

COMPOSIÇÃO CORPORAL E O CONSUMO DE OXIGÊNIO: UM ESTUDO DE REVISÃO

Gustavo André Borges *

Tem sido comum, nos dias atuais, encontrarmos profissionais que estão envolvidos na orientação de atividades físicas, tais como professores de educação física e nutricionistas, que planejam e prescreverem exercícios físicos, do tipo aeróbio principalmente, sem o conhecimento ou aplicação de um qualquer tipo de avaliação médica ou física, muito menos por um teste funcional que possa revelar o nível de aptidão cardiorrespiratória ou aeróbia do indivíduo. Dessa forma, e sem esse parâmetro, como fazê-lo? Quando estes mesmos profissionais são questionados sobre o motivo pelos quais, e de que forma orientam exercícios do tipo aeróbio, freqüentemente encontramos uma resposta estando relacionada aos níveis de gordura corporal.

Sendo assim, avaliações da composição corporal tem sido comum em vários centros de exercício físicos, e quando ocorrem, como no caso de academias de ginástica e musculação ou clínicas de exercício ou fisioterapia, ingenuamente acredita-se que apenas ao conhecer os níveis de gordura corporal, ou melhor, apenas os altos níveis de gordura corporal podem revelar ou estão associados proporcionalmente a uma baixa capacidade funcional aeróbia, e sendo assim, a única alternativa seria orientar ou programar atividades aeróbias de longa duração e de baixa intensidade, para, concomitantemente, diminuir esses níveis, além de possivelmente elevar os índices de aptidão cardiorrespiratória.

Por outro lado, e utilizando o mesmo raciocínio, também é possível encontrarmos orientação ou prescrição do mesmo tipo de exercício, onde a orientação quanto ao tempo e intensidade do exercício se inverte, ou seja, sendo possível de ser estabelecida por uma intensidade média à relativamente alta de esforço, principalmente de curta duração, apenas nos supostos parâmetros da composição corporal. Evidentemente quando estes se encontram abaixo do esperado para a

¹ Estudo desenvolvido no curso de especialização em Avaliação da Performance Motora - UEL/Pr., sob orientação do Prof. Dr. Dartagnan P. Guedes.

* Professor do Curso de Educação Física da Unioeste - Marechal Cândido Rondon - Pr

população (gordura corporal relativa sendo igual ou inferior a 15% e 25% para homens e mulheres respectivamente).

O que tem gerado um enorme preocupação pelos especialistas em exercício, é o fato de que pouco se conhece a respeito de avaliação, prescrição e orientação de programas de exercícios físicos por parte desses "profissionais", quiçá sobre fisiologia do sistema cardiorrespiratório ou anatomo-fisiologia da gordura corporal. Dessa forma, parece que avaliar e estabelecer os níveis de gordura corporal do indivíduo se tornou a alternativa mais rápida e barata, e porque não eficiente e válida?, para estimar o nível de aptidão cardiorrespiratória, embora pouco se conheça sobre a relação entre estes parâmetros, muito menos quando este está ou não relacionado aos níveis de gordura corporal.

Apesar dos diferentes níveis de gordura corporal possam ser indiscutivelmente influenciada pelos índices de aptidão aeróbia ($\text{VO}_2\text{máx}$), ou mesmo através de programas de exercício físico, muito pouco foi estudado tentando evidenciar se os níveis de gordura poderiam influenciar os índices de $\text{VO}_2\text{máx}$ dos praticantes ou não de exercício, além do mais, de que forma isso pode acontecer. Nesse sentido, o estudo tem por objetivo analisar, através dos achados na literatura, o nível de associação entre os valores de consumo máximo de oxigênio e os parâmetros da composição corporal.

Aspectos funcionais do exercício físico

O consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_2\text{máx}$) tem sido freqüentemente reconhecido como o principal parâmetro funcional e motor do indivíduo, capaz de avaliar a capacidade de transporte de oxigênio por todo o sistema cardiorrespiratório, se tornando, portanto, um importante referencial quanto ao estado de saúde cardiovascular e aptidão fisiológica (Hartung *et alii*, 1993). É um parâmetro funcional que pode identificar o nível de aptidão motora de um indivíduo pelo processo aeróbio, sendo natural que quanto maior a prática de atividade, maior o consumo de oxigênio (Saltin & Åstrand, 1967).

Os níveis de gordura corporal, pode-se assim dizer, tem sido fortemente associada aos níveis de atividade motora, onde

indivíduos menos ativos poderão estabelecer níveis mais elevados de gordura corporal, quando comparado aos indivíduos mais ativos (Wilmore, 1983; Bray, 1990). Nesse sentido, elevados índices de $\text{VO}_2\text{máx}$ podem ser freqüentemente associados a baixos níveis de gordura corporal, uma vez que esses índices são na maioria das vezes encontrados em populações de atletas ou de indivíduos que estão envolvidos em esportes ou atividades de resistência prolongada.

É visível que baixos índices de consumo de oxigênio está associada inversamente com a quantidade de gordura corporal a níveis acima do esperado. Como as doenças degenerativas, principalmente as vasculares, possuem uma estreita relação com o excesso de gordura corporal (Guo *et alii*, 1994), é possível reforçar a premissa de que o excesso de gordura deve influenciar de forma negativa a todo o sistema de transporte e utilização do oxigênio, pois existem evidências de que a gordura corporal está diretamente relacionada com a diferença arterovenosa de oxigênio a nível de repouso, sendo que esta também se relaciona ao trabalho cardíaco basal (Buskirk & Taylor, 1957). Apesar de vários fatores poderem contribuir para a baixa capacidade funcional e metabólica do sistema aeróbio, como inatividade física e o excesso de gordura, vários outros aspectos considerados limitantes ao desempenho aeróbio também são estabelecidos, entretanto esses fatores devem ser analisados apenas em indivíduos altamente treinados, não havendo qualquer relação entre esses fatores e o excesso de gordura ao desempenho aeróbio (Sutton, 1992).

A avaliação da composição corporal tornou-se um dos mais importantes referencias na análise das modificações funcionais e motoras do indivíduo quando submetido a um programa de exercício físico, uma vez que as modificações funcionais decorrentes desse programa poderão também estabelecer modificações significativas em parâmetros morfológicos, especificamente nos parâmetros da composição corporal (Wilmore, 1983; Buskirk, 1985).

Diversos estudos são criteriosos em estabelecer as variadas composições teciduais em que nosso organismo tem sido composto, sendo conhecidas didaticamente como "componentes" da composição corporal. Entretanto o fracionamento do peso corporal tem sido universalmente aceito através de um modelo que envolve apenas

dois componentes: peso gordo, que estabelece todo o peso de gordura corporal incluindo a gordura essencial e peso magro (isento de gordura) que é estabelecido por todo o peso restante que inclui a somatória do peso dos ossos, órgãos, músculos e demais tecidos.

Vários estudos evidenciaram as diferenças que envolvem as diferentes populações quanto a sua composição corporal, principalmente naquelas que envolvem atletas (Barr, McCargar & Crawford, 1994). O principal estudo que evidenciou as primeiras diferenças entre a população de atletas foi apresentado por Welham & Behnke em 1942, onde eles determinaram a densidade corporal dos atletas profissionais de um time de futebol americano. Dos vinte e cinco jogadores analisados, dezessete tiveram seus pesos considerados acima do esperado, sendo portanto, àquela época, desqualificados ou não-aptos para servirem as forças armadas, e seus pesos por serem considerados elevados, também os tornavam com grande risco de vida, pelos parâmetros adotados pela agência de seguro de vida norte-americano. Entretanto, os valores de densidade corporal desses atletas demonstraram que apenas dois desses atletas estavam realmente com excesso de gordura (acima de 20% de gordura), enquanto que dezenove deles se encontravam, na realidade, abaixo de 14% de gordura, sendo considerados inferiores da média populacional (Wilmore, 1988). Nesse estudo ficou determinado um novo conceito que envolvia os termos *excesso de peso* e *excesso de gordura*.

A análise da composição corporal de atletas nas diversas modalidades esportivas, demonstra que o nível de gordura corporal diminui na mesma proporção que aumenta a intensidade, duração e frequência do treino e ainda o tempo envolvido no treinamento, considerando sempre que os atletas envolvidos em esportes de resistência prolongada, possuíam os menores percentuais de gordura corporal quando comparados aos atletas das modalidades que tinham predominância do metabolismo anaeróbico, demonstrando também que o tipo de modalidade esportiva ou tipo de treinamento também influencia os níveis de gordura (Wilmore, 1983).

Associação entre $\text{VO}_2\text{máx}$ e composição corporal

A preocupação com este tipo de problema iniciou a pelo

menos 4 décadas, onde Buskirk & Taylor (1957) analisaram o nível de correlação entre os índices de $\text{VO}_2\text{máx}$ com diferentes parâmetros da composição corporal em 59 sujeitos do sexo masculino, com idades entre 18 e 29 anos. Todos os estudantes foram considerados saudáveis e exerciam diferentes hábitos de atividade física, sendo seus níveis de aptidão cardiorrespiratória e composição corporal considerados bem variados.

Diversas variáveis foram analisadas, onde o peso corporal (PC), peso corporal magro (PCM), tecido ativo (massa muscular - MM), volume sanguíneo e de células vermelhas e massa celular, foram as mais significativas para análise dos resultados, na tentativa de estabelecer as variáveis que melhor se relacionaram com o $\text{VO}_2\text{máx}$ (os valores obtidos foram sempre considerados em valores absolutos - L/min).

Os coeficientes de correlação encontrados pelos autores demonstram que a relação entre $\text{VO}_2\text{máx}$ admite as melhores correlações com o peso corporal magro (PCM), atingindo o coeficiente de 0.85. Entretanto na relação entre o $\text{VO}_2\text{máx}$ envolvendo o peso corporal (PC), o coeficiente de correlação diminuiu significativamente, atingindo um valor de 0.63. Nesse estudo também houve a preocupação de verificar os coeficientes entre o $\text{VO}_2\text{máx}$ e (a) tecido ativo (MM), (b) volume sanguíneo (VS), (c) volume das células vermelhas (CV) e (d) massa celular (MC), sendo obtidos coeficientes de 0.91, 0.78, 0.69 e 0.45 respectivamente. Quando o volume sanguíneo e as células vermelhas foram analisadas, demonstraram coeficientes menores que os encontrados no tecido ativo e peso corporal magro, indicando que as variáveis sanguíneas devem exercer uma menor influência no $\text{VO}_2\text{máx}$.

Segundo os mesmos autores, a correlação entre o $\text{VO}_2\text{máx}$ e o peso corporal magro (PMC) é grande o suficiente para representar aparentemente 72% da variabilidade entre os indivíduos em geral, ou seja, aquelas diferenças entre os valores de $\text{VO}_2\text{máx}$ de indivíduos atletas comparados aos não-atletas podem ser explicados pela diferença na composição corporal, pois os atletas apresentam um peso corporal magro maior para um mesmo peso corporal em indivíduos não-atletas.

Como a amostra era bem heterogênea quanto a quantida-

de de gordura, os autores dividiram o primeiro grupo, composto de sujeitos considerados sedentários, em três diferentes grupos, compostos por nove indivíduos cada, com o objetivo de estabelecerem o nível das diferenças entre esses parâmetros, sendo: *Grupo I*, menor que 10 %G; *Grupo II*, entre 10 e 25 %G; e *Grupo III*, maior que 25 %G. A comparação entre os grupos foi estabelecida através da análise de variância, sendo que nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos quando o $\text{VO}_2\text{máx}$ foi relacionado ao peso magro.

Os dados apresentados demonstram também que a presença de gordura acima dos níveis normais, por si só, não apresentam influência importante no sistema cardiorrespiratório para fornecer oxigênio aos músculos em atividade. O homem obeso convive com um obstáculo significativo quando é submetido a uma desempenho físico máximo, pelo excesso de gordura que carrega, porém esta carga não produz qualquer efeito extra, não aumentando ou diminuindo o custo de oxigênio.

Realizando um estudo semelhante, Welch *et alii* (1958) utilizaram-se de 28 sujeitos do sexo masculino, com idades entre 21 e 28 anos que freqüentavam as forças armadas norte-americanas. A metodologia utilizada na obtenção dos valores de $\text{VO}_2\text{máx}$ e composição corporal foi semelhante às demonstradas pelo estudo anterior.

Os coeficientes de correlação encontrados neste estudo foram menores que os encontrados anteriormente, sendo de 0.59 em relação ao peso corporal total e de 0.65 relacionados ao peso corporal magro, o que pode ser atribuído a amostra estudada. Os dados ao serem analisados, representam segundo os autores, uma variabilidade do peso corporal e do peso corporal magro no consumo máximo de oxigênio entre 35 a 41%, sendo muito inferior ao do estudo anterior.

Nesse estudo também houve a tentativa de estabelecer diferenças entre o $\text{VO}_2\text{máx}$ (l/min) com três diferentes classes da amostra a partir também da quantidade de gordura corporal, sendo elas: *classe I*, menor que 10 %G; *classe II*, entre 11 e 19 %G; e *classe III*, maior que 20 %G. Os resultados encontrados foram semelhantes ao estudo anterior (tabela 3), não havendo qualquer diferença significativa entre as classes para o consumo máximo de oxigênio relativo ao peso magro (ml/PM/min).

Em vista disso, especulou-se que quando o corpo está em repouso a quantidade de oxigênio utilizada deve refletir as necessidades metabólicas de todos os tecidos considerados ativos, incluindo os músculos e órgãos, e que o nível de gordura no corpo não tem influência significativa sobre $\text{VO}_2\text{máx}$, tanto expresso na forma absoluta quanto relativa ao peso corporal.

Recentemente Watanabe *et alii* (1994) tentaram avaliar a influência dos parâmetros da composição corporal na aptidão cardiorrespiratória em adolescentes de ambos os sexos. Foram analisados 37 adolescentes com idades entre 12 e 15 anos, sendo 21 meninos e 16 meninas, todos estudantes e considerados saudáveis para o estudo. Para a avaliação do consumo máximo de oxigênio e dos parâmetros de composição corporal, os autores utilizaram metodologias semelhantes ao dos estudos apresentados.

Para que pudessem obter resultados mais confiáveis, os adolescentes foram divididos em dois grupos: obesos (7 meninos e 6 meninas) e não-obesos (14 meninos e 10 meninas). Foram considerados obesos todos aqueles que obtiveram valores de gordura corporal acima de 20 e 25% para meninos e meninas respectivamente. Como todo o grupo estava em fase de crescimento e suas velocidades de desenvolvimento maturacional poderiam ser bastante diferentes, comprometendo com isso a análise final dos resultados obtidos, uma análise de variância foi utilizada para ambos os grupos e sexos, sendo que nenhuma diferença significativa foi encontrada para todos os parâmetros morfológicos.

Os coeficientes de correlação obtidos entre o $\text{VO}_2\text{máx}$ e os parâmetros de composição corporal foram calculados independentemente para cada gênero e sexo. Nenhuma diferença foi encontrada no peso magro e no $\text{VO}_2\text{máx}$ em valores absolutos (l/min) entre meninos obesos e não-obesos. Os resultados mostram que o peso corporal magro apresentou um coeficiente de correlação com o $\text{VO}_2\text{máx}$ significativo entre os meninos nos dois grupos (0.923), enquanto entre as meninas dos dois grupos, esse valor foi desprezível (0.315). Apesar de seus pesos magros serem elevados, os valores de $\text{VO}_2\text{máx}$ (l/min) não foram altos, não havendo nenhuma explicação para este fato. No entanto, quando foram calculados o coeficiente de correlação em ambos os

grupos em conjunto, a associação $\text{VO}_2\text{máx}$ relativo ao peso corporal (ml/Kg/min) e quantidade de gordura apresentou valores de -0.843 e -0.742 para meninos e meninas respectivamente, indicando uma correlação significativa.

Com isso, supõe-se que, apesar de correlação significativa entre a quantidade de gordura e $\text{VO}_2\text{máx}$ relativo ao peso corporal, o aumento dos níveis de gordura acentuam a intolerância ao exercício. O peso magro mostrou possuir alta correlação com o $\text{VO}_2\text{máx}$ absoluto apenas em meninos, demonstrando que os efeitos do excesso de gordura não são significativos no desempenho aeróbio máximo, enquanto nas meninas isso não pôde ser confirmado.

Dessa forma, parece que a influência da composição corporal no $\text{VO}_2\text{máx}$ está claramente demonstrada na população jovem, pois correlações significativas foram encontradas tanto nos meninos (-0.742) quanto nas meninas (-0.843). Assim, os efeitos do excesso de gordura não são significativos no desempenho aeróbio máximo, pois nenhuma diferença foi encontrada nos valores de $\text{VO}_2\text{máx}$ absoluto entre os meninos obesos comparados aos não-obesos e também nas meninas obesas quando comparadas as não-obesas.

Considerações finais

Os estudos apresentados na literatura demonstraram claramente que os valores absolutos do $\text{VO}_2\text{máx}$ não apresentam diferenças significante entre indivíduos quando os valores de $\text{VO}_2\text{máx}$ são expressos em valores absolutos e relativos ao peso corporal magro, ou seja, quando os valores do $\text{VO}_2\text{máx}$ não estão relacionados a nenhum parâmetro da composição corporal, os resultados entre indivíduos obesos e não-obesos demonstram ser semelhantes entre si.

As diferenças existentes entre as populações com diferentes níveis de gordura corporal, claramente demonstradas em entre indivíduos ativos e sedentários não são importantes em se tratando de $\text{VO}_2\text{máx}$. Diferenças também passam a existir quando esses valores estão relacionados a qualquer um dos parâmetros da composição corporal, principalmente ao peso corporal total (incluindo o peso da gordura). Entretanto quando os valores do $\text{VO}_2\text{máx}$ estão relacionados

ao peso corporal magro (isento de gordura) as diferenças diminuem acentuadamente, estando próximas àquelas encontradas pelos valores absolutos de $\text{VO}_2\text{máx}$.

Dessa forma, fica evidenciado que na população de adultos do sexo masculino, e ainda em adolescentes de ambos os sexos, que a excesso de gordura corporal exerce influência pouco significativa no desempenho aeróbio máximo, sendo o seu nível de associação com o $\text{VO}_2\text{máx}$ não foi considerado importante.

Contudo, deve-se compreender que diferentes níveis de gordura corporal pode exercer influência no desempenho físico máximo ou submáximo, quando este depende do deslocamento do peso corporal em atividades como corridas ou caminhadas, por tornar o desempenho mais exaustivo pelo transporte de uma maior carga de peso corporal.

Os autores sugerem ainda, que quando se deseja estabelecer o nível de aptidão física do indivíduo, valores de $\text{VO}_2\text{máx}$ relacionados ao peso corporal total torna-se um referencial mais apropriado, em razão da variação no peso corporal através de um programa de exercício. Entretanto quando se deseja estabelecer o desempenho cardiovascular máximo, valores relacionados ao peso corporal magro representam um melhor indicador.

As conclusões parecem ser claras em populações de crianças e de adultos jovens do sexo masculino, porém, em adolescentes do sexo feminino, os resultados não ficam bem estabelecidos devido as diferenças encontradas nos valores absolutos de $\text{VO}_2\text{máx}$.

A extrapolação dos resultados para populações com mais idade do sexo masculino e para mulheres em qualquer idade, tornam-se precipitadas, considerando que em mulheres a composição corporal é bastante diferente dos homens. As mulheres carregam naturalmente mais gordura que os homens, e para população de idosos, a manutenção da gordura corporal em níveis elevados por um período de tempo maior poderá representar resultados bastante diferenciados.

Finalmente, parece que o excesso de gordura corporal sozinha não estabelece de forma definitiva, o desenvolvimento da patologia cardiovascular coronariana em jovens adultos, sendo que, em populações mais velhas, esses resultados devem ser desprezados pois seguramente a manutenção do excesso de gordura por vários anos estabelece um importante fator no desenvolvimento das doenças degenerativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARR, S.; McCARGAR L.; CRAWFORD, S. Practical use of body composition analysis in sport. **Journal of Sports Medicine**, v. 17, n. 5, p. 277-282, 1994.
- BUSKIRK, E. R. Body composition analysis: the past, present and future. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.58, n.1, p. 1-10, 1987.
- BUSKIRK, E. R. ; TAYLOR, H. L. Maximal oxygen intake and its relation to body composition, with special reference to chronic physical activity and obesity. **Journal of Applied Physiology**, v.2, n.1, p. 72-78, 1957.
- BRAY, G. A. Obesidad. In: International Life Science Institute. **Present Knowledge in Nutrition**. Sieth editor. ILSI: North America, 1990. p. 28-46.
- GUO, S. *et alii*. Cardiovascular disease risk factors and body composition: a review. **Nutrition Research**, v. 14, n. 11, p. 1721-7-1777, 1994.
- HARTUNG G. H. *et alii*. Prediction of maximal oxygen uptake from submaximal exercise testing in aerobically fit and nonfit men. **Aviation, Space and Environmental Medicine**, n.64, p. 735-740, 1993.
- SUTTON, J. R. Limitation to maximal oxygen uptake. **Journal of Sports Medicine**, v.13, n.2, p. 127-133, 1992.
- WATANABE, K. *et alii*. Relationship between body composition a cardiorespiratory fitness in japanese junior high school boy and girls. **Annals of Physiological Anthropology**, v.13, n.4, p. 167-174, 1994.
- WELCH, B. *et alii*. Relationship of maximal oxygen consumption to various components of body composition. **Journal of Applied Physiology**, v.12, n.3, p. 395-398, 1958.
- WILMORE, J. H. Body composition sport and exercise: directions for future research. **Medicine and Science in Sport and Exercise**, v. 15, n. 1, p. 21-31, 1983.
- WILMORE, J. H. Sport medicine In: Lohman, Roche & Martorell **Anthropometric Standardization Reference Manual**. Champaign: Human Kinetics, 1988. p.155-159.