

# **DIFERENÇAS FISIOLÓGICAS NO TESTE DE ESFORÇO EM HIPERÓXIA E NORMOXIA**

AUTOR: Guilherme Lopes Tocchetto

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Osório Cruz Portela

## **RESUMO**

Vários autores reportam que a respiração de oxigênio, em concentração hiperóxicas, possibilita o aumento do desempenho físico. Em decorrência destes estudos, a hiperoxia tem sido usada na preparação de atletas de elite com o objetivo de se obter maior intensidade e volume de corrida durante o treinamento. O presente artigo teve como objetivo verificar o efeito da hiperoxia (35% O<sub>2</sub>) sobre o desempenho físico e sobre a recuperação em praticantes de futsal. Para isso 9 jogadores de Futsal, (média idade = 22,8 DP = 2,6) foram submetidos a dois testes de esforço máximo (em normoxia e hiperoxia) e medidas as variáveis LC (lactato sanguíneo), FC (frequência cardíaca) tempo, distância e velocidade final de corrida no teste de esteira. A hiperoxia (35% O<sub>2</sub>) foi antes do teste de corrida máxima na esteira, durante 30 minutos, sem a identificação, de parte dos participantes, da situação em que se encontravam (hiperoxia ou normoxia). A realização do estudo permitiu concluir que o uso de hiperoxia (35% O<sub>2</sub>) por trinta minutos, antes do esforço físico, não foi suficiente para proporcionar efeitos positivos de aumento da performance ou sobre as variáveis fisiológicas estudadas.

**Palavras-chave:** performance; futsal; frequência cardíaca; lactato sanguíneo; sensação subjetiva de esforço.

# **PHYSIOLOGICAL DIFFERENCES IN EFFORT TEST IN HYPEROXIA AND NORMOXIA**

**Author:** Guilherme Lopes Tocchetto

**Adviser:** Prof. Dr. Luiz Osório Cruz Portela

## **ABSTRACT**

Several authors report that oxygen breathing, in hyperoxics concentrations, provides some advantages such as increased physical performance. As a result of these studies, hyperoxia has been used in the preparation of elite athletes in order to obtain greater volume and intensity of running during the training. This way, this article relates a research aimed to investigate the effect of hyperoxia (35% O<sub>2</sub>) on physical performance and on the recovery in futsal players. To this end, nine futsal players (mean age = 22,8 DP = 2,6) underwent two tests of maximal effort (in normoxia and hyperoxia) and variables measured such LC (lactate), HR (heart rate), time, distance and final running speed of the treadmill test. The hyperoxia (35% O<sub>2</sub>) was done before the maximal running test on the treadmill for 30 minutes, without identification of the situation the participants, if they were in (hyperoxia or normoxia). The study allowed to conclude that hyperoxia use (35% O<sub>2</sub>) for thirty minutes before physical effort was not enough to provide positive effects of performance increase or on the studied physiological variables.

**Keywords:** performance; futsal; heart rate; blood lactate; subjective effort sensation.

## INTRODUÇÃO

O Laboratório de Fisiologia do Exercício e Performance Humana da UFSM adquiriu recentemente mais um módulo do GO2-Altitude (simulador de altitudes), que apresenta como diferencial a possibilidade da geração de hiperoxia. A mesma é definida como a concentração de O<sub>2</sub> acima de valores encontrados ao nível do mar (21% O<sub>2</sub>). Com este módulo, o equipamento possibilita se obter uma concentração de O<sub>2</sub> por volta de 35% O<sub>2</sub>.

Vários autores, como TUCKER et al. (2007) e PERRY et al. (2007), reportam que a respiração de oxigênio, em concentração hiperóxicas, possibilita algumas vantagens como o aumento do desempenho físico. Wilber (2001) relata o uso da hiperoxia na preparação de atletas de elite com o objetivo de se obter maior intensidade e volume de corrida durante o treinamento. Outra vantagem é que a respiração de oxigênio em concentrações hiperóxicas acelera e favorece os processos de recuperação após os exercícios.

Constata-se que nas diversas investigações foram utilizadas diferentes concentrações de oxigênio. PERRY et al. (2007) submeteram nove indivíduos a um nível de hiperoxia de 60% O<sub>2</sub> durante seis semanas. VAN DEN BERG et al. (1977), examinaram os efeitos de oxigênio enriquecido (21% e 40%) em um grupo de oitos bombeiros para analisar variáveis fisiológicas e psicológicas.

A aplicação da hiperoxia como recurso ergogênico, depende como pré-requisito, da efetividade desta concentração em proporcionar aumento da capacidade de desempenho físico.

Em nenhum dos estudos relatados foi utilizada a concentração de 35% O<sub>2</sub>, o que gera dúvidas se a respiração a tal concentração é capaz de possibilitar aumento de desempenho físico ou se favorece a recuperação após o exercício.

A investigação relatada no presente artigo buscou verificar o efeito da hiperoxia (35% O<sub>2</sub>) sobre o desempenho físico e sobre a recuperação. Objetiva-se diferenciar e analisar o comportamento de variáveis fisiológicas determinantes para o desempenho físico como: VO<sub>2</sub>máx (consumo máximo de oxigênio), LC (lactato sanguíneo), FC (frequência cardíaca). Também investigou-se o comportamento de variáveis de performance como: tempo, distância e velocidade final de corrida no teste de esteira. Conforme exposto, ficou estabelecido o seguinte problema a

ser respondido pela pesquisa: qual o efeito do uso de hiperoxia, comparando-se com a normoxia, sobre o desempenho físico e as variáveis fisiológicas especificadas anteriormente?

## **METODOLOGIA**

O grupo de estudo foi constituído por nove voluntários (n=9) praticantes de futsal, residentes na cidade Santa Maria-RS, com média de idade de 22,8 anos e desvio padrão 2,6. Os voluntários realizam treinamento duas vezes por semana, com duração de uma hora e meia e declarados saudáveis na avaliação médica. Os participantes foram informados dos procedimentos a que seriam submetidos e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido concordando em participar da investigação.

Para coleta de dados foram realizados dois testes de esforço máximo em esteira, com intervalo de uma semana entre eles. Antes dos testes, os participantes respiravam por trinta minutos, em repouso, ar ambiente (normoxia) ou enriquecido com oxigênio (hiperoxia - 35%). A ordem dos dois testes foi sorteada e, tanto o avaliador como os testados não sabiam a concentração de oxigênio que estava sendo respirada, para que fatores psicológicos não influenciassem no resultado dos testes.

Após trinta minutos de respiração foi realizado o teste de esforço máximo na esteira. Durante o teste de esforço foram medidas as variáveis: [-]  $VO_2$ máx, Lactato Sanguíneo, Frequência Cardíaca e a Sensação Subjetiva de esforço, de acordo com escala de Borg. As variáveis de performance: tempo, distância e velocidade final de corrida também foram monitoradas no teste de esteira. No segundo teste, estes procedimentos se repetiram com exceção da mistura gasosa. A diferença foi a alteração da mistura gasosa respirada definida de acordo com a ordem dos testes (hiperoxia ou normoxia). A respiração da mistura gasosa foi feita com o auxílio de máscara facial. O ar produzido pelo equipamento GO2 Altitude foi direcionado, através de traquéias, à pessoa que realizava o teste. Foi utilizada a estatística descritiva, média e desvio-padrão. A comparação entre normoxia e hiperoxia foi realizada com a utilização do teste “t” de Student para pareados, adotando um nível de significância de 0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados do experimento em normoxia e hiperoxia. Em ambos os testes foram considerados somente os estágios de cargas equiparáveis. Para inclusão dos valores na presente tabela, os estágios deveriam ser completados, ou seja, as mesmas velocidades e tempos de corrida alcançados nas duas situações.

**Tabela 1 – Valores da média e do desvio padrão (DP), da frequência cardíaca (FC), de lactato sanguíneo (LS) e da sensação subjetiva de esforço (SSE) em normoxia e hiperoxia**

			Normoxia			Hiperoxia		
	Velocidade	N	FC	LS	SSE	FC	LS	SSE
Média	12,6	9	160,8	4,2	10,4	160,9	3,8	10,4
DP			4,5	1,8	1,8	5,1	1,1	1,8
Média	14,4	9	175,6	6,0	13,2	174,6	5,7	13,3
DP			4,0	2,2	2,6	4,2	1,5	2,4
Média	16,2	3	186,8	6,4	17,3	185,7	8,5	18,5
DP			1,5	0,6	0,6	3,0	2,1	0,7

Observa-se pelos dados apresentados na tabela que as médias em hiperoxia e normoxia de FC e das demais variáveis são similares. A comparação dos dados entre normoxia e hiperoxia de forma pareada, através do teste “t” de Student, não evidenciou diferenças significativas ( $p>0,05$ ) para nenhuma das variáveis.

Segundo a literatura, entre os benefícios do uso da hiperoxia a 60%, para a mesma carga de trabalho comparativa, inclui-se uma menor frequência cardíaca e menor acúmulo de ácido láctico no sangue (SAMPAIO & VELOZO, 2001) em relação à mesma carga em normoxia.

A expectativa de que a FC em hiperoxia fosse, significativamente, menor não se confirmou. O mesmo comportamento também era esperado para o lactato sanguíneo, pois o oxigênio em excesso atuaria reduzindo a participação da glicólise e glicogenólise. Porém, na

presente investigação, as reduções esperadas não foram observadas, uma vez que ambas variáveis não se alteraram estatisticamente.

Na velocidade de 16,2 km/h, o acúmulo de lactato sanguíneo foi maior em hiperoxia, apesar da diferença não ter significado estatístico ( $p>0,05$ ). No entanto, apenas três participantes completaram este estágio de carga. Assim, é provável que a falta de significância estatística para o LS deveu-se ao pequeno número de integrantes na investigação que conseguiram atingir esta velocidade. Portanto, é necessário investigar um grupo com maior capacidade de desempenho de corrida para verificar se há uma maior e significativa concentração de LS em hiperoxia, em cargas próximas ao esforço máximo. Para isso precisa-se que a mesma carga seja alcançada em ambos os testes.

A Tabela 2 demonstra a comparação entre as variáveis investigadas na carga máxima alcançada nos testes realizados.

**Tabela 2 – Comparação entre os valores da frequência cardíaca máxima (FCMAX) e de lactato sanguíneo máximo (LSMAX) em normoxia e hiperoxia).**

		FCMAX (bat/min)		LSMAX (Mmol/L)	
	N	NORMOXIA	HIPEROXIA	NORMOXIA	HIPEROXIA
Média	09	187,78	187,00	8,72	8,86
DP		9,3	10,4	2,1	1,8

Observa-se na Tabela 2 que os valores médios em hiperoxia e em normoxia de frequência cardíaca e lactato sanguíneo são similares. Também se verifica que não há diferença estatística ( $p>0,05$ ) entre os valores de FCMAX e LSMAX em normoxia e hiperoxia, pela análise através de teste “t” pareado. Este resultado demonstra que a hiperoxia utilizada não foi suficiente para alterar os valores máximos de FCMAX e LSMAX. No entanto, como a carga máxima corrida, velocidade e tempo não foram idênticos, em normoxia e hiperoxia, para todos os participantes, a comparação ficou prejudicada.

O objetivo principal do presente estudo foi comparar e verificar o efeito da hiperoxia sobre a performance de corrida, pois a aplicação da mesma com os atletas depende dos resultados

obtidos. A Tabela 3 demonstra os resultados dos testes em hiperoxia sobre performance comparando-os em condições de normoxia.

**Tabela 3 – Comparação entre os valores do tempo de corrida (TC) e da distância percorrida (D) em normoxia e hiperoxia**

		TC (min)		D (km)	
	N	NORMOXIA	HIPEROXIA	NORMOXIA	HIPEROXIA
Média	09	14,22	14,06	3,38	3,33
DP		2,1	2,3	0,6	0,7

Os valores médios do tempo máximo de corrida e da distância percorrida foram praticamente idênticos, sob o ponto de vista estatístico ( $p>0,05$ ), em hiperoxia e normoxia.

Os dados desta investigação não confirmaram os resultados descritos na literatura em relação aos efeitos da hiperoxia. Durante a prática de exercício em hiperoxia há uma redução da FC, do LS, da Sensação Subjetiva de Esforço, para uma mesma carga de trabalho submáxima em relação à mesma situação em normoxia, e aumento da performance, CRISTOPHER et al. (2007), THOMPSON et al. (2006). Uma revisão feita por Weich (1982) a respeito da hiperoxia sobre a performance humana comprovou cientificamente que a inalação de uma quantidade entre 60%-100% O<sub>2</sub>, aumenta a capacidade de performance do exercício e também diminui a concentração de lactato no sangue durante a recuperação do exercício, comparando com a respiração em um ambiente dito “normal” 21% O<sub>2</sub>.

Estudos mostram uma quantidade significativa de informações indicando que a inalação de ar enriquecido com oxigênio (33 a 100% de O<sub>2</sub>) exerce um efeito benéfico sobre o desempenho nos exercícios. Também é sabido que na medicina muitos tratamentos para pacientes com problemas pulmonares relacionados ao mau funcionamento do transporte de oxigênio dos pulmões para os tecidos são tratados por hiperoxia (GUYTON, 1977).

Stellingwerff et. al (2005) analisaram o efeito da hiperoxia (60% O<sub>2</sub>) no músculo esquelético de acordo com o metabolismo do carboidrato e reportaram que houve uma redução na utilização do glicogênio em 15 minutos de ciclismo. Estes autores concluíram que a diminuição da produção de lactato através da redução da glicogenólise e da produção do piruvato sem mudança na oxidação do piruvato na mitocôndria foi o principal determinante para que ocorresse uma baixa no lactato no músculo e no sangue durante a hiperoxia.

A explicação para a diferença entre os resultados da presente investigação e dos autores referenciados reside, principalmente, em dois aspectos: - primeiro, ao contrário dos estudos citados, a hiperoxia não foi aplicada durante o teste de esforço e sim antes do seu início do mesmo, por trinta minutos. Em segundo lugar, a intensidade da hiperoxia foi menor (35% O<sub>2</sub>) tendo em vista que na maioria dos casos foi utilizada concentrações iguais ou maior que 60% O<sub>2</sub>. Acredita-se, com isso que efeito de aumento da performance poderia ter sido obtido se a hiperoxia (35% O<sub>2</sub>) tivesse sido utilizada durante o teste de esforço, porém entende-se que esta situação não corresponderia ao tipo de aplicação esportiva pretendida que é a realidade do jogo de futebol de salão.

O protocolo de teste, com respiração hiperóxica, anterior ao esforço, pretendeu simular o uso em situação de jogo, garantindo um melhor desempenho físico no primeiro tempo. Se os resultados fossem positivos para esta primeira simulação, no intervalo poderia ser usada novamente a respiração hiperóxica para o segundo tempo do mesmo. No entanto, se a respiração anterior ao esforço para concentração de 35% O<sub>2</sub> não demonstrou resultado positivo na performance, a idéia de aplicação não se sustenta. Esta consideração é consistente se adotado um índice de significância de 0,05.

## CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu concluir que o uso de hiperoxia (35% O<sub>2</sub>) por trinta minutos, antes do esforço físico, não foi suficiente para proporcionar efeitos positivos de aumento da performance ou alterar significativamente ( $p < 0,05$ ) as variáveis fisiológicas estudadas. Acredita-se que para o uso em praticantes de futebol de salão, mantendo-se o protocolo de hiperoxia anterior ao esforço, talvez possa ser obtido efeito sobre a performance, se houver um aumento da concentração de oxigênio de 35% para valores acima de 60 %, conforme os relatos da literatura, anteriormente mencionados.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUYTON, A. **Tratado de Fisiologia Médica**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1977.

HOUSSIE`RE, A. ; NAJEM, B.; CUYLITS, NI.; CUYPERS S.; NAEIJE, R.; VAN DE BORNE, P.] Hyperoxia enhances metaboreflex sensitivity during static exercise in humans. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, n. 291, p. H210–H215, 2006.

PERRY, C.G.; TALANIAN, J.L.; HEIGENHAUSER, G.J.; SPRIET, L.L. The effects of training in hyperoxia vs. Normoxia on skeletal muscle enzyme activities and exercise performance. **J Appl. Physiol**, n. 102, p.1022-1027, 2007.

SAMPAIO, E.; VELOZO, E. **Fisiologia do Esforço**. São Paulo: Vepg, 2001.

STELLINGWERFF T; GLAZIER L; WATT MJ; LEBLANC PJ; HEIGENHAUSER GJ; E SPRIET LL. Effects of hyperoxia on skeletal muscle carbohydrate metabolism during transient and steady-state exercise. **J Appl Physiol**, n. 98, p. 205-256, 2005.

TUCKER R; KAYSER B; RAE E; RAUNCH L; BOSCH A; NOAKES T. Hyperoxia improves 20 km cycling time trial performance by increasing muscle activation levels while perceived exertion stays the same. **Eur J Appl Physiol**, n. 101(6), p.771-81, dec. 2007.

VAN DEN BERG R. W.; VAN WIERINGEN J. C., VOS F. W.; POULUS A. J. Effect of hyperoxia on performance capacity of firemen. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, n. 15;37(1), p. 61-9, jun. 1977.

WEICH H.G. Hyperoxia and human performance: a brief review. **Med Science Sports Exercise**, n. 14; p. 253-262, 1982.

WILBER R. L. Current trends in altitude training. **Sports Med**, n. 31 (4), p. 29-65, 2001.