

Metódica continua de intensidad variable y su impacto sobre el exceso de porcentaje de grasa corporal, aspectos bioquímicos y fisiológicos

OSCAR O. ESCOBAR M.¹, AMALIA LOPEZ G.², ANA L. AGUILAR V.³, JUAN F. SILDARRIAGA F.⁴, GLORIA C. DEOSSA R.⁵, RAFAEL AGUILAR A.⁶, MARIA DEL C. ZEA H.⁷, FRANCISCO J. GUTIERREZ H.⁸ Y LUIS F. RESTREPO B.⁹

1. Licenciado en Educación Física. Especialista en actividad física y salud. Especialista en educación para la salud. Profesor Instituto Universitario de Educación Física. 2. Nutricionista Dietista. Profesora Escuela de Nutrición y Dietética. 3. Bacterióloga. Magíster en problemas sociales contemporáneos. Profesora Escuela de Bacteriología y Laboratorio Clínico. 4. Licenciado en Educación física. Estudiante en formación en investigación. 5. Nutricionista Dietista. Especialista en Nutrición Humana. Profesora Escuela de Nutrición y Dietética. 6. Licenciado en Educación Física. Magíster en actividad física y salud. Profesor Instituto Universitario de Educación Física. 7. Enfermera. Especialista en rehabilitación en enfermería. Profesora Facultad de Enfermería. 8. Médico y Cirujano. Especialista en Farmacología y toxicología. Profesor Facultad de Ciencias Agrarias. 9. Estadístico. Especialista en estadística. Especialista en biomatemática. Profesor Facultad de Ciencias Agrarias

Las dependencias mencionadas en cada participante pertenecen a la Universidad de Antioquia.

CORRESPONDENCIA:

Oscar Escobar Montoya

oescobarmontoya@hotmail.com

Teléfonos: 3620610, 2359343, 2364127 o 4259286.

Fax: 4259236

Dirección postal: Carrera 75 N° 65 - 87

Bloque 45 - Oficina 102 U de A

Medellín (Colombia)

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2003; 142: 5-16

RESUMEN: Durante muchas décadas se han utilizado métodos para la realización de los ejercicios físicos, sin embargo, no se ha explorado con profundidad el impacto de las metódicas correspondientes a cada uno de ellos en los procesos de salud y de enfermedad. En el presente estudio, un grupo de empleados de ambos sexos, docentes y no docentes de la Universidad de Antioquia, con edades comprendidas entre 38-53 años, con exceso del porcentaje de grasa corporal, no entrenados, tensión arterial en reposo hasta 120/80 mmHg, glicemia en ayunas inferiores a 110 mg/dl y perfil lipoprotéico con valores deseables o de riesgo potencial que no ameritan intervención farmacológica —con un riesgo absoluto menor a 5% a diez años para desarrollar enfermedades cardiocerebrovasculares (NCEP - ATP III, 2001)—, han empleado durante 6 meses dos variables del método continuo de entrenamiento de la resistencia aeróbica dinámica general de larga duración: la de intensidad constante y la de intensidad variable, y se concluye que su utilización genera modificaciones de diferente impacto en la composición corporal, en los parámetros bioquímicos y funcionales de acuerdo al grado de riesgo de la población y al tipo de intervención de los procesos de salud y de enfermedad en el que se realice el entrenamiento físico, pues la dosificación de las cargas varía dependiendo del contexto en el que éste se ejecute.

PALABRAS CLAVE: Porcentaje de grasa corporal, metódica continua de intensidad variable, estado estable del lactato y ácidos grasos libres.

SUMMARY. Some methods have been used during many decades in order to perform physical exercise, however, it hasn't been explored yet, in a deep way, the impact of the methodics that come up to each of them into the health and disease processes. In the present study, a group of employees of both sexes, teachers and non-teachers of the University of Antioquia, with ages between 38-53 years, with percentage excess of body fat, untrained, with a blood pressure at rest, up to 120/80 mmHg, fasting blood glucose levels less than 110 mg/dl and a lipoproteic profile with desirable values or of a potential risk which do not merit a pharmacological intervention —with an absolute risk less than 5% in ten years for developing cardiovascular diseases (NCEP- ATP III, 2001)—, during six months, they have used two variables of the continuous method of training of the general dynamic aerobic long-lasting endurance: that of constant intensity and that of variable intensity, and it concluded that its use generates modifications of different impact into the body composition in the biochemical and functional parameters according to the degree of risk of the population and the type intervention in the health and disease processes in which, the physical training is being carried out, since the dosage of the loads varies, depending on the context where it is carried out.

KEY WORDS: Body Fat Percentage, Continuous Methodics of Variable Intensity, Steady, State of the Lactate and the Free Fatty Acids.

INTRODUCCION

El exceso de masa grasa y las alteraciones fisiológicas-bioquímicas que se asocian a él, son un fenómeno que actualmente prevalece en una gran parte de los habitantes del mundo occidental y por consiguiente se está convirtiendo con rapidez en un problema que reduce la esperanza de vida y amenaza la calidad de ésta en las sociedades modernas.

Se han llevado a cabo numerosas investigaciones para determinar el efecto del entrenamiento físico sobre la composición corporal. No obstante, los resultados de dichos estudios no han concluido cual de las variables del método continuo utilizado en los programas de ejercicios físicos de resistencia aeróbica dinámica general de larga duración (RADGLD), para personas no entrenadas, presenta las mayores ventajas en la reducción del exceso de masa grasa.

Con el propósito de dilucidar cual de las metodías continuas es más eficiente para disminuir el exceso de tejido adiposo y generar modificaciones en las diferentes variables fisiológicas-bioquímicas que cuando se alteran y se asocian integran el síndrome X*, se han comparado en este estudio de tipo experimental, longitudinal y prospectivo, la modalidad del método continuo que mantiene constante la intensidad de esfuerzo, la cual ha sido recomendada en las últimas décadas en el campo de la actividad física como la mejor propuesta para reducir el tejido adiposo, y la modalidad del método continuo de intensidad de esfuerzo variable, que desde los fundamentos fisiológicos del metabolismo de los ácidos grasos libres demuestra ser la que más utiliza este tipo de sustrato como fuente energética principal.

MATERIAL Y METODOS

Comenzaron la investigación un total de 20 personas, de las cuales 10 pertenecían al grupo experimental y las 10 restantes al grupo control. Se descartaron del estudio 6 personas por no haber asistido a la mayoría de las sesiones del programa de ejercicio físico, no haber realizado todas las pruebas de control planificadas en la investigación, tenerse que retirar por compromisos laborales o por la reincidencia de lesiones osteomusculares ocurridas en el pasado, motivo por el cual el análisis de los resultados se realizó con 14 personas, de las cuales 10 son mujeres y 4 son hombres con edades medias de 42.8 y 47.5, respectivamente.

En la primera fase del estudio, un grupo interdisciplinario conformado por Educadores físicos, Nutricionistas, Bacterióloga, Enfermera y Médico, explicó las características, riesgos y beneficios del trabajo investigativo a las personas que acudieron a la convocatoria para que procedieran a firmar voluntariamente un consentimiento informado y se sometieran a participar en los siguientes procedimientos: anamnesis de datos personales y familiares, elaboración de cuestionario de estratificación de riesgo e historial de ejercicio físico, examen físico general, evaluación de la composición corporal, pruebas de esfuerzo y valoraciones bioquímicas, con el fin de seleccionar los que cumplieran con los criterios de inclusión –ser empleado docente o no docente de la Universidad de Antioquia, de ambos sexos, en edades comprendidas entre 35-55 años, con exceso del porcentaje de grasa corporal, no entrenados, tensión arterial en reposo hasta 139/89 mmHg, glicemia en ayunas hasta 125 mg/dl y perfil lipoprotéico con valores deseables o de riesgo potencial, que no ameritaran intervención farmacológica–.

Posterior a la selección de la muestra, se procedió a la aleatorización para elegir a los individuos que participaron en el grupo experimental que fue quien utilizó la metodología continua de intensidad variable (MCIV) o en el grupo control que empleó la metodología continua de intensidad constante (MCIC), durante el desarrollo del programa de ejercicio físico de RADGLD.

La segunda fase, correspondió a la prescripción de dietas normocalóricas y al desarrollo de los programas de ejercicio físico.

Los parámetros de carga para la primera semana de acondicionamiento se prescribieron a partir del VO_2 máx. y el umbral de lactato, teniendo presente la siguiente normatividad adaptada de las recomendaciones del ACSM (2000): las personas con VO_2 máx. mayores a 8 METs, pueden realizar 45 minutos a intensidades cercanas al 60%, pero sin sobrepasar el porcentaje del consumo máximo de oxígeno en el cual el individuo alcanza el estado estable del lactato, 3 veces por semana. Desde la segunda hasta la octava semana se realizaron aumentos progresivos de la carga a largo plazo durante la fase de acondicionamiento hasta alcanzar una frecuencia de cuatro sesiones semanales, con un volumen de 105 minutos e intensidades correspondientes a cada una de las metodías continuas utilizadas durante la práctica de los ejercicios físicos de RADGLD, la de intensidad constante inferiores al 60% del VO_2 máx. y la de intensidad variable: 30%-40% de la VO_2 máx. durante los primeros 10-15 min., luego intensidades de esfuerzos lo más cercanas posibles al estado estable del lactato sin llegar a sobrepasarlo durante

* Aunque en la práctica clínica en los últimos años, se le han dado muchos nombres a este síndrome: Cuarteto de la muerte, síndrome de resistencia a la insulina, síndrome plurimetabólico, síndrome dismetabólico y otros, hemos preferido mantener la denominación asignada por Reaven en 1988, ya que, es la más común en las publicaciones.

aproximadamente 45 minutos e intensidades entre el 30%-40% de la VO_2 máx. en los últimos 45 minutos. Lo anterior, se mantuvo durante las siguientes 16 semanas de la fase de mantenimiento. Las sesiones de ejercicio físico se realizaron los días lunes, martes, jueves y viernes entre las 6 y 8 a.m. para algunos participantes y entre las 5 y 7 p.m. para los que no podían en las horas de la mañana, en los escenarios deportivos del alma mater.

Se realizaron controles en las semanas 18 y 24 de los programas de ejercicios físicos en los que se efectuaron pruebas bioquímicas, evaluaciones de la composición corporal, mediciones de la tensión arterial (TA) y de la frecuencia cardíaca (FC) en reposo, mediante los mismos procedimientos utilizados en la fase de convocatoria y selección de la muestra. Además, se valoraron la eficiencia metabólica aeróbica y la potencia aeróbica máxima mediante las mismas pruebas que se realizaron al inicio de la fase de acondicionamiento.

Por último, en la tercera fase del estudio se llevaron a cabo los análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los controles ejecutados, para finalmente desarrollar el informe final y divulgar los resultados.

Procedimientos estadísticos utilizados: Se empleo un análisis descriptivo univariado a fin de establecer tendencias y variabilidad para cada una de las variables, análisis de correlación por el método de Spearman, análisis de clasificación experimental con base en un diseño completamente aleatorizado de tipo desbalanceado, se aplicó las pruebas de comparación por el método de Turkey al nivel del 5% de significancia, finalmente se aplicó el análisis de componentes principales. Se utilizó el paquete estadístico SAS versión 8.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados más significativos ordenados según la naturaleza de las cuestiones planteadas y al final se describen gráficamente. Se hace referencia a dos poblaciones: Una perteneciente a la metódica continua de intensidad variable (grupo experimental) y otra a la metódica continua de intensidad constante (grupo control).

A. Metódica continua de intensidad variable

Los participantes de este grupo, 4 mujeres y 4 hombres, acumularon un promedio de gasto energético neto de 42.069 Kcal, tras ejecutar un promedio de 78.7 sesiones de ejercicio físico de RADGLD en un período de 24 semanas (8 semanas en la fase de acondicionamiento y 16 semanas correspondientes a la fase de mantenimiento), con un promedio de gasto energético neto por sesión de 430.3 Kcal entre el primer

momento (inicio) y segundo momento del programa (control realizado a las 18 semanas de iniciado el trabajo) y de 682.2 Kcal entre el segundo y el tercer momento del mismo (control realizado al final de las 24 semanas de trabajo). En cuanto al porcentaje de grasa corporal actual (PGCA), en este grupo se presentaron durante todo el estudio, diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), destacándose que todos los pliegues cutáneos (PC) valorados disminuyeron durante las primeras 18 semanas y en las siguientes 6 semanas hubo una tendencia a la estabilización (Véase el Cuadro 1). No obstante, los PC tricípital, suprailíaco y muslo presentaron diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Cuadro I Medias y desviaciones estándar del porcentaje de grasa corporal actual y de los pliegues cutáneos "grupo experimental". a: No diferencia ($p > 0.05$) b: diferencias ($p < 0.05$).

Variable	Momento 1	Momento 2	Momento 3
% de grasa	39.62 ± 2.19 a	32.72 ± 2.70 b	32.32 ± 2.65 b
Tricípital (mm)	25.75 ± 5.37 a	14.00 ± 6.05 b	12.00 ± 3.36 b
Suprailíaco (mm)	54.25 ± 12.89 a	28.50 ± 11.38 b	30.25 ± 8.18 b
Subescapular (mm)	30.75 ± 9.91 a	26.50 ± 11.8 a	25.00 ± 12.08 a
Bicípital (mm)	10.00 ± 3.36 a	7.00 ± 2.70 a	7.00 ± 2.70 a
Pecho (mm)	30.00 ± 11.66 a	16.50 ± 7.54 a	15.50 ± 7.76 a
Medio Axilar (mm)	37.00 ± 9.20 a	24.50 ± 8.66 a	23.50 ± 8.10 a
Abdominal (mm)	56.00 ± 12.93 a	35.00 ± 9.34 a	34.75 ± 11.17 a
Muslo (mm)	47.25 ± 8.50 a	28.00 ± 6.27 b	26.75 ± 6.18 b

Durante las primeras 18 semanas del estudio se encontró que la masa corporal, la masa grasa, el Índice de Masa Corporal (IMC) y el perímetro de cintura disminuyeron y la masa magra se incrementó, y durante las siguientes 6 semanas dichos parámetros se estabilizaron, sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) (Véase el Cuadro 2).

Cuadro II Medias y desviaciones estándar de la masa corporal, masa grasa, y masa magra, IMC y perímetro de cintura "grupo experimental". a: No diferencia ($p > 0.05$).

Variable	Momento 1	Momento 2	Momento 3
Masa corporal (Kg)	67.82 ± 20.67 a	64.02 ± 18.94 a	63.95 ± 19.37 a
Masa grasa (Kg)	27.00 ± 9.13 a	21.24 ± 7.99 a	20.95 ± 8.21 a
Masa magra (Kg)	40.82 ± 11.59 a	42.78 ± 11.10 a	42.97 ± 11.19 a
IMC (Kg/m ²)	26.30 ± 3.67 a	24.80 ± 3.13 a	24.77 ± 3.27 a
Perímetro de cintura (cm)	86.32 ± 15.51 a	81.50 ± 12.71 a	81.00 ± 12.90 a

Se presentaron disminuciones durante todo el estudio en los valores promedio de ayuno de las siguientes variables bioquímicas: glicemia, triglicéridos, colesterol total, LDLc, VLDLc y en los índices arteriales CT/HDLc y LDLc/HDLc. Asimismo, se encontró incremento en el valor medio de HDLc durante las primeras 18 semanas y en las siguientes 6 semanas hubo una tendencia a la estabilización (Véase el Cuadro 3). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en estos parámetros.

Cuadro III Medias y desviaciones estándar de la glicemia y del perfil lipídico "grupo experimental".
a: No diferencia ($p > 0.05$).

Variable	Momento 1	Momento 2	Momento 3
Glicemia (mg/dl)	91.25 ± 6.70 a	89.00 ± 8.52 a	86.25 ± 8.18 a
Triglicéridos (mg/dl)	112.00 ± 53.03 a	106.00 ± 43.11 a	92.00 ± 58.57 a
Colesterol total (mg/dl)	193.00 ± 39.94 a	195.00 ± 33.16 a	182.25 ± 30.29 a
LDLc (mg/dl)	125.00 ± 32.95 a	123.75 ± 26.80 a	112.00 ± 21.83 a
VLDLc (mg/dl)	22.25 ± 10.37 a	21.25 ± 9.39 a	18.25 ± 11.98 a
CT/HDLc	4.38 ± 0.85 a	4.00 ± 0.81 a	3.8 ± 0.87 a
LDLc/HDLc	2.82 ± 0.54 a	2.5 ± 0.61 a	2.37 ± 0.47 a
HDLc (mg/dl)	45.75 ± 14.99 a	50.00 ± 11.80 a	50.25 ± 12.89 a

Respecto al VO_2 máx. y al umbral de lactato se presentaron mejoras para ambas variables durante las primeras 18 semanas del estudio y en las siguientes 6 semanas el VO_2 máx. tuvo una tendencia a estabilizarse, mientras que el umbral de lactato siguió presentando mejoras (Véase el Cuadro 4). Sólo para este último parámetro se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) durante todo el estudio.

En cuanto a la TA en reposo se presentaron disminuciones tanto en las cifras diastólicas como sistólicas al final del

Cuadro IV Medias y desviaciones estándar del VO_2 máx. y del umbral de lactato "grupo experimental".
a: No diferencia ($p > 0.05$)
b: diferencias ($p < 0.05$).

Variable	Momento 1	Momento 2	Momento 3
VO_2 máx. (ml.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	32.71 ± 3.25 a	40.65 ± 4.62 a	41.22 ± 5.83 a
Umbral de lactato % VO_2 máx. (ml.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	56.00% (19.99)	66.25% (26.91)	72.25% (31.8)
	± 2.82 a	± 6.23 b	± 5.50 b

Cuadro V Medias y desviaciones estándar de la tensión arterial sistólica y diastólica y frecuencia cardiaca en reposo "grupo experimental".
a: No diferencia ($p > 0.05$)
b: diferencias ($p < 0.05$).

Variable	Momento 1	Momento 2	Momento 3
Tensión arterial sistólica (mmHg)	107.50 ± 9.57 a	No control	92.50 ± 5.00 b
Tensión arterial diastólica (mmHg)	65.00 ± 5.77 a	No control	62.50 ± 5.00 a
Frecuencia cardiaca en reposo (p/min)	83.00 ± 5.03 a	70.25 ± 4.64 b	65.75 ± 5.90 b

estudio, pero sólo se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) para este último parámetro. Asimismo, hubo reducciones de la FC en reposo al final de los diferentes momentos (Véase el Cuadro 5), las cuales fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

B. Metodica continua de intensidad constante

Los participantes de este grupo, 6 mujeres, acumularon un promedio de gasto energético neto de 35956 Kcal, tras ejecutar un promedio de 81 sesiones de ejercicio físico de RADGLD en un periodo de 24 semanas (8 semanas en la fase de acondicionamiento y 16 semanas correspondientes a la fase de mantenimiento), con un promedio de gasto energético neto por sesión de 371.8 Kcal entre el primer momento (inicio) y segundo momento del programa (control realizado a las 18 semanas de iniciado el trabajo) y de

Cuadro VI Medias y desviaciones estándar del porcentaje de grasa y de los pliegues cutáneos "grupo control". a: No diferencia ($p > 0.05$)
b: diferencias ($p < 0.05$).

Variable	Momento 1	Momento 2	Momento 3
% de grasa	44.26 ± 2.80 a	38.46 ± 5.23 a	36.86 ± 3.77 a
Tricipital (mm)	22.66 ± 3.50 a	18.66 ± 2.51 a	18.00 ± 2.64 a
Suprailíaco (mm)	64.66 ± 8.70 a	33.33 ± 4.50 b	32.33 ± 3.05 b
Subescapular (mm)	40.66 ± 6.80 a	26.66 ± 1.15 a	26.00 ± 0.00 b
Bicipital (mm)	16.00 ± 4.00 a	10.33 ± 2.51 a	9.33 ± 3.05 a
Pecho (mm)	36.66 ± 8.02 a	19.00 ± 6.24 a	20.33 ± 7.23 a
Medio Axilar (mm)	40.00 ± 12.76 a	25.33 ± 4.04 a	24.00 ± 3.46 a
Abdominal (mm)	71.66 ± 17.55 a	33.66 ± 1.52 b	34.00 ± 5.29 b
Muslo (mm)	46.33 ± 12.34 a	25.33 ± 0.57 b	25.66 ± 4.50 b

562.3 Kcal entre el segundo y el tercer momento del mismo (control realizado al final de las 24 semanas de trabajo). En cuanto al PGCA, en este grupo no se presentaron variaciones estadísticamente significativas durante el estudio, sin embargo todos los PC valorados disminuyeron durante las primeras 18 semanas y en las siguientes 6 semanas tuvieron una tendencia a la estabilización (Véase el Cuadro 6). No obstante, los PC subescapular, suprailíaco, abdomen y muslo presentaron diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

La masa corporal, la masa grasa, el IMC y el perímetro de cintura disminuyeron. Por otra parte, se encontró incremento en la masa magra. Lo anterior se presentó durante las primeras 18 semanas del estudio y en las siguientes 6 semanas dichos parámetros se estabilizaron, sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en ninguna de las variables mencionadas (Véase el Cuadro 7).

Cuadro VII

Medias y desviaciones estándar de la masa corporal, masa grasa, IMC y perímetro de cintura "grupo control". a: No diferencia ($p > 0.05$).

Variable	Momento 1	Momento 2	Momento 3
Masa corporal (Kg)	58.33 ±5.59 a	55.93±6.78 a	56.03±15.00 a
Masa grasa (Kg)	25.65±4.02 a	21.03±4.04 a	20.89± 4.83 a
Masa magra (Kg)	32.67±2.08 a	34.89±3.23 a	35.17±3.23 a
IMC (Kg/m ²)	27.86±4.30 a	24.56±2.07 a	24.63±2.34 a
Perímetro de cintura (cm)	81.10±1.21 a	77.00±2.64 a	77.66±5.50 a

El comportamiento de las diferentes variables bioquímicas fue el siguiente: La glicemia y la HDLc disminuyeron durante las primeras 18 semanas y en las siguientes 6 semanas presentaron un incremento; los triglicéridos, las VLDLc y el colesterol total presentaron un incremento durante todo el estudio, mientras que las LDLc y los índices arteriales CT/HDLc y LDLc/HDLc, presentaron incremento durante las primeras 18 semanas y disminuyeron en las siguientes 6 semanas (Véase el Cuadro 8). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) en estas variables.

Respecto al VO₂ máx. y al umbral de lactato no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, sin embargo durante las primeras 18 semanas del programa el VO₂ máx. aumentó y en las siguientes 6 semanas disminuyó, mientras que el umbral de lactato aumentó y luego se estabilizó (Véase el Cuadro 9).

Cuadro VIII

Medias y desviaciones estándar de la glicemia y el perfil lipídico "grupo control". a: No diferencia ($p > 0.05$).

Variable	Momento 1	Momento 2	Momento 3
Glicemia (mg/dl)	84.66±1.15 a	81.33±2.08 a	83.00±4.58 a
Triglicéridos (mg/dl)	91.66±34.21 a	101.66±50.08 a	110.33±52.16 a
Colesterol total (mg/dl)	181.33±23.45 a	183.00±23.64 a	185.66±19.13 a
LDLc (mg/dl)	97.20±32.21 a	98.00±37.46 a	96.66±28.04 a
VLDLc (mg/dl)	18.46±6.61 a	20.33±10.01 a	22.33±10.26 a
CT/HDLc	2.88±0.95 a	3.00±1.12 a	2.90±0.88 a
LDLc/HDLc	1.58±0.86 a	1.66±1.07 a	1.49±0.80 a
HDL (mg/dl)	65.66±12.66 a	64.66±13.79 a	66.66±12.34 a

Cuadro IX

Medias y desviaciones estándar del VO₂ máx. y del umbral de lactato "grupo control". a: No diferencia ($p > 0.05$).

Variable	Momento 1	Momento 2	Momento 3
VO ₂ máx. (ml.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	33.30±3.96 a	40.10±1.80 a	37.92±3.68 a
Umbral de lactato %VO ₂ máx. (ml.Kg ⁻¹ .min ⁻¹)	69.66% (23.17)	78.00% (31.27)	81.66% (30.92)
	±12.34 a	±6.00 a	±6.50 a

En cuanto a la TA se presentaron disminuciones tanto en las cifras diastólicas como sistólicas al final del estudio, pero solo se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) para este último parámetro. Además, hubo reducción de la FC en reposo al final de los diferentes momentos (Véase el Cuadro 10), las cuales fueron estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

Cuadro X

Medias y desviaciones estándar de la tensión arterial sistólica y diastólica y frecuencia cardíaca en reposo "grupo control". a: No diferencia ($p > 0.05$) b: diferencias ($p < 0.05$).

Variable	Momento 1	Momento 2	Momento 3
Tensión arterial sistólica (mm/Hg)	110.00±0.0 a	No control	96.66±5.77 b
Tensión arterial diastólica (mmHg)	73.33±5.77 a	No control	70.00±10.00 a
Frecuencia cardíaca en reposo(p/min)	76.66±5.03 a	68.66±2.30 b	64.66±1.15 b

Figura I Relación gasto energético neto por momentos y porcentaje de grasa "grupo experimental"

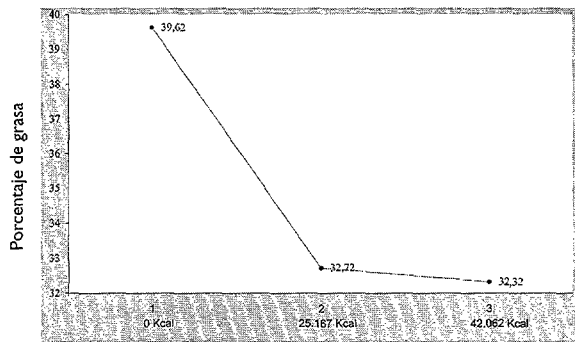


Figura II Relación gasto energético neto por momentos y porcentaje de grasa "grupo control"

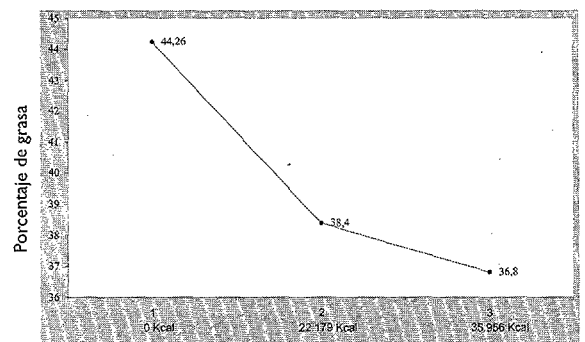


Figura III Relación gasto energético neto por momentos y pliegues cutáneos "grupo experimental"

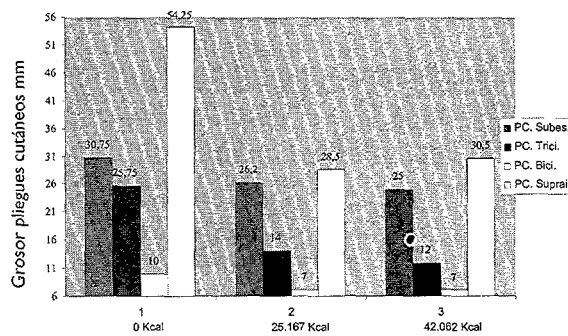


Figura IV Relación gasto energético neto por momentos y pliegues cutáneos "grupo control"

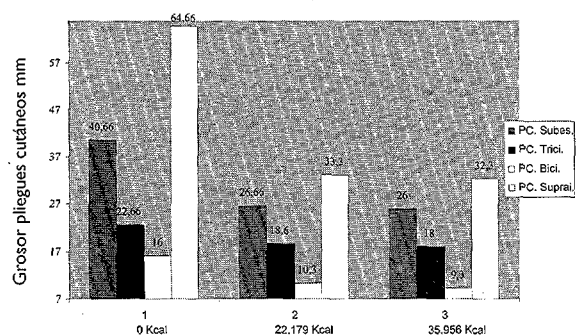


Figura V Relación gasto energético neto por momentos y pliegues cutáneos "grupo experimental"

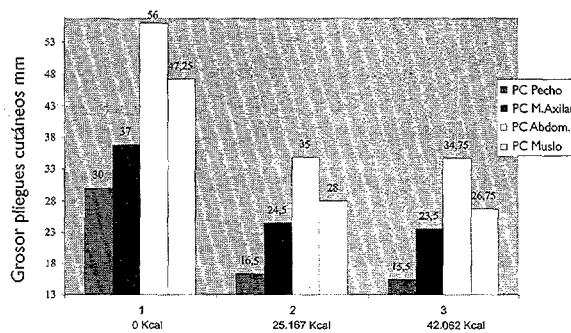


Figura VI Relación gasto energético neto por momentos y pliegues cutáneos "grupo control"

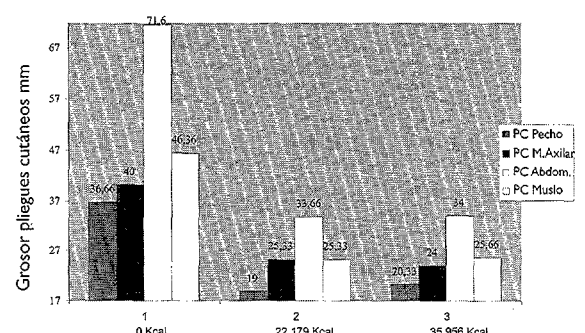


Figura VII Relación gasto energético neto por momentos, masa corporal, masa magra y masa grasa "grupo experimental"

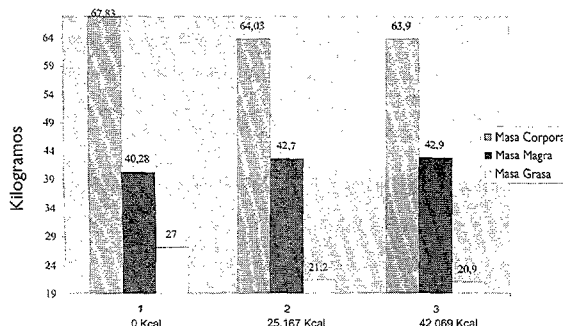


Figura VIII Relación gasto energético neto por momentos, masa corporal, masa magra y masa grasa "grupo control"

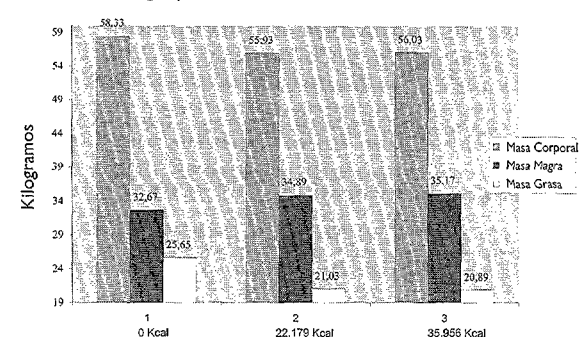


Figura IX Relación gasto energético neto por momentos e índice de masa corporal "grupo experimental"

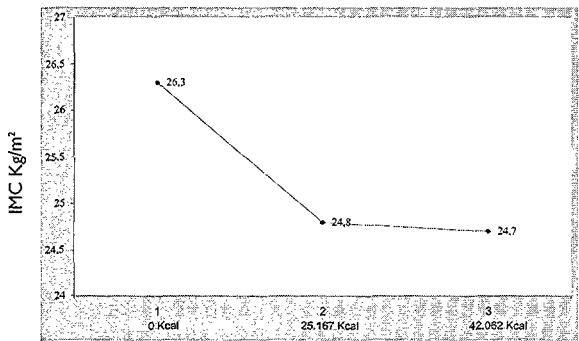


Figura X Relación gasto energético neto por momentos e índice de masa corporal "grupo control"

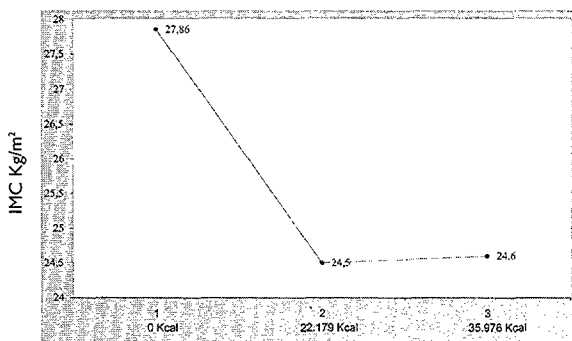


Figura XI Relación gasto energético neto por momentos y perímetro de cintura "grupo experimental"

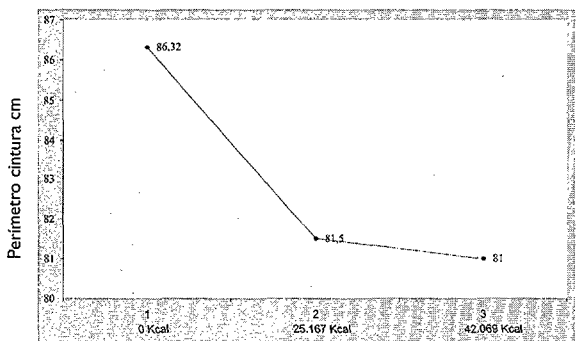


Figura XII Relación gasto energético neto por momentos y perímetro de cintura "grupo control"

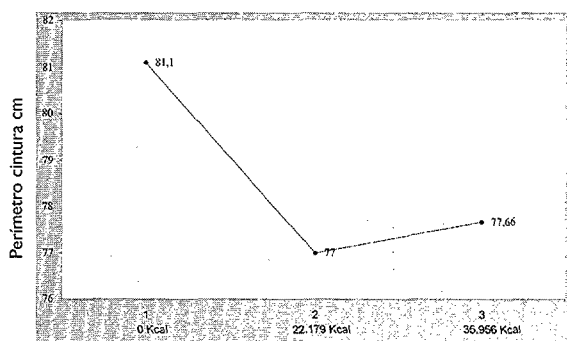


Figura XIII Relación gasto energético neto por momentos y glicemia "grupo experimental"

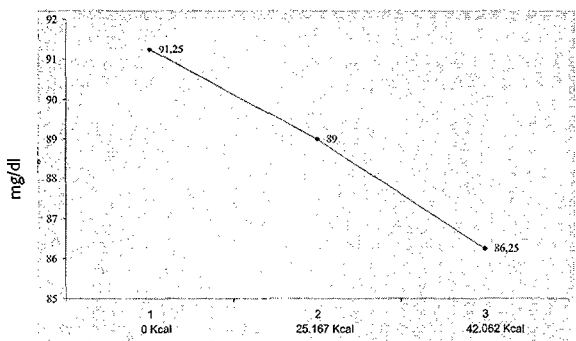


Figura XIV Relación gasto energético neto por momentos y glicemia "grupo control"

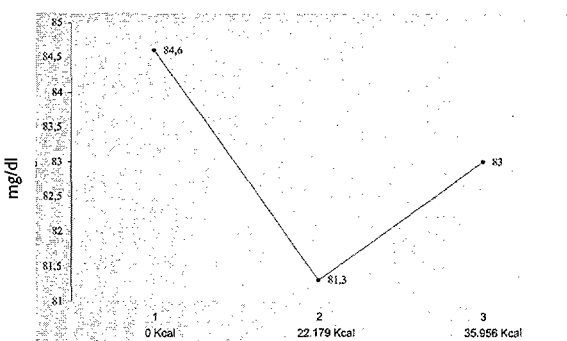


Figura XV Relación gasto energético neto por momentos y perfil lipoproteico "grupo experimental"

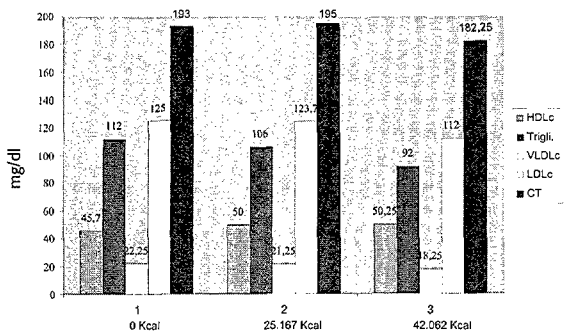


Figura XVI Relación gasto energético neto por momentos y perfil lipoproteico "grupo control"

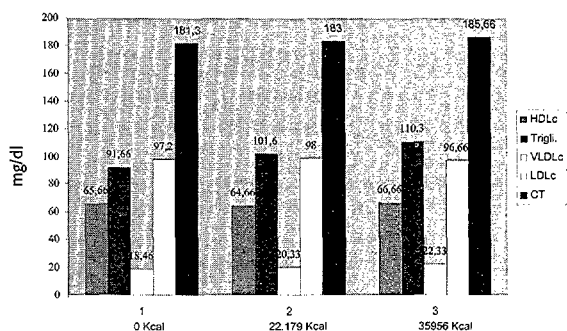


Figura XVII Relación gasto energético neto por momentos e índices arteriales CT/HDLc y LDLc/HDLc "grupo experimental"

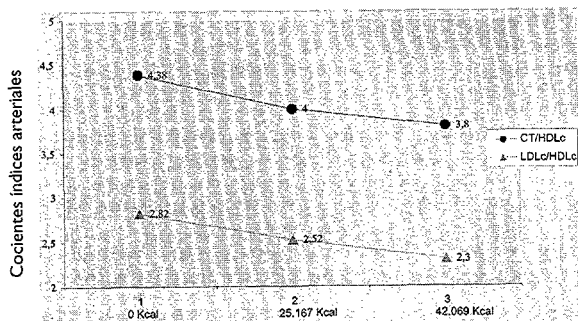


Figura XVIII Relación gasto energético neto por momentos e índices arteriales CT/HDLc y LDLc/HDLc "grupo control"

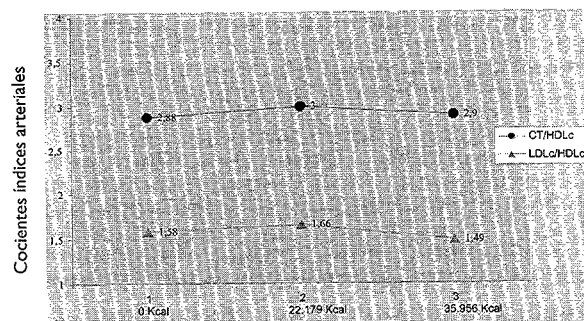


Figura XIX Relación gasto energético neto por momentos, VO₂ máx. y umbral de lactato "grupo experimental"

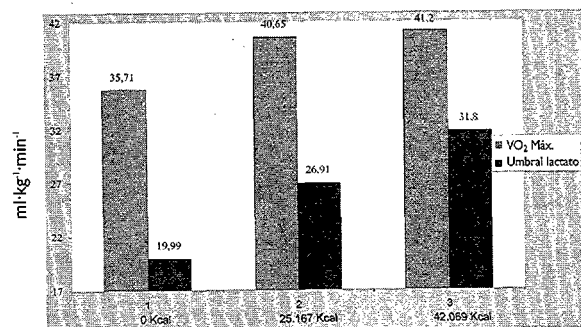


Figura XX Relación gasto energético neto por momentos, VO₂ máx. y umbral de lactato "grupo control"

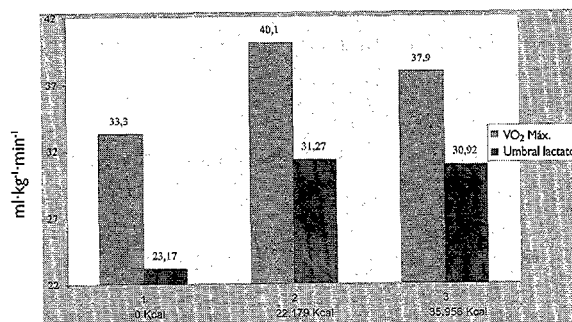


Figura XXI Relación gasto energético neto por momentos y tensión arterial "grupo experimental"

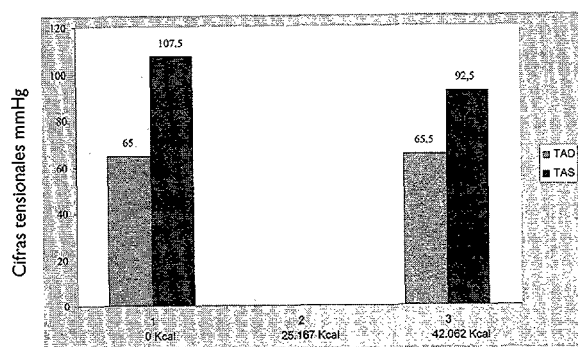


Figura XXII Relación gasto energético neto por momentos y tensión arterial "grupo control"

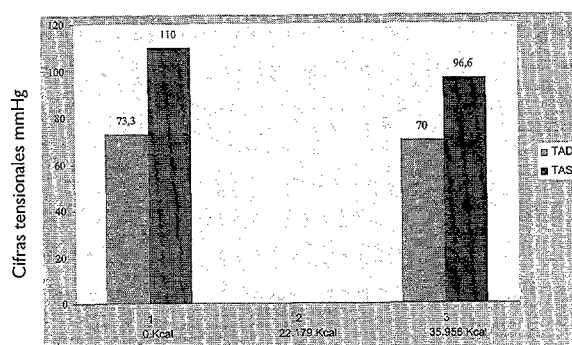


Figura XXIII Relación gasto energético neto por momentos y frecuencia cardíaca "grupo experimental"

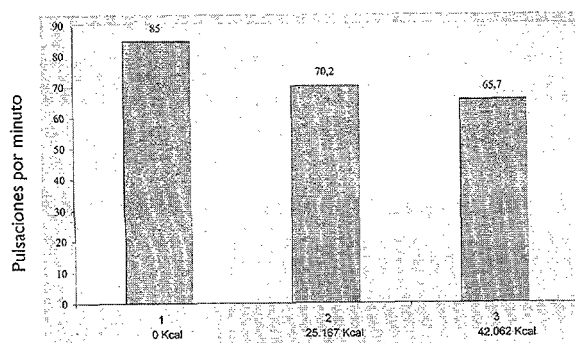
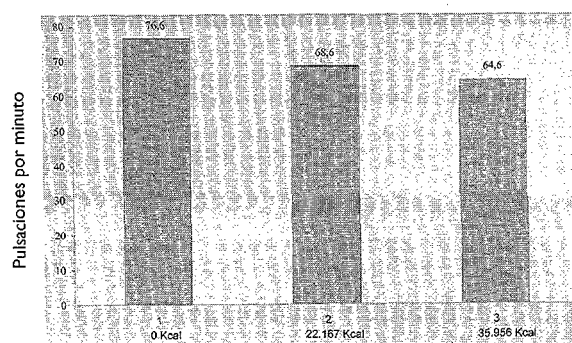


Figura XXIV Relación gasto energético neto por momentos y frecuencia cardíaca "grupo control"



DISCUSION

El estudio demuestra que la MCIV como la MCIC, permiten reducciones en el exceso del PGCA, pero solamente la primera logra disminuciones estadísticamente significativas de dicho parámetro. Asimismo, ambas metódicas permiten reducir el grosor de los distintos PC, no obstante, presentan impactos diferentes sobre los lugares anatómicos donde se midieron éstos (Véase los Cuadros 1 y 6). Lo anterior, podría presentarse por la mayor cantidad de kilocalorías gastadas por semana mediante la MCIV, aproximadamente 58.2 kilocalorías semanales de más durante las primeras 18 semanas y 119.9 kilocalorías semanales de más en las siguientes 6 semanas del programa de ejercicios físicos y por la contribución de los mayores gastos energéticos promedios alcanzados por los hombres (61463 Kcal) que integraban el grupo experimental, el cual además estaba constituido por mujeres, en comparación con los gastos energéticos promedios (35956 Kcal) alcanzados por los integrantes del grupo control conformado solamente por mujeres. Las reducciones se presentan principalmente durante las primeras 18 semanas del programa, ya que en las siguientes 6 semanas hubo una tendencia a la estabilización. Esto concuerda con otras investigaciones reportadas en la literatura (Ross y Janssen, 2001; Ballor, 1996).

Por otra parte se encuentra que los PC que tenían un grosor muy elevado al inicio del estudio, son los que más se reducen tanto en los hombres como en las mujeres. En razón de lo señalado, en el tronco disminuyen más los pliegues cutáneos de la región abdominal que los de la torácica. Así mismo, en los miembros inferiores disminuye más el grosor del PC que los de los miembros superiores. Sin embargo, como ha sido señalado en los resultados, el pliegue tricípital en el grupo experimental (Véase el Cuadro 1) y el subescapular en el grupo control (Véase el Cuadro 2), presentan variaciones estadísticamente significativas (Pritchard, 1997).

Es importante destacar que ambas metódicas modifican la composición corporal, ya que disminuyen la masa corporal y la masa grasa e incrementan la masa magra. Sin embargo, cabe resaltar que la MCIV presenta un mayor impacto, pues disminuye más la masa corporal y la masa grasa (3.48 Kg y 6.1 Kg respectivamente) frente a las reducciones que ocasiona la MCIC en estas dos variables (2.3 Kg y 4.73 Kg respectivamente).

Los resultados obtenidos sustentan que cuando se alcanzan 4 sesiones de entrenamiento de ejercicios físicos de RADGLD por semana, en las que se ejecute al inicio de la parte principal de la sesión intensidades de esfuerzo bajas durante 10-15 minutos con el propósito de alcanzar un ritmo estable del VO_2 , posteriormente se incremente el trabajo

a intensidades de esfuerzos lo más cercanas posibles al estado estable del lactato sin llegar a sobrepasarlo durante aproximadamente 45 minutos, como estrategia para que los depósitos de glucógeno disponibles se depleten al máximo, y finalmente se realicen esfuerzos de intensidades bajas en los últimos 45 minutos o más, para que disminuyan las concentraciones de lactato existentes y se libere una mayor cantidad de ácidos grasos libres (AGL) desde el tejido adiposo hacia el torrente sanguíneo, la musculatura activa durante este último período utiliza una mayor cantidad de AGL como sustrato energético principal; ya que cuando se realizan durante toda la parte principal de la sesión intensidades de esfuerzo constantes, entre bajas y moderadas, no se alcanzan las condiciones metabólicas que posibilitan la utilización de AGL en forma significativa, por ello la MCIV propicia una mayor reducción del PGCA y por ende de las masas grasa y corporal. Esto concuerda con lo enunciado en la monografía "Programas de ejercicios físico-motrices orientados hacia la reducción del exceso de masa grasa" (Escobar, 1999).

Respecto a la masa magra también se obtiene un poco más de incremento con la MCIV. Esto es debido a la mayor intensidad de esfuerzo efectuada al inicio de la parte principal de la sesión mediante esta metódica, lo cual concuerda con otros estudios reportados que señalan que la realización de ejercicios de RADGLD genera un mayor aumento de masa magra cuando el trabajo es más intenso (Ballor, 1996; Grediagin, 1995).

El IMC en ambos grupos se encontraba al inicio del estudio en la categoría de riesgo bajo, no obstante, los valores disminuyen más durante las primeras 18 semanas en el grupo control que en el experimental, debido a que sus integrantes presentaban unos valores mayores al inicio. Durante las siguientes 6 semanas este parámetro se estabilizó en los dos grupos. A pesar de lo anterior, ambos grupos logran un IMC semejante al final del estudio, que los clasifica en la categoría de riesgo muy bajo. La otra variable antropométrica utilizada para determinar el riesgo de asociación con enfermedades metabólicas, cardiovasculares y endocrinas que se presentan en las personas de mayor edad, con exceso de masa grasa y estilos de vida sedentarios, fue el perímetro de cintura, el cual no indicaba riesgo durante ningún momento del estudio. Este parámetro presentó disminuciones en ambos grupos durante las primeras 18 semanas y en las siguientes 6 semanas el comportamiento de la variable fue diferente, ya que en el grupo control se estabilizó y en el experimental continuó reduciéndose. Dos son las posibles causas de estas modificaciones, el mayor incremento de catecolaminas generado por la MCIV durante la parte principal de la se-

sión y la mayor actividad metabólica de los depósitos de tejido adiposo visceral de los hombres que integraban el grupo experimental, sexo que por tener un más alto número de receptores adrenérgicos presenta una mayor lipólisis como respuesta al esfuerzo físico. Los resultados encontrados concuerdan con los del estudio realizado por Williams (1997), quien manifiesta que hay una relación directa entre las reducciones del valor del IMC y el perímetro de cintura con una mayor cantidad de trabajo físico por semana.

Los valores de glicemia en ayunas disminuyeron durante las primeras 18 semanas del programa de ejercicio físico en ambos grupos, siendo más notables las reducciones en el grupo control que en el experimental. Estas modificaciones se presentan debido a una mayor concentración y actividad de los GLUT-4 que capturan más glucosa por parte de la musculatura activa, con lo que consecuentemente disminuye la resistencia a la insulina, aspecto que presenta una relación directa con el incremento del gasto energético, según investigaciones recientes (Haskell, 2001). No obstante, en las 6 semanas siguientes del estudio, los valores de glicemia en ayunas presentaron una discreta elevación en el grupo que realizaba el ejercicio físico empleando la MCIC, mientras que en el grupo que se ejercitaba utilizando la MCIV, los valores de esta variable continuaron disminuyendo, como consecuencia de los mayores gastos energéticos netos alcanzados por el grupo experimental en las semanas finales del estudio.

En ambos grupos el perfil lipoprotéico al inicio del estudio se encontraba dentro de los parámetros considerados normales; los valores de HDLc se incrementaron al final del estudio, siendo superiores los aumentos alcanzados por el grupo que realizaba la MCIV. Para este grupo los incrementos se correlacionan con los descritos en otros estudios (Stefanick, 1998). Por otra parte, los valores de los triglicéridos disminuyeron solo en el grupo experimental en un 17.8%, datos muy cercanos a los rangos encontrados en atletas de RADGLD después de participar en programas de entrenamiento (Thompson, 2001). Concomitantemente a las variaciones anteriores disminuyeron las VLDLc. Estas modificaciones encontradas son debidas a la mayor liberación de AGL desde el tejido adiposo hacia el torrente sanguíneo y la consecuente utilización de éstos por la musculatura activa durante el período de intensidades bajas que se ejecuta posterior al de intensidades cercanas al estado estable del lactato, cuando se realiza la MCIV. Respecto al grupo control, los triglicéridos y las VLDLc incrementaron progresivamente durante todo el estudio.

Los valores de colesterol total se incrementaron durante las primeras 18 semanas del programa en ambos grupos, en

las siguientes 6 semanas se presentaron reducciones en este parámetro en el grupo experimental mientras que en el control continuaron aumentando. Los valores de las LDLc disminuyeron a lo largo de todo el estudio en el grupo que realizaba MCIV en un 10.4%, cifras similares a las reportadas por otros estudios (Thompson, 2001), y en el que realizaba la MCIC se presentaron pequeñas fluctuaciones que permiten concluir que sus valores permanecieron estables. Tal y como se ha encontrado en otras investigaciones los resultados son inconsistentes (León y Sánchez, 2001), pero igualmente se puede deducir que los cambios que se presentan en el perfil lipoprotéico son más notables cuando los valores se encuentran elevados antes de iniciar los programas de ejercicio físico, no obstante la MCIV permite obtener adaptaciones que modifican positivamente los valores de las diferentes variables del perfil lipoprotéico.

En quienes realizaban la MCIC no se evidenciaron modificaciones en los índices arteriales CT/HDLc y LDLc/HDLc, en tanto que para el grupo que se ejercitaba utilizando la MCIV, dichos índices disminuyeron durante todo el estudio. Ambos grupos se encontraban dentro del rango considerado normal al inicio del programa, sin embargo los valores eran más elevados en el grupo experimental que en el control, aspecto que podría determinar las modificaciones presentadas en el trabajo de investigación. Cabe resaltar, que la MCIV promueve la salud y previene las enfermedades cardiocerebrovasculares en la población intervenida.

El VO_2 máx. y el umbral de lactato presentaron mejoras durante las primeras 18 semanas en los dos grupos. Sin embargo, ambos parámetros mejoraron más en el grupo que realizaba el ejercicio físico de RADGLD empleando la MCIV, debido a la mayor demanda metabólica y cardiovascular a la que eran sometidos los individuos durante la parte principal de la sesión cuando realizaban trabajos de intensidad más cercanas al estado estable del lactato que los del grupo que utilizaban la MCIC. Como consecuencia de ello, se logran adaptaciones que incrementan la rapidez a la que son liberados los AGL desde los lugares de depósito y que permiten una más elevada utilización de estos por las fibras musculares que intervienen durante el esfuerzo físico. En las últimas 6 semanas del programa de ejercicio físico en el grupo que realizaba la MCIV, el VO_2 máx. tuvo una tendencia a estabilizarse, ya que este parámetro ha agotado sus reservas adaptativas, mientras que el umbral de lactato continuó mejorando debido a las mayores intensidades que se desarrollan durante la parte principal de la sesión con dicha metodología, en tanto que en el grupo que utilizaba la MCIC, el VO_2 máx. disminuyó y el umbral de lactato se estabilizó.

Durante el estudio en ambos grupos las cifras de TA, tanto sistólicas como diastólicas, presentaron reducciones que se encuentran dentro de los rangos reportados en otras investigaciones (Fagard, 2001). Es importante mencionar que dicho comportamiento tuvo lugar a pesar de que las cifras tensionales se encontraban al inicio del programa de ejercicios físicos en la categoría óptima. No obstante, debido a los mayores gastos energéticos alcanzados por el grupo que realizaba la MCIV y a la mayor reducción de los depósitos de tejido adiposo visceral presentado por los hombres que hacían parte de este grupo, las cifras sistólicas redujeron un poco más (Stewart, 2001).

La FC disminuyó a lo largo de todo el estudio tanto en el grupo control como en el experimental. Sin embargo, en este último la reducción fue más marcada, posiblemente como consecuencia de las mayores demandas cardiovasculares exigidas por la MCIV durante la parte principal de la sesión, ante las cuales se presenta como adaptación una mayor actividad parasimpática y un decrecimiento de la actividad simpática en el estado de reposo.

CONCLUSIONES

- El lactato es la variable de control de intensidad de esfuerzo que se debe emplear en los programas de reducción de tejido adiposo, ya que sus concentraciones determinan la liberación de los AGL desde dicho tejido hacia el plasma y por tanto la utilización de este tipo de sustrato energético por parte de las fibras musculares de contracción lenta.
- La MCIV, es más eficiente que la MCIC para reducir el PGCA y la masa grasa e incrementar la masa magra. Asimismo, para disminuir la glicemia, los triglicéridos, la VLDLc, el colesterol total, los índices arteriales CT/HDLc y LDLc/HDLc, la TA sistólica y la FC en reposo e incrementar las HDLc y el umbral de lactato.
- La MCIV y la MCIC tienen un impacto similar en la disminución del IMC, el perímetro de la cintura, la TA diastólica y el VO₂ máx..
- Las reducciones obtenidas en el PGCA mediante el desarrollo de los programas de ejercicio físico de RADGLD, presentan una estabilización alrededor de las 16-18 semanas tanto con la MCIV como con la MCIC.

Bibliografía

- BALLOR, D. L.: "Exercise training and body composition changes". En: *Human body composition*. Champaign: Human Kinetics. 1996. p. 287-304.
- ESCOBAR M., O. O.: "El ejercicio físico como estrategia de la promoción de la salud y la prevención de enfermedades cerebrovasculares". En: *Cuadernos pedagógicos*. Medellín: N° 19 (junio 2002), p. 47 – 65.
- Programas de ejercicios físico-motrices orientados hacia la reducción del exceso de masa grasa "fundamentos fisiológicos y metodológicos". Medellín: Monografía de la especialización Educación Física "Actividad Física y Salud". Universidad de Antioquia, 1999.
- Executive summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adult (Adult Treatment Panel III). En: *JAMA*. Vol. 285, N° 19 (May 16, 2001), p. 2486-2496.
- FAGARD, R. H.: "Exercise characteristics and blood pressure response to dynamic physical training". En: *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 33, N° 6 (june, 2001), p. 484-492.
- GREDIAGIN, M. A., CODY, M., RUPP, J., BENARDOT, D. y SHERN, R.: "Exercise intensity does not effect body Composition change in untrained, moderately overfat women". En: *Journal of the American Dietetic Association*. Vol. 95, N° 6 (june, 1995), p. 661 – 665.
- HASKELL, W.: "What to look for in assessing responsiveness to exercise in a health context". En: *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 33, N° 6 (june, 2001), p. 454-458.
- LEON, A. S. y SANCHEZ, O. A.: "Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention". En: *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 33, N° 6 (june, 2001), p. 502-515.
- PRITCHARD, J. E., NOWSON, C. A. y WARK, J. D.: "A work-site program for overweight middle-aged men achieves lesser weight loss whit exercise than with dietary change". En: *Journal of the American Dietetic Association*. Vol. 97, N° 1 (January, 1997), p. 37 – 42.
- ROSS, R. y JANSSEN, I.: "Physical activity, total and regional obesity: dose-response considerations". En: *Medicine and Science in Sport and Exercise*. Lippincott Williams and Wilkins. Vol.33, N° 6 (june, 2001), p. 521 – 527.
- STEFANICK, M., MACKAY, S., SHEEHAN, M., HASKELL, W. y WOOD, P.: "Effects of diet and exercise in men and postmenopausal women with low levels of HDL cholesterol and high levels of LDL cholesterol". En: *The New England Journal of Medicine*. Vol 339, N°1(1998), p. 12-20.
- STEWART, K. J.: "Exercise and hypertension". En: *ACSM'S resource manual for guidelines for exercise testing and prescription*. Fourth edition. USA. Lippincott Williams and Wilkins. 2001. p. 287.

THOMPSON, P., CROUSE, S., GOODPASTER, B., KELLEY, D., MOYNA, N. y PESCATELLO, L.: "The acute versus the chronic response to exercise". En: *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 33, N° 6 (june, 2001), p. 438-445.

WILLIAMS P.T.: "Relationship of distance run per week to coronary heart disease risk factors in 8.283 male runners". The National Runners Health Study. *Archives International Medicine*. (1997), p. 157-191.