PubliCE, (PubliCE) 1994

Research

Variaciones en la Tasa Metabólica Basal con el Incremento de la Carga de Entrenamiento en Atletas

Ramana Y Venkata[1], Kumaru M Surya[1], Rao S Sudhakar[1] y N. Balakrishna[1]

[1]*Dept. Of Physiology, Biophysics Division, National Institute of Nutrition, Indian Council Of Medical Research, Hyderabad, India.*

RESUMEN

Este estudio fue realizado para medir la tasa metabólica basal de atletas durante tres fases diferentes del entrenamiento; Períodos de transición (TP), pre-competitivo (PP) y competitivo (CP). Fueron reclutados doce atletas varones de nivel nacional de entre 18 y 20 años de edad. Se realizaron mediciones antropométricas, de composición corporal y de la tasa metabólica basal (TMB). La cuantificación del entrenamiento se realizo por medio del patrón de distribución temporal combinado con mediciones de las relaciones entre el consumo de oxígeno, la frecuencia cardiaca y la producción de potencia mecánica en las tres fases. Los resultados mostraron un incremento de 1.2 veces en la intensidad del entrenamiento y de 2 veces en la duración del mismo desde la fase de transición a la fase competitiva. Estos cambios en el entrenamiento resultaron en una ganancia de peso de 1.5 kg de masa magra corporal y un 9% de incremento de la TMB en 24 h. Hubo también un incremento de 1.5 kcal/kg de peso corporal (2.8 kcal/m^2 y 1.7 kcal/kg de masa magra cuando se expresó en términos de TMB) y de 12 L/min en la $M_{VE\ max}$ desde el período de transición al período competitivo del entrenamiento. El estudio concluye que la TMB varía con la cantidad de entrenamiento y por lo tanto debe ser medida periódicamente para identificar las demandas energéticas. A partir de los datos de este estudio se realizo un intento de proveer ecuaciones de predicción de la TMB para las fases de entrenamiento en atletas.

Palabras Clave: intensidad del entrenamiento, VO2 máx., tasa de trabajo, cuantificación, ecuaciones de predicción

INTRODUCCION

Esta bien establecido que la medición de la tasa metabólica basal (TMB) provee de valores energéticos básicos para la formulación de una dieta razonable, ya que contribuye con alrededor del 50 – 70% del gasto energético diario total (1). Además de la TMB, las variables adicionales que combinadas influencian la calidad de la dieta y del entrenamiento de un atleta son la edad, sexo, clima y composición corporal (2, 3).

El estudio FAO/WHO/UNU de 1985 sobre los requerimientos proteicos de los humanos, sugiere que varios componentes del gasto energético pueden ser expresados como múltiplos de la TMB (4). Aun cuando están disponibles muchas ecuaciones de predicción de la TMB, la validez de su aplicación a los atletas puede ser cuestionada debido a la limitada implicación de los atletas formando parte de los sujetos utilizados para el desarrollo de estas ecuaciones. Ninguna de las ecuaciones de la TMB que han sido desarrolladas con atletas (5, 6) provee una valoración de los cambios en la TMB con los cambios en el entrenamiento. De esta manera, el presente estudio fue llevado a cabo para medir la TMB de atletas durante diferentes fases del entrenamiento. Se ha teorizado que los cambios en la TMB podrían detectar la necesidad de cambios

en la ingesta calórica, la cual a la vez podría respaldar el mantenimiento de un peso corporal, composición corporal y pico de rendimiento deseables.

METODOS

Este estudio fue llevado a cabo sobre doce velocistas sanos varones de nivel nacional, de 18 a 20 años de edad, los cuales fueron reclutados de la Sports Authority of Andhra Pradesh, Hyderabad, India. Los sujetos fueron informados sobre el propósito y el alcance del estudio y se obtuvo su consentimiento por escrito para la participación. El diseño y protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto. Los sujetos fueron traídos al laboratorio transportados en un vehículo, entre las 5.30 am y las 6.00 am, donde reposaron por una hora. Las mediciones antropométricas tales como la talla (Estadiómetros SECA, Germany) con una apreciación de 0.1 cm y el peso (Balanzas SECA, Germany) con una apreciación de 0.1 kg, fueron medidas utilizando procedimientos estándar. El índice de masa corporal (BMI) y la superficie de área corporal (BSA) fueron calculados utilizando ecuaciones estándar (7, 8). La composición corporal fue valorada por medio de la medición de pliegues cutáneos tomados en cuatro sitios; bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco (Calibres Holtain, Reino Unido) con una apreciación de 0.2 mm. La densidad corporal fue derivada de la suma de los pliegues cutáneos utilizando las ecuaciones equiparadas para el sexo y la edad de Durnin & Womersley (9). La densidad fue convertida a grasa corporal utilizando la ecuación de Siri (10); a partir de la cual se calcularon la masa magra corporal (LBM) y la masa grasa.

La TMB total corporal fue medida por medio de calorimetría indirecta de circuito abierto utilizando el método de bolsas de Douglas. Cada atleta fue estudiado entre las 7.00 am y las 8.00 am mientras estaban recostados, despiertos, en estado post absorción. Las muestras de aire expirado recolectadas en las bolsas de Douglas fueron analizadas por volumen (medidor de gas seco Singer, DMT325, Estados Unidos) para el oxígeno (analizador paramagnético Taylor’s Servomex OA272, Reino Unido) y para el CO_2 (LB – 2, analizador infrarrojo Beckman, Estados Unidos), luego de la calibración previa. Los valores fueron corregidos a STPD. La TMB fue calculada utilizando la ecuación de Weir, asumiendo que, con una dieta mixta, un litro de oxigeno consume aproximadamente 5 kcal (11).

El índice de intercambio respiratorio (RER) fue derivado utilizando el cociente entre la producción de dióxido de carbono y el consumo de oxigeno. La frecuencia cardiaca (FC) se registro utilizando un monitor de frecuencia cardiaca (Polar, PE 3000, Finland).

Cada sujeto realizo un test de ejercicio progresivo (GXT) para identificar las relaciones entre FC-O_2 y FC-producción de potencia (PP). Antes de la evaluación se le dio a cada atleta las instrucciones y precauciones necesarias y se realizó una prueba de familiarización una semana antes de la evaluación real. El test de ejercicio progresivo fue realizado en cinta (Venky, India) utilizando el protocolo de Bruce modificado (12) para evaluar el consumo máximo de oxigeno (VO_2 máx.) y la máxima producción de potencia (PP máx.) de los atletas. El protocolo continuaba hasta que el sujeto expresara la imposibilidad de continuar o si el sujeto alcanzaba la frecuencia cardiaca máxima estimada, de acuerdo a lo que ocurriera primero.

El patrón de distribución temporal (13) (PDT; registro del tiempo empleado por cada individuo en actividades físicas día a día, tanto en las horas de entrenamiento como en las horas libres) fue observado en cada atleta por separado. Esta información fue registrada por un investigador entrenado que estuvo con los sujetos por 24 h/ 7 días a la semana y el patrón de actividad durante 24 h se tomo como el promedio de los 7 días. El gasto energético total diario (GETD) fue medido por medio del registro del PDT y la medición del costo energético de varias actividades diarias, tanto en las horas de entrenamiento como en las horas libres a través de la utilización de un analizador de gases portátil (KM-Meter, Max Plank Institute, Germany). La cuantificación del entrenamiento en términos de intensidad y duración fue hecha por medio del PDT combinado con las mediciones del consumo de oxigeno, por el método de monitoreo de frecuencia cardiaca, como también por las relaciones FC-O_2 y la PP-O_2 (14, 15). Todos estos parámetros fueron estudiados durante los períodos de transición (TP), pre-competitivo (PP) y de competición (CP). Cada fase tuvo una duración de cuatro meses.

Análisis Estadísticos

Los cambios en los parámetros físicos y fisiológicos fueron analizados utilizando el programa estadístico SPSS (10.1 package). Fueron realizadas medias, desvíos estándar, métodos ANOVA para mediciones repetidas y análisis de regresión múltiple sobre todos los parámetros estudiados para determinar las diferencias entre las fases. Los datos son presentados como medias ±DS y la significación fue aceptada a una $p<0.01$.

RESULTADOS

Los resultados de las características físicas incluyendo los datos antropométricos y los de la composición corporal se muestran en la Tabla 1. La talla media de estos atletas se incrementó en 0.5 cm con un incremento considerable del peso en 1.5 kg desde el TP al CP, sin una variación significativa entre las dos primeras fases (TP a PP). El BMI se incrementó en un 2% desde TP a CP. La superficie de área corporal también se incremento significativamente desde TP a CP. Sin embargo, no se hallaron diferencias significativas para todos estos parámetros ente las dos primeras fases.
A partir de estos resultados puede entenderse que la composición corporal fue alterada por un incremento en la masa magra corporal en 1.6 kg (2.6%) con una reducción de 0.1 kg (no significativa) en la masa grasa. Sin embargo, no se hallo una alteración significativa en la masa magra en las dos primeras fases del entrenamiento.

Fase del Entrenamiento	Talla (cm)	Peso (kg)	BMI (kg/m^2)	ASC (m^2)	LBM (kg)	Grasa (%)
TP	172.8 ^{a} ±2.83	61.4 ^{a} ±5.36	20.6 ^{a} ±1.69	1.73 ^{a} ±0.07	55.2 ^{a} ±4.22	9.9 ^{a} ±2.69
PP	172.8 ^{a} ±2.87	61.1 ^{a} ±4.99	20.4 ^{a} ±1.71	1.73 ^{a} ±0.06	55.0 ^{a} ±4.00	9.8 ^{a} ±3.07
CP	173.3 ^{b} ±2.69	62.9 ^{b} ±5.19	21.0 ^{b} ±1.71	1.75 ^{b} ±0.07	56.8 ^{b} ±4.27	9.6 ^{a} ±2.12
Indice *F*	7.90	16.85	9.70	23.79	45.90	0.36
Valor de p	**	***	***	***	***	NS

Tabla 1. *Características físicas de los atletas (n = 12). Los valores son expresados como medias ± DS; la variación en los superíndices indica diferencia significativa entre los valores medios de las fases. ** p<0.01; *** p<0.001, ns=No significativo.*

Los datos de las tasas metabólicas basales (TMB) están presentados en la Tabla 2. La TMB en 24 h se incremento significativamente desde el TP al CP, sin un aumento significativo entre las dos primeras fases del entrenamiento. Por otra parte, se hallo que la TMB expresada en términos de unidades de masa o peso corporal se incremento desde el TP al PP sin una elevación adicional en el CP. Cuando la TMB se expreso en relación a la masa magra se observaron resultados similares. Sin embargo, la TMB expresada en unidades de superficie de área corporal se incrementó desde el TP al PP y desde el PP al CP.

Durante la evaluación del ejercicio, el gasto energético en términos de TMB (factor múltiple de la TMB) durante la carga máxima fue casi similar en las 3 fases del entrenamiento (Tabla 3), pero los atletas pudieron realizar más trabajo (TT) en el CP que en las otras dos fases.

Fase del Entrenamiento	kcal/min	kcal/day	kcal/ kg de peso corporal	kcal/ m^2	kcal/ kg . LBM
TP	1.008 ^{a} ±0.10	1451.8 ^{a} ±145.16	23.7 ^{a} ±1.84	34.9 ^{a} ±2.61	26.3 ^{a} ±1.52
PP	1.041 ^{a} ±0.09	1499.8 ^{a} ±138.15	24.6 ^{b} ±1.51	36.2 ^{b} ±0.06	27.9 ^{b} ±2.45
CP	1.100 ^{b} ±2.69	1584.4 ^{b} ±151.19	25.2 ^{b} ±1.71	37.7 ^{c} ±0.07	28.0 ^{b} ±4.27
Indice F	16.35	16.35	9.26	12.38	5.63
Valor de P	***	***	***	***	*

Tabla 2. *Tasa metabólica basal de los atletas (n = 12). Los valores son expresados como medias ± DS; la variación en los superíndices indica diferencias significativas entre los valores medios de las fases. ** p<0.01; *** p <0.001, ns=No significativo.*

Fase del Entrenamiento	O_2 ml/min	MV_T L/min	FC Lat/min	Factor TMB	Pulso de O_2	TT Kpm/min
TP	2909.6^a ± 382.4	71.9^a ± 7.72	191^a ± 10.7	14.6^a ± 2.72	15.3^a ± 2.19	2012.8^a ± 78.29
PP	3015.4^a ± 541.6	71.6^a ± 4.99	188^a ± 10.3	14.6^a ± 3.16	16.1^{ab} ± 2.79	2099.3^a ± 171.66
CP	3254.8^a ± 258.8	83.94^b ± 10.64	188^a ± 11.2	15.0^a ± 1.75	17.3^b ± 1.07	2319.3^b ± 206.63
Indice F	3.17	20.78	0.62	0.16	4.85	11.27
Valor P	NS	***	NS	NS	*	***

Tabla 3. *Característica fisiológicas de los atletas durante la carga máxima del test progresivo de ejercicio (n = 12). Los valores son expresados como medias ± DS; la variación en los superíndices indica diferencias significativas entre los valores medios de las fases. ** p<0.01; *** p<0.001, ns=No significativo.*

La cuantificación del entrenamiento (Tabla 4) mostró que la duración del entrenamiento se incrementó significativamente 1.8 y 2.0 veces desde el TP al PP, y desde el TP al CP respectivamente. El gasto energético por minuto (kcal/min) fue similar en las dos primeras fases y se incrementó significativamente en el CP. La intensidad del entrenamiento expresada en termino de tasa de trabajo (kpm/min) se incrementó significativamente 1.20 veces (20.5%) desde el TP al CP (Tabla 4).

El porcentaje de contribución de la TMB en 24 h al gasto energético total diario junto con el factor múltiple de la TMB de los atletas en las diferentes fases del entrenamiento se muestran en la Tabla 5. El porcentaje de contribución de la TMB fue de alrededor del 50.2% tanto en el TP como en el PP, mientras que se redujo al 46.5% en el CP. Se halló que el factor múltiple de la TMB (el cociente entre el GETD y la TMB en 24 h) fue de 1.81, 1.98, y 2.15 durante el TP, PP, y CP respectivamente. En base a los resultados del presente estudio, se desarrollaron ecuaciones de predicción de la TMB en 24 h, y se presentaron para cada fase utilizando la talla y el peso de los sujetos como variables independientes (Tabla 6).

Fase del Entrenamiento	Duración (min)	Kcal/min	Intensidad del Entrenamiento (kpm/min)
TP	88.0^a±3.85	7.987^a± 1.47	825.6^a± 120.73
PP	158.0^b± 14.73	7.330^a± 0.44	883.8^a± 1.51
CP	171.0^c± 16.24	8.987^b± 5.19	994.7^b± 1.71
Indice F	403.27	11.99	11.92
Valor de P	***	***	***

Tabla 4. *Costo energético y cuantificación del entrenamiento en los atletas (n = 12). Los valores son expresados como medias ± DS; la variación en los superíndices indica diferencias significativas entre los valores medios de las fases. ** p<0.01; *** p<0.001, ns=No significativo.*

Fase del Entrenamiento	TMB (Kcal/día)	GETD (Kcal)	Contribución en %	Factor múltiple de la TMB
TP	1451.8^a ± 145.6	2629.3^a ± 214.67	55.21	1.81
PP	1499.8^a ± 138.15	2980.6^b ± 324.12	50.32	1.98
CP	1584.4^b ± 144.07	3409.8^c ± 148.18	46.5	2.15

Tabla 5. *Porcentaje de contribución de la TMB en el GETD y en el factor múltiple de la TMB en los atletas, en las diferentes fases del entrenamiento (n = 12). Los valores son expresados como medias ± DS; la variación en los superíndices indica diferencias significativas entre los valores medios de las fases.*

Fase del Entrenamiento	Ecuación	R^2	Indice F
TP	(Ht × 9.629) + (Wt. × 14.968) − 1140.2	64.18	28.67
PP	(Ht × 0.584) + (Wt. × 19.257) + 211.01	78.68	59.03
CP	(Ht ×7.529) + (Wt. × 14.305) − 628.27	62.59	26.76

Tabla 6. *Ecuaciones para la predicción de la TMB en 24 h de atletas, utilizando la talla y el peso durante diferentes fases del entrenamiento. Ht = Talla; Wt = Peso.*

DISCUSIÓN

La TMB desempeña un rol crucial en el metabolismo energético humano proveyendo de fuertes bases para el entendimiento y formulación de una dieta razonable (1, 2). En el presente estudio, la TMB en 24 h de los atletas se incrementó significativamente desde el TP al CP en un 9%, sin ninguna variación significativa entre las dos primeras fases del entrenamiento. El incremento en la TMB podría deberse a un incremento en el área de superficie corporal y/o peso corporal total, lo que resultó en un incremento del tejido metabólicamente activo. Esto concuerda con los estudios de Schneider y Foster (16), Durmin (17), Brozek y Grande (18), y de Dalezeal y Potteger (19). También existe evidencia que muestra un incremento en la TMB con el incremento en el peso corporal y la masa magra (4, 18, 19). Observaciones similares se hallaron en el presente estudio en donde hubo un incremento significativo en la TMB en 24 h concomitante con el incremento en el peso corporal y la masa magra desde el TP al CP, como consecuencia del incremento de la carga. Esta asociación fue también evidente a partir de las altas correlaciones positivas encontradas entre la tasa metabólica total de reposo en 24 h (TMB) con el peso corporal, así como también entre la TMB y la masa magra. Es difícil realizar una comparación de la TMB de estos atletas con la de otros, ya que hay poca literatura disponible tanto en atletas de la India como de otras partes del mundo. En un estudio llevado a cabo por Poelhman (20) se midió la TMB en atletas, que resulto en una TMB en 24 h de 1712 kcal/día. Por otro lado, los estudios llevados a cabo por Ramana y cols. (21, 22) han mostrado que la TMB de atletas hindúes estuvo en un rango de 1300-1450 kcal/día. Interesantemente, se hallo que la TMB en 24 h de hombres normales sanos (18-30 años, 60 kg) fue de 1430 kcal/día, reportado por la ICMR en la recomendación dietaria para hindúes (23). Sin embargo para comparar la TMB de individuos entrenados y desentrenados, un enfoque apropiado podría ser normalizar la TMB con la masa magra. El estudio reportado por Poelhman y cols. (20) no hallo diferencias en la TMB entre corredores de fondo y hombres entrenados. Por otro lado, algunos estudio han reportado valores de TMB un 5-19% mayor cuando se expresaron como porcentaje de la masa magra (TMB/masa magra) en sujetos entrenados en comparación con sujetos desentrenados (20, 24). Es también importante resaltar que dichos estudios comparativos deben ser analizados cuidadosamente, considerando otros factores tal como el estado nutricional, el patrón de actividad física y el grado de adaptación al entrenamiento.

Hay pocos estudios disponibles sobre la valoración de los cambios en la TMB con el entrenamiento en sujetos saludables. El estudio de Prizkova (25) mostró una disminución en la TMB entre hombres durante diferentes etapas del entrenamiento, a partir de lo cual parece que el entrenamiento más largo y más intenso correlaciona con la disminución en la TMB. En otro estudio llevado a cabo por Schneider y Foster (16), el entrenamiento estuvo asociado con una disminución promedio en la TMB de aproximadamente 7 % (rango del 3-14%) en atletas que participaban en fútbol americano, natación o basquetbol, mientras que no hubo cambios en nadadores y se incrementó en un 12% en corredores de cross country. A parte de esto, en tres no atletas que fueron entrenados por 6 semanas, el impacto fue variable. Uno mostró una caída de la TMB por debajo del nivel de control durante los primeros 28-35 días para incrementarse luego en un 9% por encima del nivel de control en el día 42.

Poelhman y cols. (26) llevaron a cabo un estudio de entrenamiento de la resistencia bien controlado que duró 22 días y observaron que la TMB por unidad de masa magra se mantuvo sin cambios, cuando fue medida alrededor de 36 horas después del la última sesión de entrenamiento. De manera similar, un estudio realizado por Segal y cols. (27) mostró que el entrenamiento de una hora por día 4 veces por semana en cicloergómetro a una intensidad del 74% del VO_2 máx. durante 12 semanas no alteró la TMB que fue medida 72 horas después de la ultima sesión de entrenamiento en 10 hombres magros y 10 hombres obesos. Cuando se evaluaron los resultados del presente estudio, se pudo observar que el porcentaje de contribución de la TMB al gasto energético en 24 horas en atletas durante diferentes fases del entrenamiento, disminuyó lentamente desde 55.2% a 50.3% a 46.5% durante el TP, PP y CP respectivamente. De esta manera, la del TMB podría ser desviada para poder hacer frente al incremento de la intensidad de la carga del entrenamiento desde el TP al

CP. Además de esto, cuando la TMB fue expresada en términos de unidades de masa magra se incrementó significativamente durante el PP y alcanzó una meseta durante el CP. Incrementos adicionales en el volumen o la intensidad del entrenamiento podrían disminuir la TMB. Como ha sido demostrado por Parizkova (25), cuando los atletas recibieron una sobrecarga de entrenamiento, la TMB en 24 h o por unidades de masa magra se redujo, presumiblemente para conservar energía para el proceso de adaptación.

En base a una extensiva revisión de la literatura disponible sobre la influencia de varios factores sobre la TMB, el comité de expertos de la FAO/WHO/UNU (1985) reiteró, que la edad, el sexo y la composición corporal son las principales variables que influencian la TMB. Ellos calcularon una ecuación para estimar la TMB en base al peso corporal (kg) para diferentes grupos de edades y sexo de una población normal saludable y no incluyeron a la población atlética. La ecuación para estimar la TMB en varones de 18-30 años de edad fue 13.3 x Peso corporal (kg) + 679. En base a esta ecuación y utilizando el peso corporal del grupo de este estudio, calculamos el valor estimado de la TMB. Se pudo observar que esto valores fueron mayores en un 11%, 8% y 4% durante el TP, PP y CP respectivamente, en comparación con los valores medidos. De esta manera, estas ecuaciones pueden no ser aplicables a la población atlética. Por ello, se ha realizado un esfuerzo para derivar ecuaciones de predicción de la TMB de 24 h, que tengan en cuenta las fases del entrenamiento, utilizando índices antropométricos simples tal como la altura y el peso, a través de la utilización de análisis de regresión múltiple en base a los datos de los sujetos del estudio.

Conclusión

A partir de lo observado en este estudio se puede concluir que la TMB de atletas debe ser evaluada periódicamente para determinar las variaciones en las demandas energéticas para mantener de esta manera un peso y una composición corporal deseables. Las ecuaciones de predicción de la TMB dependientes de las fases de entrenamiento pueden ser de gran ayuda para los nutricionistas deportivos en la recomendación de las necesidades energéticas de los atletas.

Agradecimientos

Estamos agradecidos con los atletas que han participado en el estudio. Agradecemos también la ayuda y cooperación extendida por los entrenadores y los administradores de las Autoridades Deportivas de Andhra Pradesh. También estamos agradecidos con nuestros colegas Mr. Ashok y Mr. Premraj por el respaldo técnico extendido a través de todo el estudio.

Dirección para Correspondencia

Venkata Ramana Y, Dept. of Physiology, Biophysics Division National Institute of Nutrition, Indian Council Of Medical Research, Hyderabad – 500 007 (A.P.), India.; Teléfono: 91-40-27008921 ext. 333; FAX: 91-40-27019074; correo electrónico: vryagnam@yahoo.com

REFERENCIAS

1. Astrand PO and Rodahl K (1986). Textbook of Work Physiology 3rd ed. *New York: McGraw-Hill*
2. McArdle WD, Katch FI and Katch VL (1991). Exercise physiology: Energy Nutrition and Human performance. *Philadelphia: Lea and Febiger 3rd ed*
3. Davis CTM and Knibbs AV (1971). The training stimulus: The effects of intensity, duration and frequency of effort on maximum aerobic power output. *Int Z Angew Physiol; 29:299-306*
4. FAO/WHO/UNU (1985). Energy and protein requirements Report of a joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. *Technical Report Series No 724, World Health Organization*
5. Sjodin AM, Forslund AH, Westeterp KR, Anderson AB, Forslund JM and Hambraeus LM (1996). The influence of physical activity on BMR. *Med Sci Sports Exerc; 28(1):85-91*
6. Thompson J and Manore MM (1996). Predicted and measured resting metabolic rate of male and female endurance athletes. *J Am Diet Assoc; 96(1):30-34*
7. Shetty PS and James WPT (1994). Body mass index: A measure of chronic energy deficiency in adults. *FAO, Food & Nutrition Report; 56:1-57*
8. Du Bois D and Du Bois EF (1916). Clinical calorimetry Tenth paper A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Intern Med; 17:863-872*
9. Durnin JVGA and Womersley J (1974). Body fat assessed from the body density and its estimation from the skin fold thickness measurements on 481 men and women from 16-72 years. *Brit J Nutr; 32:77-97*
10. Siri E (1956). The gross composition of the body Adv Biol. *Med Phys.; 4:239-280*
11. Weir JB de (1949). New methods of calculating metabolic rates with special reference to protein metabolism. *J Physiol; 109:1-9*
12. Bruce RA (1971). Exercise testing of patients with CAD Principles and normal standards for evaluation. *Ann Clin Res; 3:323-332*

13. Satyanarayana K, Venkataramana Y, Someswara Rao M, Anuradha A and Narasinga Rao BS (1985). Quantitative Assessment of Physical Activity and Energy Expenditure Pattern among rural workingwomen. *In: Agarwal KN and Bhatia BD. editors, Update Growth. Varanasi, Banaras Hindu University India; 197-205*
14. Spurr GB, Prentice AM, Murgatroyd P, Rgoldberg GR, Reina JC and Christman NT (1988). Energy expenditure from minute-by-minute heart rate recording: Comparison with indirect calorimetry. *Am J Clin Nutr; 48:552-559*
15. Christensen CG, Frey HM, Foenstelien E, Aadland E and Refsum HE (1983). A critical evaluation of energy expenditure estimates based on individual O2 consumption/heart rate curves and average daily heart rate. *Am J Clin Nutr; 37:468-472*
16. Schneider EC and Foster AO (1931). The influence of physical training on the metabolic rate of men. *Am J Physiol; 98:595-601*
17. Durnin JVGA (1959). The use of surface area and body weight as standards of reference in studies on human energy expenditure. *Br J Nutr; 13:68-71*
18. Brozek J and Grande F (1955). Body composition and Basal Metabolism in men: Correlation Analysis versus physiological approach. *Hum Biol; 27:24-31*
19. Dolezal BA and Potteiger JA (1998). Concurrent resistance and endurance training influences BMR in normal dieting individuals. *J Appl Physiol; 85(2):695-703*
20. Poelhman ET, Melby CL and Badylak SF (1988). Resting Metabolic Rate and Post-Prandial Thermogeneses in the highly trained and untrained males. *Am J Clin Nutr; 47:793-798*
21. Venkataramana Y, Someswara Rao M, Sudhakar Rao S and Satyanarayana K (1995). Energy cost of graded workload and mechanical efficiency of sportsmen. *Indian J Med Res; 101:120-124*
22. Venkataramana Y, Vindhya Ponnappa, Kapoor RN and Satyanarayana K (1997). Energy intake Energy expenditure and Physical activity pattern of selected sports persons. *J Rehab Med Asia;1:36-45*
23. No Disponible (1989). Recommended dietary allowances for Indians. *Indian Council of Medical Research*
24. Trembley A, Fontaine E, Poelhman ET, Mitchell D and Person L (1986). The effect of exercise training on resting metabolic rate in lean and moderately obese individuals. *Int J Obesity; 10:511-517*
25. Parizkova J (1979). Role of Body Dimensions and Body Composition in Physical Fitness and Performance During Growth and Adulthood. *Curr Anthropology; 3:49-54*
26. Poelhman ET, Trembley A, Nadeau A, Dussault J and Theriault G (1986). Heridity and changes in hormones and metabolic rates with short term training. *Am J Physiol;250:E711-717*
27. Segal KR, Thomas M, Sutang L, Cadang VP and Sunyer FX (1989). Effect of physical training on resting metabolic rate and carbohydrate metabolism in lean and obese men. *Abstract Med Sci Sport Exer; 21: 554-559*

Cita Original

Venkata Ramana Y., Surya Kumari Mvl, Sudhakar Rao S., Balakrishna N. Variations In Basal Metabolic Rate With Incremental Training Load In Athletes. JEPonline, 7 (1): 26-33, 2004