

# Influencia del accesorio colector de gases expirados en la medida de la tasa metabólica basal a través de la calorimetría indirecta

Artículo Original

**Arícia Motta Arantes**

Programa de Pós Graduação Stricto Sensu, em Ciência da Motricidade Humana da Universidade Castelo Branco/RJ  
aricia@terra.com.br

**Amanda Albernaz**

Nutricionista da Qualitatis Vitae consultoria nutricional  
amanda.qv@terra.com.br

**Maria Sebastiana Silva**

Professora da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás  
mssilva@fanut.ufg.br

**José Fernandes Filho**

Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Ciência da Motricidade Humana da Universidade Castelo Branco  
jff@cobrase.com.br

ARANTES, A.M., ALBERNAZ, A., SILVA, M.S., FERNANDES FILHO, J. Influencia del accesorio colector de gases expirados en la medida de la tasa metabólica basal a través de la calorimetría indirecta. Fitness & Performance Journal, v.2, n.5, p.275-278, 2003.

**RESUMEN:** La tasa metabólica basal (TMB) es la cantidad de energía necesaria para el cuerpo humano mantener los procesos fisiológicos normales y la homeostasis. La calorimetría indirecta mide el gasto energético como la tasa que la calor es producida por el cuerpo. Esta producción de calor es calculada des de las tasas de cambios respiratorios (consumo de oxígeno y producción de gas carbónico). La medida de los cambios respiratorios puede ser realizada utilizándose dos accesorios: bucal o mascarilla. El objetivo del presente estudio fue el de evaluar la influencia del accesorio en la medida TMB. Fueron evaluados 16 individuos del sexo masculino (edad  $30,7 \pm 7,6$  años, estatura  $1,78 \pm 0,06$ m, peso  $77,6 \pm 9,4$ kg, IMC  $24,4 \pm 2,39$ kg/m<sup>2</sup>, grasa corporal  $15,8 \pm 5,0$ %) cuanto a la TMB utilizándose el VO 2000 y los dos accesorios. El test "t" de Student fue aplicado para verificar la diferencia entre los grupos. No hubo diferencia significativa ( $p = 0,975$ ) entre los accesorios, analizados por el Test t "Student" (bucal  $1570,90 \pm 398,85$ kcal/día, mascarilla  $1574,29 \pm 387,72$ kcal/día).

**Palabras clave:**TMB, calorimetría indirecta, mascarilla, bucal.

**Dirección para correspondencia:**

Rua C-255 – Qd.588 – Lt.418 – Sl.1007 S – Nova Suíça – Goiânia – GO – CEP 74280-010

**Fecha de Recibimiento:** setiembre / 2003

**Fecha de Aprobación:** octubre / 2003

Copyright© 2003 por Colégio Brasileiro de Atividade Física, Saúde e Esporte

## RESUMO

### Influência do acessório na medida da taxa metabólica basal através da calorimetria indireta

A taxa metabólica basal (TMB) é a quantidade de energia necessária para o corpo humano manter os processos fisiológicos normais e a homeostase. A calorimetria indireta mede o gasto energético como a taxa em que o calor é produzida pelo corpo. Esta produção de calor é calculada a partir das taxas de trocas respiratórias (consumo de oxigênio e produção de gás carbônico). A medida das trocas respiratórias pode ser realizada utilizando-se dois acessórios: bocal ou máscara. O objetivo do presente estudo foi o de avaliar a influência do acessório na medida da TMB. Foram avaliados 19 indivíduos do sexo masculino (idade  $30,7 \pm 7,6$  anos, estatura  $1,78 \pm 0,06$ m, peso  $77,6 \pm 9,4$ kg, IMC  $24,4 \pm 2,39$ kg/m<sup>2</sup>, gordura corporal  $15,8 \pm 5,0$ %) quanto à TMB, utilizando-se o VO 2000 e os dois acessórios. O teste "t" de Student foi aplicado para verificar a diferença entre os grupos. Não houve diferença significativa ( $p = 0,975$ ) entre os acessórios analisados pelo Teste t "Student" (bocal  $1570,90 \pm 398,85$ kcal/dia, máscara  $1574,29 \pm 387,72$ kcal/dia).

**Palavras-chave:** TMB, calorimetria indireta, máscara, bocal.

## INTRODUCCIÓN

La tasa metabólica basal (TMB) representa la mayor parte del gasto energético diario en humanos (50 a 70%). La TMB es la cantidad de energía necesaria para que el cuerpo humano mantenga los procesos fisiológicos normales y la homeostasis. Estos procesos incluyen las funciones cardiovasculares y respiratorias en reposo, funciones gastrointestinales y renales, la energía consumida por el sistema nervioso central, la homeostasis celular y demás raciones bioquímicas envueltas en la manutención del metabolismo de reposo (HARRIS & BENEDICT, 1919; GARROW, 1974; BRAY, ATKINSON, 1977; BURNSTEIN, ELDWYN, ASKANAZI, KINNEY, 1989; FNB, 2002; BOUCHARD, 2003).

Es directamente influenciada por: masa libre de gordura, edad, género, composición corporal y factores genéticos. Otros procesos como la actividad del sistema nervioso, las hormonas tiroideas, el turnover proteico y la bomba de sodio y potasio también contribuyen para una variación de la TMB entre los individuos (PIERS, SOARES, McCORMACK, O'DEA, 1998).

Fueron desarrolladas varias ecuaciones de predicción de la TMB utilizando variables de mensurabilidad fácil y precisa tales como edad, altura y masa corporal total. Entre las ecuaciones destacándose las de Harris e Benedict y la de la FAO/OMS por ser las de más frecuente utilización por los nutricionistas. Ahora bien, por sufrir influencia de varios aspectos individuales las ecuaciones de predicción de la TMB consiguen cubrir, máximo, 75% de la población. Este porcentaje es aún menor en grupos de individuos que presentan obesidad, trastornos alimentares o portadores de alguna enfermedad. Siendo altamente recomendada la medida de la misma y no la utilización de las ecuaciones para los grupos descritos (NIEMAN, 2003).

Hay varias técnicas de calorimetría siendo que las más conocidas son la directa y la indirecta. Ambas proporcionan el mismo resultado desde que no haya ningún stock o pérdida de calor en el individuo durante el periodo de la medida. Sin embargo, la calorimetría indirecta se presenta más indicada que la directa

## ABSTRACT

### Influence of the accessory in the measuring of the basal metabolic rate through the indirect calorimetry

The basal metabolic rate (BMR) is the amount of energy necessary for the human body to keep the regular physiological processes and the homeostasis. The indirect calorimetry measures the energetic consumption as the rate in which the heat is produced by the body. This production of heat is calculated based on the respiratory exchanges rates (consumption of oxygen and production of carbon dioxide). The measurement of the respiratory exchanges can be carried out using two accessories: mouthpiece or mask. The aim of the present study was to evaluate the influence of the accessory in the BMR measurement. Nineteen male individuals (age  $30.7 \pm 7.6$  years old, height  $1.78 \pm 0.06$ m, weight  $77.6 \pm 9.4$ kg, BMI  $24.4 \pm 2.39$ kg/m<sup>2</sup>, body fat  $15.8 \pm 5.0$ %) were evaluated regarding BMR using the VO 2000 and both accessories. The "t" test by Student was applied to check the difference between the groups. There was no significant difference ( $p = 0.975$ ) between the accessories analysed by the "t" test by Student (mouthpiece  $1570.90 \pm 398.85$ kcal/day, mask  $1574.29 \pm 387.72$ kcal/day). Therefore, the accessory type doesn't interfere in obtained TMB.

**Keywords:** BMR, indirect calorimetry, mask, mouthpiece.

una vez que ella posibilita una medida de las tasas de consumo de carbohidratos y gorduras. La calorimetría indirecta mide el gasto energético como la tasa que el calor es producida por el cuerpo. Esta producción de calor es calculada a partir de las tasas de cambios respiratorios (consumo de oxígeno y producción de gas carbónico) asociadas con la oxidación de los principales sustratos energéticos: carbohidratos, proteínas, lípidos y alcohol (MURGATROYD, SHETTY E PRENTICE, 1993).

La medida de los cambios respiratorios puede ser realizada utilizándose dos métodos para recopilar el aire expirado: el aire puede ser directamente expirado a través de una máscara o bocal o puede ser sacado de una tienda o toldo que cubra la cabeza del individuo. El consumo de oxígeno y la producción del gas carbónico son calculados a partir de la tasa de ventilación y de las diferencias entre la concentración del gas inspirado y expirado (MURGATROYD, SHETTY E PRENTICE, 1993).

La TMB es habitualmente medida por la mañana después de un ayuno de 10 a 12 horas, completamente relajado, en posición supina, en ambiente térmicamente neutra y después de reposar por 30 minutos. La medida es obtenida en los próximos 30 a 40 minutos durante los cuales el individuo debe permanecer en posición supina. La tasa metabólica de reposo (TMR) por otro lado, es medida por la tarde en la posición sentada, 3 a 4 horas después y proporciona un valor de consumo energético (kcal/día) estimado que es cerca de 10% a 20% mayor que la TMB (WONG *et al.*, 1996; NIEMAN, 2003). Según Amorim y Gomes (2003) algunas consideraciones técnicas importantes al utilizarse equipos computadorizadas para analizar los cambios gaseosos respiratorios. Entre ellos:

- el equipo debe ser calibrado con una mezcla conocida de oxígeno y gas carbónico balanceada con nitrógeno antes de cada test;
- las condiciones de temperatura y humedad deben ser estandarizadas en  $22 \pm 2^\circ\text{C}$  y 60%;

- alteraciones en las concentraciones ambientales de oxígeno y gas carbónico pueden afectar la fiabilidad de los resultados. Así, el número de individuos dentro de la sala de tests debe ser limitado a 2;
- las muestras de gases deben ser recopiladas en intervalos estandarizados.

Como descrito, los métodos de calorimetría directa requieren tiempo, una significativa contribución del individuo y un cuidado extremo durante la recopilación de los datos.

La gran mayoría de los estudios evaluados durante la presente recopilación de datos utilizó una máscara como instrumento colector del aire expirado. Sin embargo, el fabricante del equipo utilizado recomienda que un bocal sería un instrumento más apropiado una vez que su espacio muerto es menor, posibilitando una menor contaminación de los gases evaluados. El objetivo de este estudio fue evaluar si había diferencia entre la TMB medida utilizándose la máscara o el bocal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Individuos

Fueron evaluados 19 individuos del sexo masculino, residentes en la ciudad de Goiânia, que no presentaban cualquier enfermedad crónica no transmisible, no eran fumadores no hicieron dieta para pérdida de peso en los últimos seis meses. Todos los individuos fueron informados sobre todos los procedimientos antes de que firmaran las condiciones para la participación consentida. Esta investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad Castelo Branco.

### Composición corporal

Los pliegues cutáneos fueron medidas utilizándose el adipómetro de Lange y la composición corporal fue calculada por el protocolo de Pollock 7 pliegues (FERNANDES FILHO, 2003).

### Medida de la tasa metabólica basal

Para la medida de la TMB los individuos fueron orientados a seguir el siguiente protocolo: 24h sin actividad física intensa o alcohol, 12 horas en ayuno, 8 horas de sueño, despertarse y dirigirse inmediatamente para el local de la evaluación. Los individuos fueron orientados a que no ingirieran agua o cualquier otro alimento y que ni siquiera se bañaran antes de la evaluación. Ellos reposaban por 30 min antes de la recopilación y la medida era realizada en los siguientes 30 minutos durante los cuales los individuos se encontraban conectados al calorímetro a través de la máscara o del bocal (WONG; NANCY, HERGENROEDER, HILL, STUFF, SMITH, 1996). Los análisis fueron realizados primero con el bocal y tras un intervalo de 5 minutos con la máscara. El equipo era calibrado con gas de composición conocida (16% O<sub>2</sub> e 5%CO<sub>2</sub>) antes de cada medida. El equipo utilizado fue el VO 2000, Medgraph, USA.

### Cálculo de la TMB

La TMB fue calculada utilizándose el promedio de consumo de O<sub>2</sub> e de CO<sub>2</sub> y aplicándose la fórmula  $[(3,9 \times O_2) + (1,1 \times VCO_2)] \times 1440$  (WEIR, 1949).

## Tipo de investigación

La investigación es del tipo comparativa

## Análisis estadística

Los valores fueron expresados como promedio y desvío modelo. Un test de t pareado fue utilizado para probar si había diferencia entre la TMB obtenida con la máscara y con la bocal. El nivel de relevancia fue establecido al nivel de  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

En la Tabla 1 están presentadas las características antropométricas de 14 hombres con edad entre 18 y 45 años, los cuales fueron evaluados cuanto a la TMB, medida a través de la calorimetría indirecta, utilizándose el bocal o la máscara. Los valores de la TMB (Tabla 2) obtenidos, no difirieron estadísticamente cuando analizados por medio de los accesorios bocal o máscara.

## DISCUSIÓN

La tasa metabólica basal es definida como la suma total de la actividad mínima de todas las células del cuerpo en condiciones de homeostasis y expresa como la tasa de producción de calor o de consumo de oxígeno (BRAY e ATKINSON, 1977). Su estudio es de profundo interés en la práctica clínica para establecerse los alimentos que pueden ser consumidos a partir de las necesidades de energía de una persona (SCHOFIELD, 1985).

Existen varias ecuaciones de predicción del gasto metabólico basal y varios investigadores han conducido estudios en el sentido de verificar su eficacia en la predicción de la TMB para grupos específicos (OWEN, O.E.; KAVLE, E.; OWEN, R.S.; POLANSKY, M.; CAPRIO, S.; MOZZOLI, M.A.; KENDRICK, Z.V.; BUSHMAN, M.C.; BODEN, G 1986; WARLICH, V.; ANJOS, L.A., 2001; CLARK, H.D., HOFFER, L.J., 1991; PIERS, L.S.; DIFFEY, B.; SOARES, M.J.; FRANDSEN, S.L.; McCORMACK, L.M.; LUTSCHINI, M.J. O'DEA, K., 1997; HAYTER, J.E.; HENRY, C.J., 1994; HENRY, C.J.; REES, D.G., 1991; WILLIAMS, R.; OLIVI, S.; MACKERT, P.; FLETCHER, L. TIAN, G.L.; WANG, W., 2002; CRUZ, C.M., SILVA, A.F., ANJOS L.A., 1999), Una vez que la TMB es directamente influenciada por la: masa libre de gordura, edad, género, com-

**Tabla 1 - Características antropométricas de los individuos evaluados (n=14)**

Características	Promedio ± DP
Edad (años)	30,86 ± 7,83
Estatura (m)	1,78 ± 0,06
Peso (kg)	77,1 ± 9,5
Índice de Masa Corporal - IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,31 ± 2,42
Gordura corporal (%)	16,52 ± 4,43

**Tabla 2 - Valores promedios y desvío modelo de la TMB\*, estimada con máscara o bocal**

Accesorios	TMB (kcal)
Bocal	1570,90 ± 398,85
Máscara	1574,29 ± 387,72

\*No hubo diferencia significativa ( $p = 0,975$ ) entre los accesorios, analizados por el Test t "Student"

posición corporal y factores genéticos (PIERS, SOARES, McCORMACK, O'DEA, 1998).

Los estudios citados utilizaron la máscara como accesorio para recopilación de los gases expirados en la calorimetría indirecta. Siguiendo la recomendación del fabricante de que la utilización de un bocal sería más indicada el presente estudio fue conducido en el sentido de evaluar cual es el mejor accesorio para la evaluación de la TMB a través de la calorimetría indirecta. El principal hallazgo es que el accesorio utilizado para la recopilación de los gases eliminados durante el cambio gaseoso respiratorio no interfiere en el resultado de la TMB medida utilizándose el VO 2000.

## CONSIDERACIONES GENERALES

Los resultados encontrados en esta muestra sugieren que el accesorio utilizado para la recopilación de los gases expirados no interfiere en la medida del gasto metabólico basal pudiendo ser seleccionado el más conveniente para el evaluador y el evaluado.

## REFERENCIAS

1. AMORIM, P.R.; GOMES, T.N.P. **Gasto Energético na Atividade Física**. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
2. BOUCHARD, C. **Atividade Física e Obesidade**. Barueri: Manole, 2003.
3. BRAY, G.A. e ATKINSON, R.C. Factors affecting basal metabolic rate. **Prog. Fd. Nutr.** v.2, p. 385-403, 1977.
4. BURSZEIN, S.; ELDWYN, D. H.; ASKANAZI, J. & KINNEY, J. M., 1989. **Energy Metabolism, Indirect Calorimetry, and Nutrition**. Baltimore: Williams & Wilkins.
5. CLARK, H.D., HOFFER, L.J. Reappraisal of the resting metabolic rate of normal young men. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.53, p. 21-26, 1991.
6. CRUZ, C.M., SILVA, A.F., ANJOS L.A. A taxa metabólica basal é superestimada pelas equações preditivas em universitárias do Rio de Janeiro, Brasil. **Arch Latinoam Nutr** 1999; 49:232-7.
7. DÂMASO, A. **Obesidade**. Rio de Janeiro: Medsi, 2003.

8. FERNANDES FILHO, J. **A Prática da Avaliação Física**. 2ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
9. GARROW, J. S. **Energy Balance and Obesity in Man**. Amsterdam: North-Holland Publ., 1974.
10. HARRIS, J. A. & BENEDICT, F. G., 1919. **A Biometric Study of Basal Metabolism in man**. Boston: Carnegie Institution of Washington.
11. HAYTER, J.E.; HENRY, C.J. A re-examination of basal metabolic rate predictive equations: the importance of geographic origin of subjects in sample selection. **Eur J Clin Nutr**, v. 48, n. 10, p. 702-727, 1994.
12. HENRY, C.J.; REES, D.G. New predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.45, p. 177-185, 1991.
13. MURGATROYD, P.R.; SHETTY, P.S.; PRENTICE, A.M. Techniques for the measurement of human energy expenditure: a practical guide. **International Journal of Obesity**, v.17, p.549-568, 1993.
14. NIEMAN, D.C. You asked for it. Question Authority. **ACSM's Health & Fitness**. v.7, n.4, p. 5-6, 2003.
15. OWEN, O.E.; KAYLE, E.; OWEN, R.S.; POLANSKY, M.; CAPRIO, S.; MOZZOLI, M.A.; KENDRICK, Z.V.; BUSHMAN, M.C.; BODEN, G. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.44, p.1-19, 1986.
16. PIERS, L.S.; DIFFEY, B.; SOARES, M.J.; FRANDSEN, S.L.; McCORMACK, L.M.; LUTSCHINI, M.J. O'DEA, K. The validity of predicting the basal metabolic rate of Young Australian men and women. **European journal of Clinical Nutrition**, v. 51, p. 333-337, 1997.
17. PIERS, L.S.; SOARES, M.J.; McCORMACK, L.M. & O'DEA K. Is there evidence for an age-related reduction in metabolic rate? **Journal of Applied Physiology**, v.85, n.6, p. 2196-2204, December 1998.
18. WARLICH, V.; ANJOS, L.A. Validação de equações de predição da taxa metabólica basal em mulheres residentes em Porto Alegre, RS, Brasil. **Rev Saúde Pública**, v.35, n.1, p.39-45, 2001.
19. WEIR, J.B. New methods for calculating basal metabolic rate with special reference to protein metabolism. **The Journal of Physiology**, v. 109, p.1-9, 1949.
20. WILLIAMS, R.; OLIVI, S.; MACKERT, P.; FLETCHER, L. TIAN, G.L.; WANG, W. Comparison of energy prediction equations with measured resting energy expenditure in children with sickle cell anemia. **J Am Diet Assoc**, v. 102, n. 7, p. 956-961, 2002.
21. WONG W.W.; NANCY, F.B.; HERGENROEDER, A.C.; HILL, R.B. STUFF, J. E.; SMITH, E.O. Are basal metabolic rate prediction equations appropriate for female children and adolescents? **J. Appl. Physiol.**, v. 81, n.6, p. 2407-2414, 1996.