em normóxia, tanto no pré como no pós-teste.

Saturação de Oxigênio

Para o parâmetro da saturação periférica de oxigênio da hemoglobina (SpO_2) foi utilizado um oxímetro de pulso da marca (Elera®), com margem de erro de $\pm 2\%$ para SpO_2 . A saturação de oxigênio foi obtida em

normóxia imediatamente após o teste de Cooper pré e pós-teste.

Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca foi medida juntamente com a saturação periférica de oxigênio (SpO_2) após os testes de Cooper em estado de normóxia, utilizando o mesmo aparelho da marca (Elera®), com margem de erro de ± 1 BPM.

Escala de percepção subjetiva de esforço

Com o objetivo de estabelecer relações entre a percepção subjetiva de esforço (PE) e os dados objetivos de carga externa, ou de estresse fisiológico, foi utilizada a escala de percepção de esforço durante os testes de esforço máximo, onde zero representa nenhum esforço físico e 10 representa a exaustão (Borg 2000).

Elevation Training Mask

Com a finalidade de simular os treinos em altitude, os indivíduos do grupo de treinamento com máscara (TCM) foram submetidos a utilização de máscaras durante as 12 sessões de treinamento com duração de 30 minutos ininterruptos de endurance.

As máscaras, de acordo com o fabricante (Liveup®), possuem até 7 válvulas que impedem a entrada de oxigênio em porcentagens distintas. A válvula utilizada no presente estudo foi a que permite entrada de 15% de oxigênio, simulando uma altitude de cerca de 2.700 metros.

Tratamento Estatístico

Na análise dos dados, foi aplicada a estatística descritiva (para exibição dos dados em média \pm desvio padrão). Posteriormente os dados foram tratados pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

Confirmada a normalidade, os dados foram submetidos ao teste t de Student para amostras pareadas, adotando-se um nível de significância de 5%. Para a realização dos testes foi utilizado o programa SPSS, versão 16.0 para Windows.

Considerações éticas

Este estudo seguiu conforme a resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Instituto Federal do Ceará (CAAE 29072514.9.0000.5534). Todos os participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta o comportamento da FC, da SpO₂ e os valores de VO₂ máximo obtidos no pré e no pós-teste.

De acordo com a média, o grupo de treinamento com máscara (TSM) apresentou diferença significativa, apontando que em média o valor da saturação periférica de oxigênio (SpO₂) no pré teste (M = 93,77, EP = 0,512), foi maior que no pós-teste (M = 92,38, EP = 0,893), $t(17) = 2,712$, $p < 0,05$.

As demais variáveis não apresentaram significância estatística.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos valores de FC e SpO₂ alcançados pelos grupos após o teste de Cooper, pré e pós treinamento em hipóxia normobárica intermitente e normoxia, e valores de VO₂ max pré e pós sessões de treinamento.

Grupo		Pré-teste	Pós teste
Controle	N	6	6
	FC (bpm)	180,83 ± 7,44	180,16 ± 8,42
	SpO ₂ (%)	93,83 ± 1,94	92,83 ± 2,13
	VO ₂ máx ml(kg.min) ⁻¹	38,00 ± 4,79	38,19 ± 6,08
TSM	N	6	6
	FC (bpm)	174,66 ± 17,46	171,50 ± 18,17
	SpO ₂ (%)	93,83 ± 2,48	92,16 ± 5,30
	VO ₂ máx ml(kg.min) ⁻¹	41,99 ± 6,08	42,49 ± 6,00
TCM	N	6	6
	FC (bpm)	174,66 ± 17,85	164,50 ± 13,78
	SpO ₂ (%)	93,77 ± 1,98	92,38 ± 3,79*
	VO ₂ máx ml(kg.min) ⁻¹	41,29 ± 5,52	42,71 ± 5,68

Legenda: Dados em média e ± desvio padrão. VO₂ max; FC, frequência cardíaca; da SpO₂, pressão periférica de oxigênio; * $p < 0,05$.

A tabela 2 apresenta os valores de média e desvio padrão do nível de percepção subjetiva de esforço (PSE) obtidos durante os testes de esforço máximo.

A análise estatística da variável PSE entre pré e pós-testes, não diferenciou estatisticamente ($p > 0,05$) em nenhum dos grupos estudados.

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos valores do nível de percepção subjetivo de esforço (PSE) dos grupos durante o teste de Cooper, em normóxia e hipóxia normobárica.

Grupo		Pré-teste	Pós teste
Controle	n	6	6
	PSE	8,50 ± 0,83	8,83 ± 0,98
TSM	n	6	6
	PSE	8,33 ± 0,51	8,50 ± 0,54
TCM	n	6	6
	PSE	8,00 ± 0,63	7,83 ± 0,40

Legenda: Dados em média e ± desvio padrão. *p<0,05.

A tabela 3 apresenta a média e o desvio padrão do número de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito.

Os dados mostram que houve uma diminuição de todas as variáveis (Eri, Hb e Hct) em todos os grupos, porém, apenas a hemoglobina (Hb) no grupo de treinamento com máscara (TCM) apresentou significância estatística.

Em média, a variável hemoglobina (Hb) no pós-teste (M= 15,58, EP= 0,199) foi menor que no pré-teste (M= 16,26, EP= 0,233), t(17) = 5,038, p<0,05.

Esse dado reflete o que foi visualizado na tabela 1, a diminuição nos valores de saturação periférica de oxigênio demonstra uma queda na porcentagem de hemoglobina (Hb) arterial disponível no pós-teste.

Tabela 3 - Número de eritrócitos (Eri), hemoglobina (Hb) e hematócrito (Hct).

Grupo		Pré-teste	Pós teste
Controle	n	6	6
	Eri (milhões/mm ³)	5,14 ± 0,35	5,30 ± 0,28
	Hb (g/dL)	16,20 ± 1,39	15,73 ± 1,21
	Hct (%)	46,23 ± 3,00	46,71 ± 2,61
TSM	n	6	6
	Eri (milhões/mm ³)	5,27 ± 0,16	5,22 ± 0,23
	Hb (g/dL)	16,23 ± 0,74	15,16 ± 0,64
	Hct (%)	46,01 ± 1,40	45,30 ± 1,10
TCM	n	6	6
	Eri (milhões/mm ³)	5,16 ± 0,32	5,22 ± 0,31
	Hb (g/dL)	16,26 ± 0,90	15,58 ± 0,57*
	Hct (%)	45,96 ± 1,94	45,91 ± 0,97

Legenda: Dados em média e ± desvio padrão. Eri, eritrócitos; Hb, hemoglobina; Hct, hematócrito; *p<0,05.

Na tabela 4, assim como na tabela 3, todas as médias das variáveis hematológicas (VCM, HCM, CHCM) de todos os grupos apresentaram queda.

Porém, apenas o HCM e CHCM do grupo de treinamento com máscara (TCM) revelaram significância estatística no pós-teste.

Em média, o valor de HCM do pós-teste (M = 29,91, EP = 0,361) foi menor que o valor

de HCM do pré-teste (M = 31,58, EP = 0,428), t(17) = 8,603, p<0,05.

Ao observar os valores de CHCM do pós-teste (M = 33,98, EP = 0,244), vê-se que a média foi menor que os valores de CHCM do pré-teste também (M = 35,36, EP = 0,245), t(17) = 7,054, p<0,05.

Tabela 4 - Volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e Concentração da hemoglobina corpuscular média (CHCM).

Grupo		Pré-teste	Pós teste
Controle	n	6	6
	VCM (fL)	90,06 ± 4,18	88,18 ± 3,27
	HCM (pg)	31,51 ± 1,77	29,68 ± 1,60
	CHCM (%)	35,01 ± 1,27	33,66 ± 1,29
TSM	n	6	6
	VCM (fL)	87,38 ± 4,22	86,81 ± 3,53
	HCM (pg)	30,85 ± 2,15	29,06 ± 1,49
	CHCM (%)	35,28 ± 1,06	33,45 ± 0,87
TCM	n	6	6
	VCM (fL)	89,30 ± 5,72	88,01 ± 6,04
	HCM (pg)	31,58 ± 1,74	29,91 ± 1,64*
	CHCM (%)	35,36 ± 0,91	33,98 ± 1,01*

Legenda: Dados em média e ± desvio padrão. VCM, volume corpuscular médio; HCM, hemoglobina corpuscular média; CHCM, concentração de hemoglobina corpuscular média; *p<0,05.

Constata-se, de acordo com a tabela 5 a seguir, um aumento na distância percorrida pelos sujeitos no pós-teste em relação ao pré, tais resultados apresentaram significância estatística.

A média do valor da distância percorrida em metros no pós-teste (M = 2148, EP = 67,801) foi maior que a média do pré-teste (M = 2080, EP = 61,429), $t(17) = -2,138$, $p < 0,05$.

Verifica-se que o grupo de treinamento sem máscara obteve um aumento de 31,5 metros e o grupo de treinamento com máscara (TCM), obteve um aumento duas vezes maior que o grupo de treinamento sem máscara (TSM), correndo 68 metros a mais no pós-teste, constatando um aumento de 3% na média de velocidade do grupo.

Tabela 5 - Distância percorrida em teste de esforço máximo (Cooper adaptado para quadra).

Grupo		Pré-teste	Pós teste	Diferença em m	Diferença %
Controle	n	6	6		
	Distância (m)	1922,33 ± 229,77	1931,3 ± 291,65	9	0,03
TSM	n	6	6		
	Distância (m)	2111,00 ± 288,95	2142,50 ± 292,12	± 31,5	1,45
TCM	n	6	6		
	Distância (m)	2080,00 ± 264,72	2148,00 ± 272,58*	± 68	3,13

Legenda: Dados em média e ± desvio padrão. Distância em metros percorrida no teste de esforço máximo; *p<0,05.

DISCUSSÃO

Os valores médios da saturação periférica de hemoglobina no pós-teste encontrados na Tabela 1 quando comparados aos valores de pré-teste, evidenciam uma queda estatisticamente significativa ($p < 0,05$) apenas no grupo de treinamento com máscara (TSM).

Nas investigações de Gheller (2010), com um grupo de 13 jogadores de futebol profissional, submetidos a 14 sessões de treinamento hipóxico, 60 minutos por dia, observou-se um aumento estatisticamente significativo para o percentual da SpO₂ de todo o grupo, que foi de 6,7 %.

A diferença entre os resultados apresentados por Gheller e o do referido

estudo, pode ter se dado pela diferença nos protocolos de treinamento adotados, bem como os equipamentos.

No que se refere aos valores de hemoglobina, eritrócitos e hematócrito encontrados na tabela 3, pôde-se verificar diferença estatística ($p < 0,05$) no que diz respeito a variável hemoglobina no pós-teste do grupo de TSM. Houve um decréscimo desses valores (Hb), reforçando os resultados da porcentagem de hemoglobina arterial (SpO_2) na tabela 1.

Tais respostas se diferem das encontradas por alguns autores, que evidenciam aumento expressivo do nível de hemoglobina, número de eritrócitos e hematócrito, e de outros pesquisadores que não constataram alterações nestas variáveis.

Nas pesquisas de Hamlin e Hellemans (2003), eles investigaram os efeitos do treinamento hipóxico intermitente (90 minutos de hipóxia normobárica intermitente por um período de três semanas, com grupo de controle) e chegaram à conclusão de um provável aumento do nível de hemoglobina após 12 dias de exposição.

Geller (2005), investigou 9 indivíduos fisicamente ativos, por 35 dias, o treinamento hipóxico intermitente foi realizado com sessões diárias, de segunda a sexta-feira (5 vezes por semana), em repouso e com o auxílio de um aparelho que simula grandes altitudes (GO_2 Altitude®). O autor não encontrou mudanças significativas, concluindo que o THI não foi capaz de alterar tais parâmetros hematológicos da série vermelha (hemoglobina, eritrócitos e hematócrito).

A diferença dos estudos de Hamlin e Hellemans (2003) e Geller (2005) em comparação à pesquisa aqui apresentada, localiza-se no uso de diferentes protocolos de treinamento hipóxico. Não sendo comparáveis os métodos de treino hipóxico empregados, a diminuição na medida de eritrócitos, nível de hemoglobina e hematócrito descoberto nesta investigação pode ser um efeito do regime de treino adotado e os equipamentos simuladores utilizados.

Sobre o comportamento das demais variáveis hematológicas Tabela 4, todas as variáveis tiveram um decréscimo no pós-teste de todos os grupos, porém apenas a hemoglobina corpuscular média e a concentração de hemoglobina corpuscular média apresentaram significância estatística

($p < 0,05$) no grupo TCM. Tais resultados acentuam e corroboram com os encontrados em todas as tabelas anteriores.

Em um estudo realizado por Duarte (2012), com um grupo formado por 22 atletas profissionais de futebol, foram realizadas 20 sessões de hipóxia em repouso, cinco vezes por semana, cada uma com duração diária de uma hora utilizando-se do equipamento GO_2 -Altitude®, capaz de gerar hipóxia normobárica, não se constatou mudanças nos valores de HCM e VCM, porém verificou-se um aumento na concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM). O mesmo foi encontrado nas investigações de Geller (2005).

De acordo com os dados de média encontrados na Tabela 5, verifica-se que o grupo TSM teve um aumento de 31,5 metros e o grupo TCM, obteve um aumento duas vezes maior, correndo 68 metros a mais no pós-teste, constatando um aumento de 3% na média de velocidade do grupo.

A presente investigação, bem como estudos como os de Ponsot e colaboradores, (2006) e Wood e colaboradores, (2006) constataram melhora no desempenho de corrida sem que se verificasse diferença estatística de aumento para as variáveis hematológicas. O ganho de performance observado é também expressivo quando analisado sob o ponto de vista esportivo. Na pesquisa de Geller (2005), foi constatada uma elevação na performance após as seções de treinamento sem que houvesse aumento de VO_2 máximo.

Uma explicação para o aumento da distância de corrida após THI, sem que houvesse aumento no número de células vermelhas, VO_2 max e SpO_2 , poderia ser atribuído a ocorrência de adaptações a nível mitocondrial e redução da concentração sanguínea de lactato (Duarte, 2012; Saltin e Boushel, 2000).

CONCLUSÃO

A utilização do treinamento hipóxico normobárico intermitente (30min/dia, 3 dias/semana, no período de 1 mês) com a intenção de aumentar os parâmetros hematológicos da série vermelha (eritrócitos, hematócrito, hemoglobina, VCM, HCM, CHCM) não foi confirmado na presente investigação.

Encontrou-se diminuição significativa ($p < 0,05$) das variáveis: hemoglobina (Hb), hemoglobina corpuscular média (HCM) e

concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), enquanto as demais variáveis mantiveram-se inalteradas. As alterações encontradas nos parâmetros hematológicos não exerceram influências negativas nos resultados de performance detectados no pós-teste.

Foi constatado um aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$) na distância (m) de corrida no pós-teste, o que comprova um efeito positivo do THNI sobre o desempenho de Endurance.

Essa melhoria no desempenho de corrida não segue de aumento da saturação periférica de oxigênio ou do VO_2 máximo, portanto, não reflete uma melhora da aptidão aeróbica, ainda que a literatura atribua uma total relação entre ganho de performance e VO_2 máximo.

Não foi observada diferença estatística no índice de percepção de esforço, nem na frequência cardíaca no pós-teste.

Embora tenha sido comprovado uma melhora no desempenho, levando a considerar que houve aumento da resistência dos indivíduos.

Foi possível confirmar nesta investigação que o THNI, na dosagem estabelecida, é capaz de gerar melhora no desempenho de Endurance.

Nem todos os resultados aqui encontrados corroboram com os já registrados por outros autores.

São aconselhados novos estudos que busquem analisar outras variáveis que possam ser influenciadas pelos efeitos do treinamento em condições de hipóxia normobárica intermitente, tais como níveis de lactato, favorecimento genético, economia de movimento e testes de função respiratória.

REFERÊNCIAS

- 1-Araújo, R.C. Efeitos da exposição à altitude no desempenho físico. EFdeportes/ Revista Digital. Vol. 13. Num. 129. 2009.
- 2-Borg, G. Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido. São Paulo. Manole. 2000.
- 3-Dantas, E.H.M. A prática da preparação física. 6ª edição São Paulo. Roca. 2014.
- 4-Duarte, M.M. Treinamento hipóxico intermitente modifica variáveis hematológicas e desempenho físico em altitude simulada. TCC de Especialização. Centro de Educação Física e Desporto. UFSM. Santa Maria-RS. 2012.
- 5-Geller, C.A. Efeitos do treinamento hipóxico intermitente sobre variáveis hematológicas e capacidade de performance. 2005. Tese de Doutorado. Centro de Educação Física e Desporto. UFSM. Santa Maria-RS. 2005.
- 6-Gheller, R.G. Hipóxia normobárica: efeitos sobre a frequência cardíaca e a saturação de oxigênio da hemoglobina em jogadores de futebol. TCC de Especialização. Centro de Educação Física e Desporto. UFSM. Santa Maria-RS. 2010.
- 7-Hamlin, M.J.; Hellems, J. Intermittent hypoxic training in endurance athletes. Research project paper. Num. 02/22. 2003.
- 8-Mazzeo, R.S. Physiological Responses to Exercise at Altitude. Sports Medicine. Vol. 38. Num. 1. p. 01-08. 2008.
- 9-Peng, Q.; e colaboradores. Physiological responses and evaluation of effects of BMI, smoking and drinking in high altitude acclimatization: a cohort study in Chinese Han young males. PLoS One. Vol. 8. Num 11. 2013.
- 10-Ponsot, E.; e colaboradores. Exercise training in normobaric hypoxia in endurance runners. II. Improvement of mitochondrial properties in skeletal muscle. Journal of Applied Physiology. Vol. 100. p. 1249-1257. 2006.
- 11-Programa Nacional de Controle de Qualidade - PNCQ. Tabela de valores normais de série vermelha ($\pm 2dp$). Disponível em: <http://www.pncq.org.br/uploads/2012/06/valores_normais_hemograma.pdf> Acesso em 18/11/2018.
- 12-Saltin, B.; Boushel, R.C. The 1998 Chacaltaya Expedition. Blood Gas News. Vol. 9. Num. 2. 2000.
- 13-Virués-Ortega, J.; e colaboradores. Human behaviour and development under high-altitude conditions. Developmental Science. Vol. 9. Num. 4. p. 400-410. 2006.
- 14-Wilber, R.L.; Stray-Gundersen, J.; Levine, B. D. Effect of hypoxic "dose" on physiological responses and sea-level performance.

Medicine e Science in Sports and Exercise. Vol. 39. Num. 9. p. 1590-1599. 2007.

15-Wood, M.R.; Dowson, M.N.; Hopkins, W.G. Reunrunning performance after adaptation to acutely intermittent hypoxia. European Journal of Sport Science. Vol. 6. p. 163-172. 2006.

Recebido para publicação em 10/10/2021

Aceito em 13/12/2021