

# AVALIAÇÃO DO $V_{O_2MÁX}$ EM OBESOS MÓRBIDOS PRÉ E PÓS-CIRURGIA BARIÁTRICA

CAMILLE CALEFFI  
MARCELO TAGLIETTI

Faculdade Assis Gurgacz –FAG – Cascavel – Paraná– Brasil  
[millynha68@msn.com](mailto:millynha68@msn.com)

## INTRODUÇÃO

O consumo máximo de oxigênio é a melhor variável utilizada para determinar e classificar o condicionamento cardiorrespiratório de uma pessoa (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2006). Ele representa a quantidade máxima de oxigênio que pode ser captado, transportado e consumido pelo metabolismo celular, enquanto uma pessoa desempenha exercício dinâmico envolvendo uma grande porcentagem da massa muscular corporal. É, igualmente, conhecido como potência aeróbica máxima, por sua medida ser descrita, tanto na forma relativa como na forma absoluta, em volume de oxigênio (mililitros ou litros) por minuto (KRUEL *et al.*, 2003). A forma relativa leva em consideração o peso corporal ( $ml.Kg^{-1}.min^{-1}$ ), sendo esta a mais utilizada pelo fato da necessidade de energia variar conforme o peso corporal (DENADAI, 1995).

Na população obesa é considerado um importante parâmetro para analisar morbidades associadas ao peso elevado, sendo que a quantificação da mais alta captação de oxigênio ( $O_2$ ) por um indivíduo é decorrente da interação dos sistemas respiratório, cardiovascular e muscular, pois o consumo máximo de oxigênio é dependente da captação pulmonar, do transporte pela circulação e da utilização mitocondrial (ARAÚJO, 2002). Devido esta interação, existem fatores intrínsecos a estes sistemas que acabam limitando o consumo máximo de oxigênio.

A população obesa mórbida apresenta alterações anatômicas e fisiológicas que dificultam a captação do oxigênio e, portanto apresentam valores abaixo quando comparadas com a população não obesa (ZANCONATO *et al.*, 1989; GORAN *et al.*, 2000; EKELUND *et al.*, 2004; LOFTIN, *et al.* 2004).

A pesquisa, portanto teve como objetivo analisar o condicionamento cardiorrespiratório através do consumo máximo de oxigênio de pacientes obesos pré e pós-cirurgia bariátrica através da aplicação do protocolo de *Balke*, sendo este um protocolo compatível com a avaliação de grupos com menor condição cardiorrespiratória ou que apresentem limitações na amplitude da passada, como é o caso dos pacientes acima do peso (ROWLAND; VARZEAS; WALSH, 1990).

## DESENVOLVIMENTO

Estudo do tipo transversal quantitativo que analisou o consumo máximo de oxigênio em pacientes obesos que foram submetidos à cirurgia bariátrica antes e depois da intervenção cirúrgica, com o intuito de verificar o condicionamento cardiorrespiratório tanto pré quanto pós-cirurgia bariátrica. A população abordada foram obesos mórbidos que estavam na fila de espera para a realização da cirurgia bariátrica. Os mesmos freqüentaram os atendimentos fisioterapêuticos na Clínica de Reabilitação- FAG. Foram excluídos os pacientes que apresentaram patologias cardíacas, doenças crônicas degenerativas, tabagismo ou deformidades ósseas que impediram a realização do teste. Pacientes com distúrbios cognitivos, que não entendem o procedimento também não foram avaliados, além daqueles não liberados clinicamente. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da IES.

A seleção de um protocolo apropriado para avaliação da capacidade funcional é de fundamental importância (MCARDLE; KATCH; KATCH, 1992). O protocolo de *Balke* modificado é o método mais indicado para a população que apresenta obesidade, doenças crônico-degenerativas ou crianças, por se tratar de uma velocidade constante e menos intensa (3,4

milhas por hora ou 5,47 Km/h). Para a aplicação do protocolo de *Balke*, foram utilizados esteira ergométrica, esfigmomanômetro e um estetoscópio para aferir a pressão arterial, oxímetro para captar a frequência cardíaca e a saturação de oxigênio. O teste foi realizado do Ginásio de fisioterapia Cardiopulmonar da Clínica de Reabilitação- FAG com 16 indivíduos que realizaram a cirurgia bariátrica no Hospital São Lucas FAG. Depois de um período de três meses após a realização da cirurgia estes indivíduos foram convocados a retornar a refazer o teste. A pressão arterial, frequência cardíaca, frequência respiratória e saturação de oxigênio foram colhidas antes e depois do teste. Os indivíduos foram submetidos à explicação de todo o procedimento de teste e após foram encaminhados para a esteira ergométrica. O protocolo consistiu em um teste de velocidade constante, começando com inclinação zerada, e após 2 minutos a inclinação foi acrescida com 2%, e a cada dois minutos era acrescida de 2% de inclinação, totalizando 9 estágios. O teste poderia ser interrompido a qualquer momento, quando os indivíduos não suportavam mais a realização da atividade física.

Após a realização dos testes, o cálculo do consumo máximo de oxigênio foi realizado através da fórmula matemática:  $V_{O_2 \text{ máx}} = (1.75 \times \text{inclinação máxima suportada}) + 10.6$  em ml/kg/min-1 que fez parte do protocolo utilizado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra foi composta por 16 indivíduos, sendo 3 do sexo masculino e 13 do sexo feminino. A faixa etária esteve entre 21 a 51 anos. Nenhum conseguiu atingir o último estágio do teste, sendo que o máximo alcançado pré-cirurgia foi o estágio sete que compreende uma inclinação de 12% e o máximo estágio alcançado pós cirúrgica foi o estágio oito que corresponde a uma inclinação de 14%. Após a realização dos testes, o cálculo do consumo máximo de oxigênio foi feito através da fórmula matemática que fez parte do protocolo utilizado. Os resultados obtidos são demonstrados na Tabela 1.

A análise estatística ocorreu através de estatística descritiva com média e desvio padrão, onde se realizou teste de distribuição de normalidade *Shapiro-Wilk*, seguido de Teste-T para comparação entre as médias, o nível de significância foi de 5% e o *software* utilizado foi o SPSS versão 20. Os resultados revelaram que as variáveis peso, estágio e  $V_{O_2 \text{ máx}}$  tanto pré quanto pós-cirurgia bariátrica tiveram resultados estatisticamente significativos, conforme expressados na Tabela 1.

**Tabela 1** – Valores de média e desvio padrão das variáveis idade, altura, estágio pré e pós e  $VO_2 \text{ máx}$  pré e pós.

Variáveis	N	Média	Desvio Padrão
Idade	16	35,93	8,8
Altura (m)	16	1,60	0,1
Peso Pré (Kg)	16	120,76	39,2
Estágio Pré	16	4,06	1,5
VO2 máxPré (ml.Kg-1.min-1)	16	21,31	5,3
Peso Pós (Kg)	16	94,75*	31,9
Estágio Pós	16	5,06*	1,8
VO2 máx Pós (ml.Kg-1.min-1)	16	24,81*	6,5

\*Valores significativos  $p < 0,05$

O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) fornece uma medida da energia máxima utilizada durante exercícios aeróbicos e da capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório (ASTRAND; RODAHL, 2003). Por isso, a estimativa  $VO_{2m\acute{a}x}$  é considerada o fator mais confiável para determinar capacidade aeróbica de um indivíduo. O  $VO_{2m\acute{a}x}$  depende da interação dos sistemas pulmonar, cardiovascular e muscular. Como nos pacientes obesos esses sistemas estão comprometidos devido às alterações anatômicas, às patologias associadas e ao sedentarismo, conseqüentemente essa população tem níveis de consumo máximo de oxigênio abaixo quando comparada com a população com peso dentro do normal. Com relação à composição corporal Fox (1979) afirma que a obesidade estaria relacionada à inatividade física, o que provocaria uma diminuição no  $VO_{2m\acute{a}x}$  do indivíduo.

Dempsey *et al* (1999) relatam que a diminuição da ventilação pulmonar e o déficit de difusão causam uma dessaturação e conseqüentemente diminuem o  $VO_{2m\acute{a}x}$  sendo que a ventilação é comprometida, pois a mecânica respiratória é alterada devido ao excesso de tecido adiposo armazenado na cavidade abdominal que acaba comprimindo a caixa torácica e o músculo diafragma, prejudicam a expansibilidade; e o déficit de difusão é decorrente de um baixo débito cardíaco, pois a oxigenação depende do bombeamento cardíaco. Essas limitações são evidentes quando os valores de  $VO_{2m\acute{a}x}$  relativos à massa corporal são observados, sendo que estes são menores em indivíduos obesos quando comparados aos não obesos (ZANCONATO *et al*, 1989; GORAN *et al*, 2000; EKELUND *et al*, 2004; LOFTIN, *et al*, 2004). Essas alterações apresentadas corroboram com o presente estudo, relatando a diminuição do condicionamento físico dos indivíduos do presente estudo.

Skinner (1991) revela que, apesar do processo de envelhecimento começa logo após o nascimento, e este é contrabalançado pelo crescimento, sendo que os efeitos do mesmo seguem até quando paramos de crescer, em torno dos 20 anos, podendo ser visualizados por volta dos 30 anos de idade, quando a aptidão cardiorrespiratória se encontraria em cerca de 13 a 12 METs, respectivamente para homens e mulheres. Teríamos queda nos valores do  $VO_{2m\acute{a}x}$  de aproximadamente 1 MET a cada 7 anos, ou de 0,5 mlO<sub>2</sub>/ kg/ minuto por ano. Com base nos dados de um estudo de corte transversal, McArdle, Katch&Katch (1992) calcularam que após os 25 anos o  $VO_{2m\acute{a}x}$  declina de forma constante cerca de 1% ao ano, ou seja, 0,4 mlO<sub>2</sub>/ kg/ minuto por ano. Este ritmo de declínio é duas vezes mais rápido nos indivíduos sedentários do que nos indivíduos ativos, à medida que envelhecem. Na presente pesquisa os indivíduos apresentaram média de idade de 35,93 anos e já apresentam perda do consumo máximo de oxigênio.

Nunes *et al* (2004) distribuíram para indivíduos normais os valores mínimos e máximos de  $VO_{2m\acute{a}x}$  em mlO<sub>2</sub>/kg/min respectivamente de acordo com a idade e com o sexo, sendo para a população masculina entre 20 e 29 anos 16,8 e 59,6, entre 30 e 39 anos 18,3 e 57,6, entre 40 e 49 anos 17,4 e 55,1, entre 50 e 59 anos 14,2 e 53,5, entre 60 e 69 anos 14,8 e 49,7 e acima de 70 anos 15,4 e 38,1. Já para a população femininas os valores de  $VO_{2m\acute{a}x}$  em mlO<sub>2</sub>/kg/min mínimos e máximos respectivamente, entre 20 e 29 anos 20,0 e 55,6, entre 30 e 39 anos 17,3 e 50,7, entre 40 e 49 anos 14,9 e 52,0, entre 50 e 59 anos 15,8 e 46,1, entre 60 e 69 anos 15,7 e 37,3 e acima de 70 anos 16,9 e 32,5. De acordo com o autor os valores da referente pesquisa se encontram dentro do estimado.

Balderrama *et al* (2007) utilizaram métodos de avaliação de  $VO_{2m\acute{a}x}$  em pessoas de diferentes sexos e idades, apresentando: 1) um método direto de mensurar o consumo máximo de oxigênio, 2) estimativa através da frequência cardíaca e 3) um teste de esforço com steps usando gráficos predeterminados. Nesse estudo foi possível verificar que os resultados dos diferentes métodos variaram, sendo que os métodos indiretos são menos precisos quando comparados com o método direto, porém estes não são indicados para a população com maior faixa etária, sem treinamento e que apresentam riscos, sendo, portanto o método indireto mais efetivo quando a população a ser avaliada apresentar diferentes faixas etárias, que é o caso no estudo. A média da idade dos participantes foi de 43,55 e a média do  $VO_{2m\acute{a}x}$  encontrado nessa população foi de 31, 3 ml/kg/min-1 o que difere do resultado encontrado na presente pesquisa.

Já em relação aos protocolos de esteira, Nemeth *et al* (2008) investigaram um teste submáximo em esteira para prever o  $VO_2$  máx em crianças obesas, utilizando o Protocolo de Ebbeling (The Ebbeling Treadmill Test), onde entre 2 a 4 minutos o indivíduo caminhava na esteira com o intuito de chegar a uma velocidade referida confortável, onde devia ser entre 2 e 4.5 mph e que a frequência cardíaca média não ultrapasse 50-70% da frequência cardíaca máxima obtida pela fórmula 220-idade. Caminhava-se ao ritmo determinado com uma inclinação de 5 por cento por quatro minutos, registrando a frequência cardíaca média durante os últimos 30 segundos do teste. Segundo o estudo esse protocolo foi preciso na avaliação do consumo máximo de oxigênio no grupo de crianças obesas e a média do valor de  $VO_2$  máx obtido no estudo foi 24, 51 ml/kg/min-1.

Vianna e Cader *et al* (2010) estudaram um grupo de pessoas que participaram de um programa de atividade física por 4 meses e outro grupo que não praticou nenhum tipo de atividade física, foram avaliados antes e após 4 meses a pressão arterial, o IMC e o  $VO_2$  máx. Para avaliar o consumo máximo de oxigênio foi realizado um teste de caminhada por 1600 metros, onde o tempo para a realização do percurso foi cronometrado, após a coleta de dados o valor de  $VO_2$  máx foi obtido através de um fórmula matemática levando em consideração o peso, tempo de percurso dos 1600 metros, sexo, idade e frequência cardíaca final, sendo que o valor da média do  $VO_2$  máx do grupo controle foi 21, 7 ml/kg/min-1. e do grupo que participou do programa foi 29, 1 ml/kg/min-1. Vale ressaltar que os indivíduos da presente pesquisa também participaram de programa de reabilitação no pré-operatório cirúrgico e pode ter contribuído para o incremento do consumo de oxigênio pré-operatório.

Quando se avalia o  $VO_2$  máx crianças e adolescentes, os mesmos também apresentam valores diminuídos. Berndtsson e Mattsson *et al* (2006) estudaram o consumo máximo de  $O_2$  em crianças obesas utilizando um protocolo com cicloergômetro onde a carga de trabalho foi variada de acordo com idade e sexo da criança. O  $VO_2$  máx foi estimado a partir da frequência cardíaca e da carga de trabalho usando o nomograma fornecido por Astrand Ryhming. A pesquisa mostra que as crianças obesas apresentaram valores de  $VO_2$  máx relativamente menores quando comparadas ao grupo controle. Zanconato *et al*. (1989) avaliaram crianças e adolescentes obesos e não obesos. Os resultados revelaram não haver diferenças no  $VO_{2max}$  absoluto entre os grupos, entretanto quando expressos em valores relativos à massa corporal as meninas e meninos obesos apresentaram um  $VO_{2max}$  mais baixo do que os não-obesos. O limiar ventilatório foi menor no grupo obeso quando expresso em valores relativo à massa corporal, porém, em valores percentuais de  $VO_{2max}$  os grupos obesos (83,6%) e não obesos (77,9%) não diferiram. A carga final de trabalho e tempo de teste foi menor no grupo obeso, a frequência cardíaca máxima (FCmáx) obtida no teste foi similar entre os grupos. Os autores concluíram que os obesos apresentaram menor aptidão cardiorrespiratória que os não obesos e semelhante limiar ventilatório. Goran *et al*. (2000) realizaram um estudo que examinou a influência da massa corporal e da composição corporal na aptidão aeróbia. A amostra foi composta por 129 crianças (9,6±1,3 anos). Foram realizadas avaliações para a determinação do  $VO_{2max}$  em esteira rolante. Os pesquisadores concluíram que o indivíduo obeso não apresenta uma menor capacidade aeróbia quando relativa à massa muscular ativa, porém quando expresso relativo à massa corporal total, os valores são comprometidos em função da maior dimensão corporal.

Em relação ao peso corporal, Conde *et al* (2003) avaliou a interação entre o  $VO_{2max}$ , o IMC e a flexibilidade em 99 indivíduos, sendo que puderam concluir que em ambos os sexos, o risco de as pessoas com  $VO_{2max}$  abaixo ou dentro da média apresentarem IMC elevado foi maior do que para as pessoas com consumo de oxigênio elevado. Com a restrição da ingesta oriunda da cirurgia bariátrica os indivíduos apresentaram perda significativa do peso corporal, melhorando as funções cardiorrespiratórias e a mecânica respiratória, contribuindo para o incremento do  $VO_2$  máx após o período de três meses.

A maioria dos estudos citados comprovam que  $VO_{2max}$  é menor em indivíduos obesos do que não obesos, indicando que o peso elevado altera a mecânica respiratória e compromete a

eficiência cardiorrespiratória durante o exercício. A falta de treinamento e o sedentarismo dessa população também é um fator que contribui para a falta de aptidão física.

Os resultados comprovam que houve melhora significativa nos valores de  $V_{O_2 \text{ máx}}$ , os pacientes conseguiram atingir estágios com maior incremento pós cirurgia bariátrica, o que demonstra uma melhora do condicionamento cardiorrespiratório da captação do oxigênio. A perda de peso significativa e as mudanças de hábitos de vida desses pacientes contribuíram para o incremento dos valores de  $V_{O_2 \text{ máx}}$ .

## CONCLUSÕES

Através da pesquisa pode-se concluir que o protocolo de *Balke* é indicado para a avaliação do consumo máximo de oxigênio na população obesa. De acordo com os resultados obtidos foi possível identificar que a população obesa apresenta o condicionamento cardiorrespiratório comprometido apresentando valores reduzidos de  $VO_2 \text{ máx}$ . A cirurgia bariátrica se mostrou uma intervenção eficaz na perda de peso significativa e no aumento do  $VO_2 \text{ máx}$  após três meses de pós-operatório.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR. A.C.S; MORAIS. F.D; CORREIA. D.R. *et al.* Análise da Atuação Fisioterapêutica em Relação à Força Muscular Respiratória em Pacientes Submetidos à Cirurgia Bariátrica. **Revista Movimenta**. v 2. n 2. 2009.

AZEVEDO. P. H. S. M; ARAÚJO. C. G. S. *et al.* Consumo Máximo de Oxigênio. **Brasilian Journal of Biomotricity**. v. 4. n. , 2010.

BALDERRAMA.C; IBARRA.G; LA RIVA.J; LÓPEZ.S.Evaluation of three methodologies to estimate the  $VO_2\text{max}$  in people of different ages.**Applied Ergonomics**.Vol. 42.162 e168, 2010.

BERNDTSSON.G; MATTSSON.E; MARCUS.C; LARSSON.U. E. Age and gender differences in  $VO_2\text{máx}$  in Swedish obese children and Adolescents. **Foundation ActaPædiatrica**.Vol.96, 567–571, 2007.

BLAISE.A; NEMETH.M; AARON L. CARREL. M *et al.* Submaximal Treadmill Test Predicts  $V' O_2\text{max}$  in Overweight Children.**The Journal of Pediatrics**, 2009.

BATISTA. M. B. **Predição do consumo máximo de oxigênio ( $V_{o_2 \text{ máx}}$ ) a partir de diferentes testes de campo**. 2006. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

CURI. R; PROCOPIO. J; FERNANDES. L.C. **Praticando Fisiologia**. 1 ed. São Paulo: Manole, 2005.

DENADAI. B. S. Consumo Máximo de Oxigênio: Fatores Determinantes e Limitantes. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v. 1. n. 1, 1995.

LAURENTINO. G. C; PELLEGRINOTTI. I. L. Alterações nos valores de consumo máximo de oxigênio ( $V_{O_2 \text{ máx}}$ ) na aplicação de dois programas de exercícios com pesos em indivíduos do sexo masculino. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. v. 2. n. 3, set/dez, 2003.

MILANO. G. E; LEITE. N.Comparação das Variáveis Cardiorrespiratórias de Adolescentes Obesos e não Obesos em Esteira e Bicicleta Ergométrica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.15. n. 4, jul/Ago, 2009.

SOOD. A. Altered Resting and Exercise Respiratory Physiology in Obesity. **Clin Chest Med.** Vol. 30.445–454, 2009.

VIANNA. M.V.A; CADER. S. A; GOMES. L. M. Aerobic conditioning, blood pressure (BP) and body mass index (BMI) of older participants of the Brazilian Family Health Program (FHP) after 16 weeks of guided physical activity. **Archives of Gerontology and Geriatrics.** Vol.54.210–213, 2012.

WOOD. R. E; HILLS. A. P; HUNTER. G. R; KING. N. A; BYRNE. N. M.  $VO_{2max}$  in Overweight and Obese Adults: Do They Meet the Threshold Criteria. **American College of Sports Medicine**, 2009.

**Endereço:** Rua Chiasse Antônio Faé, 742, Centro. Laranjeiras do Sul- PR.

Agradecimento a Fundação Araucária pelo edital número 17/2012- Coordenação de Pesquisa e Extensão e a Faculdade Assis Gurgacz.