

Martínez-López, E.J.; Redecillas Peiró, M.T. y Moral García, J.E. (2011). Grasa corporal mediante bioimpedancia eléctrica en periodo escolar y no escolar. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 10 (41) pp. 77-94. [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista41/artgrasa204.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista41/artgrasa204.htm)

ORIGINAL

GRASA CORPORAL MEDIANTE BIOIMPEDANCIA ELÉCTRICA EN PERIODO ESCOLAR Y NO ESCOLAR

BODY FAT WITH ELECTRICAL BIOIMPEDANCE IN THE TEACHING AND NON-TEACHING PERIODS

Martínez-López, E.J.¹; Redecillas Peiró, M.T.² y Moral García, J.E.³

¹ Profesor Titular de Universidad. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal (Universidad de Jaén, España. <http://www4.ujaen.es/~emilioml/> emilioml@ujaen.es

² Diplomada en Enfermería. Máster en Investigación y Docencia en Ciencias de la Actividad Física y Salud. Hospital San Agustín – Linares (Jaén). mayteredecillas@yahoo.es

³ Lcdo. en Ciencias de la Actividad Física. Máster en Investigación y Docencia en Ciencias de la Actividad Física y Salud. josevilches68@hotmail.com

Código UNESCO: 2402.04 Composición del cuerpo

Clasificación del Consejo de Europa: 9. Cineantropometría

Recibido 10 de octubre de 2009

Aceptado 17 de mayo de 2010

RESUMEN

Se pretende conocer si existen cambios en la cantidad de grasa corporal de los adolescentes durante el tiempo escolar y no escolar. Participaron 145 adolescentes de educación secundaria. El 54,5% fueron varones y el resto mujeres, con un peso medio de $59,67 \pm 13,46$ kg. y $60,53 \pm 12,64$ kg. respectivamente. Se realizaron medidas de bioimpedancia eléctrica en tres momentos diferentes (junio-septiembre-diciembre), utilizando para la obtención de resultados finales la ecuación de ajuste de Deurenberg et al. (1991). La variabilidad de grasa corporal fue tratada con análisis de varianza (ANOVA). Se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas en la cantidad de grasa corporal de los participantes entre junio y septiembre, y junio y diciembre ($p < 0.001$) pero no entre septiembre y diciembre, con un aumento del 4,72% durante el periodo vacacional, y de sólo un 0,41% durante el periodo escolar.

PALABRAS CLAVE: Actividad física, bioimpedancia eléctrica, grasa corporal, obesidad juvenil, sobrepeso escolar.

ABSTRACT

This paper study objectives are the changes at the body fat of teenagers between the teaching and non-teaching period. 145 teenagers of two public high schools taken part in the research. 54.5% male his weight was 13.89 ± 0.80 , and the female weight was 60.53 ± 12.64 kg. Measurements of the electrical bio impedance were made at three different dates at June, September and December of 2007. The results were obtained with Deurenberg et al.'s (1991) equation. Variance analysis (ANOVA) was used for body fat variability. Statistically significant differences in the sample's body fat were found to exist between June and September, and June and December ($p < 0.001$), but not between September and December, with a body fat increase of 4.72% during the non-teaching period and 0.41% during the teaching period.

KEY WORDS: Physical activity, electric bioimpedance, body fat, juvenile obesity, school overweight.

INTRODUCCIÓN

La prevalencia de sobrepeso y obesidad en los países desarrollados ha aumentado de forma alarmante. Según se desprende de los datos de estudios epidemiológicos relacionados con la salud y la nutrición, durante el año 2000 la media de prevalencia de obesidad en la población juvenil adolescente de Estados Unidos se situaba en el 10,9%, duplicándose esta tasa (22%) respecto al sobrepeso (Ogden et al., 2002). El anterior índice expresa una tendencia creciente originada mucho antes, ya que en 1995 la prevalencia de obesidad en edades juveniles se había doblado respecto a las últimas tres décadas (Torgan, 2002; VanLandeghem, 2003).

A nivel mundial, los mayores índices de sobrepeso calculados a partir del índice de masa corporal (IMC) en adolescentes de entre 13 y 15 años se alcanzan en Groenlandia (20,7%), EEUU (18,1%) y Canadá (15,16%); y en países europeos como Malta (18,3%), España (15,1%), Grecia (14,7%), Italia (13,1%) y Portugal (12,3%). Aunque en España la máxima preocupación ocupa las edades de entre 6-12 años, con índices de obesidad del 16,1% (Serra y Aranceta, 2001), un estudio llevado a cabo por la OMS en 35 países en 2002, situó a los jóvenes adolescentes españoles en el quinto puesto de mayor prevalencia de obesidad (Mulvihill et al., 2004), con una tasa de sobrepeso de 21,5 y 11,1% en chicos y chicas respectivamente.

Hoy día, se considera a la inactividad física como uno de los factores de riesgo más importantes para incrementar el sobrepeso juvenil (McManus, 2000; Katzmarzyk, 2004; Lees and Booth, 2004; Santos, 2005), y de hecho sólo una tercera parte de la propensión hacia la obesidad actual podría ser explicada por

los factores genéticos (Speiser et al. 2005). Los resultados en los últimos años revelan que menos de la mitad de los adolescentes son físicamente activos, y que la frecuencia de la actividad física (AF) semanal baja con el avance de la edad de los sujetos, siendo la reducción más importante en las mujeres (King y Coles, 1992; Roberts et al., 2004).

Se ha comprobado también, que el excesivo incremento de peso en el adolescente es un riesgo para el aumento de la obesidad en la futura madurez (Whitaker et al., 1997), ya que la probabilidad de que un individuo obeso de 6 años llegue a la edad adulta con obesidad supera el 50% (Downey et al., (2004); y Chan et al., 2005). A su vez, el niño activo físicamente tiene una mayor probabilidad de serlo también en la madurez, manteniendo su AF durante mayor tiempo (Malina, 1996).

Ante este panorama, diferentes investigadores han llegado a responsabilizar a la escuela de la obesidad infantil y juvenil. Los motivos esgrimidos hacen referencia a la excesiva permisividad hacia el acceso a la bollería industrial y bebidas azucaradas (James et al., 2004), favorecer las actitudes sedentarias en el niño (Nader, 2003; Blasi, 2003; Levin, 2007), inadecuado diseño y dirección de los programas de intervención docente (Campbell et al., 2005; Brug et al., 2005; Martínez-López et al., 2009a), escaso apoyo administrativo y ratios elevados (McBride, 1993), y más actualmente, falta de formación específica del docente (Irwin et al., 2003) y déficit de las actitudes adecuadas en los educadores físicos hacia el alumnado obeso (Stelzer, 2005).

Un estudio llevado a cabo por Greenleaf y Weiller (2005), concluyó que el 86,7% de los docentes no se implicaba lo suficiente en el problema de la obesidad. Esta afirmación pone en entredicho el papel de la escuela en la atención hacia los problemas del niño obeso, y en el punto de mira la acción docente de los profesores de Educación Física.

A partir de las consideraciones anteriores, pretendimos conocer la variabilidad de masa grasa de los adolescentes en dos periodos diferentes: el periodo escolar y las vacaciones de verano. A estas edades la educación es obligatoria, todos los individuos están sometidos a una misma disciplina horaria, y durante el tiempo lectivo reciben la misma influencia, así como las mismas obligaciones y recomendaciones a la hora de hacer por ejemplo deberes, actividad física extraescolar, etc. Por otra parte, durante el periodo vacacional de verano los jóvenes no están sujetos a la obligatoriedad de un horario fijo diario, ni reciben una influencia común, por tanto la actuación del individuo goza de mayor libertad, aunque expuesta a múltiples variables medioambientales que no sabemos cómo pueden contribuir a provocar cambios positivos o negativos en su grasa corporal. La comparación de los dos periodos anteriores permitiría conocer si realmente durante el tiempo escolar la grasa corporal del niño aumenta, y en consecuencia a la influencia escolar podría atribuírsele parte de la responsabilidad de esta epidemia.

Se planteó como objetivo principal obtener medidas de grasa corporal mediante bioimpedancia eléctrica (BIA) durante los periodos de vacaciones de verano y escolar. El valor potencial de las medidas de BIA segmentaria, como valor de estimación de la composición corporal en niños, ya quedó demostrada en el estudio de Fuller et al., (2002). Más recientemente, Wright et al., (2008) concluyeron que BIA, como medio para estimar la masa libre de grasa, es un método rápido, indoloro, no invasivo y barato, siendo su uso muy adecuado tanto para el uso clínico como para uso de estudios en escolares.

MÉTODO

Participantes

Participaron 145 adolescentes de educación secundaria, con una edad media de $13,89 \pm 0,80$ años. El 54,5% fueron varones y el resto mujeres, con un peso medio de $59,67 \pm 13,46$ kg. y $60,53 \pm 12,64$ kg. respectivamente. El índice de masa corporal (IMC) promedio de los alumnos valorados fue de $22,86 \pm 4,30$ kg/m², y una masa grasa corporal media del $29,02 \pm 8,61\%$. Los estudiantes fueron clasificados también por normopeso (60,7%) y sobrepeso (39,3%), así como en función de su morfología, según la percepción del profesor observador, encontrando un 29% de endomorfos, 55,8% de mesomorfos, y 15,2% de ectomorfos.

La selección de los participantes se realizó al azar entre seis centros educativos ubicados en una población de 80.000 habitantes perteneciente a la Comunidad Autónoma de Andalucía. Fueron apartados del estudio aquellos individuos que manifestaron haber estado sometidos, durante el periodo vacacional de verano, a disciplinas que incluyeran cursos de repaso de actividades académicas o escolares con la consiguiente supeditación a horario similar establecido, y los que llevaron a cabo cambio u abandono del centro escolar. El experimento se realizó durante el curso 2007/08.

Para clasificar al alumnado con peso normal y sobrepeso se utilizó el IMC. Los criterios de la International Obesity Taskforce (Cole et al., 2000), el Centers of Disease Control and Prevention (Ogden et al., 2002) para el establecimiento de la prevalencia de obesidad en niños y adolescentes, y la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (Consenso SEEDO, 2000 y Aranceta et al., 2005), establecen el percentil 85 (P₈₅) como punto de corte para clasificar a los jóvenes con sobrepeso. En este estudio, se realizó una clasificación tipológica simple de los participantes, diferenciando exclusivamente los sujetos normopeso (P₈₄) de los sobrepeso (P₈₅), utilizando para ello los valores de referencia de IMC de la población infantil y juvenil española a partir del Estudio EnKid (1998/2000) en Serra y Aranceta, 2004. Más concretamente, en la Tabla 1, se muestran los puntos de corte empleados para diferenciar los individuos con sobrepeso en función del género y edad.

Sexo	Edad	IMC (P ₈₅)
Varones	13 – 13,9	23,9
	14 – 14,9	24,5
	15 – 15,9	25,1
Mujeres	13 – 13,9	22,6
	14 – 14,9	23,1
	15 – 15,9	23,6

Tabla 1. Puntos de corte para clasificación de población juvenil española con sobrepeso a partir del percentil 85. Fuente: Índice de masa corporal de la población infantil y juvenil española. Estudio EnKid 1998-2000. Datos suavizados (Serra y Aranceta, 2004).

Para la clasificación del alumnado según su morfología corporal (Sheldon, 1940), al profesorado colaborador se le instruyó convenientemente y se les mostró una serie de dibujos de hombres y mujeres que presentaban diferente morfología con objeto de que seleccionaran el que a su juicio se correspondía con cada adolescente (Fig. 1).

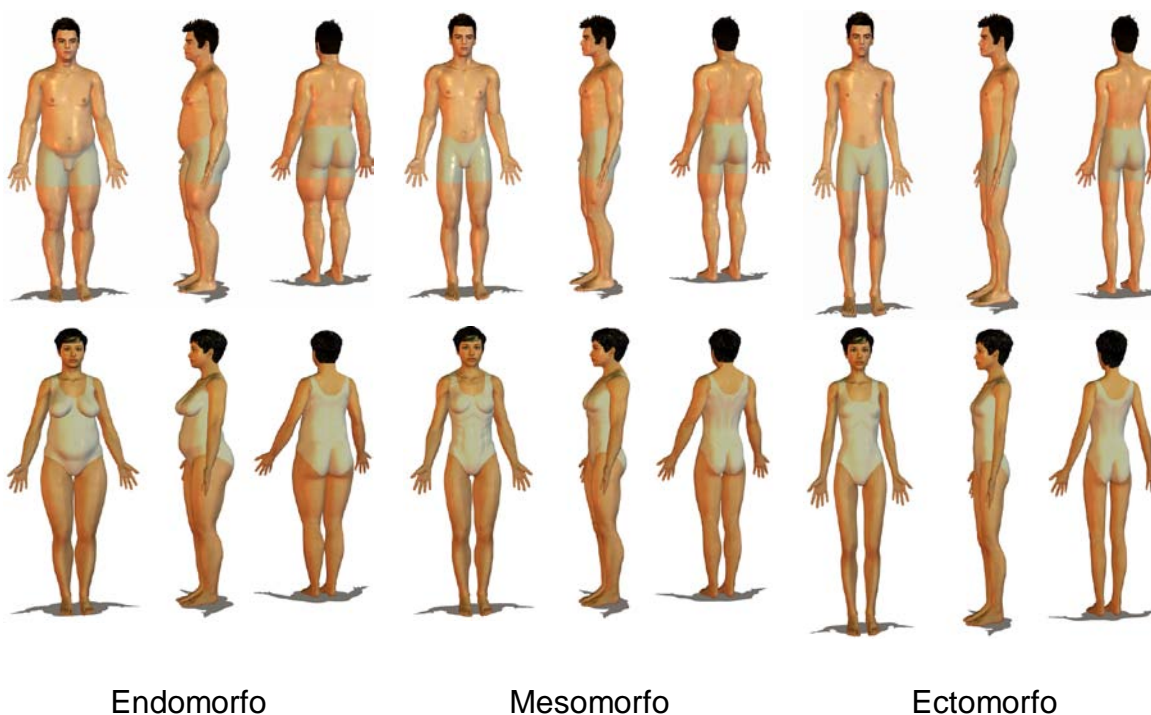


Fig. 1. Clasificación de la morfología establecida por Sheldon (1940) (elaboración propia).

Aparatos

El IMC es una medida que necesita del peso y la talla para llevar a cabo su cálculo, se utilizó báscula ASIMED tipo B - clase III, y tallímetro portátil SECA 214, ambas medidas se realizaron con el individuo descalzo y ropa ligera. El contenido de grasa y masa libre de grasa se obtuvo mediante

medidas de BIA. Se utilizó el analizador corporal tetrapolar de multifrecuencias DualSystem – SanoCare Human System, con corriente $< 1\text{M}_a$ y 7 frecuencias fijas de 1kHz hasta 150 kHz. DualSystem incluye un rango de medida entre 20 y 200 ohmios, suficientemente amplio para medir personas muy obesas, muy delgadas, incluso enfermos de todo tipo, los cuales pueden tener valores de resistencia fuera de la curva normal; además ha demostrado una precisión de la impedancia muy alta, con un error de medida casi despreciable (0,2% a 1kHz y 0,1 a 50kHz). Aunque la comprobación de la precisión del analizador se produce mediante autocalibrado, se realizaron valoraciones periódicas de comprobación cada 20 medidas, encontrándose en todos los casos dentro de la tolerancia del fabricante de la resistencia de un 1% en el valor = +/- 4,75 puntos de impedancias.

Para el ajuste de las medidas de BIA al grupo de sujetos, se ha utilizado una ecuación de regresión específica para poblaciones inferiores a 15 años, con un coeficiente de correlación del 0,97 (Deurenberg et al., 1991). La ecuación es la siguiente: $MM = 0,406 \times 10^4 \times T_2 (m) / R + 0,360 P + 5,580 T + 0,56 \text{ Sexo} - 6,48$. Con $R^2 = 0,97$, y $EEE = 1,68 \text{ kg.}$, donde MM: masa magra (kg.); T: talla (cm.); R: resistencia (ohms); P: peso (kg.); EEE: error estándar de estimación; Sexo: masculino = 1, femenino = 2; Edad: años.

Procedimiento

Cada individuo fue medido en tres ocasiones separadas por tres meses. Para evitar la contaminación de los dos periodos comparados, las medidas se llevaron a cabo en el mismo día de la tercera semana de junio (medida I) septiembre (medida II) y diciembre (medida III), es decir, justo con el comienzo del periodo vacacional de verano, comienzo escolar de septiembre, y trascurridos los tres primeros meses escolares respectivamente. La medida III tuvo carácter de control y fue decisiva para comprobar que el posible incremento de grasa corporal durante el periodo vacacional de verano (II-I) no fue debido a otros factores como por ejemplo la maduración del individuo.

En nuestra primera y segunda comunicación a padres/madres (junio y septiembre) no informamos de la subsiguiente fase de medición debido a razones de método en la investigación, la razón principal era evitar posibles modificaciones de comportamiento en los niños, por ejemplo cambios de rutinas sedentarias, de actividad física, o dieta del adolescente durante los siguientes periodos vacacional y escolar.

Todas las medidas se llevaron a cabo en dos Centros Educativos, donde se habilitaron dos salas con una camilla y el equipo de medición. Las pruebas se aplicaron en el siguiente orden: peso, talla, e impedancia eléctrica. Se contó con la autorización del Centro Escolar y el consentimiento informado a los padres y/o tutores legales de los menores. Todos los procedimientos estaban de acuerdo con la Declaración de Helsinki (2008).

En la aplicación de BIA se estableció un protocolo que incluyó la necesidad de atender a varios requisitos previos a la prueba, como no beber grandes cantidades de agua, no hacer deporte 12 horas antes, o no ingerir alcohol las 24 horas previas; así mismo, el sujeto debía desprenderse de todo objeto metálico, y fueron excluidos los alumnos/as que se encontraban en proceso de medicación. La preparación del joven en el momento del análisis partía de la posición decúbito supino sobre una camilla de superficie no metálica, cuerpo relajado, miembros extendidos, y palmas de las manos sobre la cama y cerca del cuerpo. Se utilizaron cuatro electrodos de superficie, que se colocaron en la mano y pie izquierdos y con la siguiente ubicación: un electrodo a nivel de las articulaciones metacarpofalángicas, el segundo entre las apófisis estiloides cubital y radial; el tercero a nivel de las articulaciones metatarsofalángicas y el cuarto entre los maléolos lateral y medial del tobillo. La duración media de cada prueba BIA fue de 2 minutos (Fig. 2).

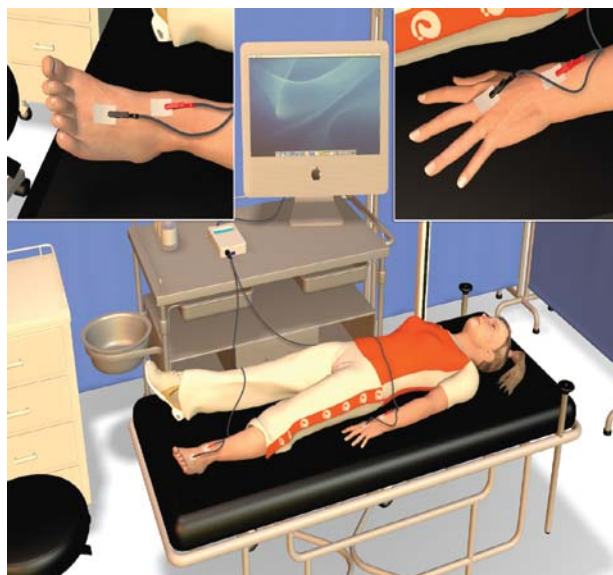


Fig. 2. Posición del cuerpo y ubicación de electrodos en la pruebas de bioimpedancia eléctrica (elaboración propia).

Variables dependientes y análisis estadístico

Se utilizó como variables dependientes las medidas de BIA (I = junio, II = septiembre, y III = diciembre) utilizando como variables independientes la tipología corporal (normopeso y sobrepeso), la edad (13,14 y 15 años), morfología percibida (endomorfo, mesomorfo, y ectomorfo) y el género. Se fijó cada una de las variables independientes, considerando prioritario ofrecer información de las interacciones relacionadas con la variable tiempo (I,II, III), y no los efectos intersujetos como por ejemplo edad * sexo ya que este análisis utiliza el promedio de I, II, III sin precisar los cambios entre las diferentes medidas en el tiempo. El análisis de medidas repetidas se realizó mediante el

Modelo Lineal General. La variabilidad de grasa corporal fue tratada con análisis de varianza (ANOVA), utilizando como ajuste del intervalo de confianza en el análisis post hoc la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS). El criterio de rechazo fue establecido en $p < 0,05$.

RESULTADOS

El análisis de los resultados de BIA, mediante la ecuación de Deurenberg et al., de las tres medidas repetidas expresó un efecto principal con diferencias significativas en I, II, III, $F(2,276) = 12,03$, media cuadrática del error (MCE) = 9,77, $p < 0,001$. De una forma más detallada, se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas en la grasa corporal de los participantes entre junio y septiembre, y junio y diciembre ($p < 0,001$) pero no entre septiembre y diciembre (Fig. 3). Se encontró un aumento de la GC del 4,72% durante el periodo vacacional, y de sólo un 0,41% durante el siguiente periodo escolar.

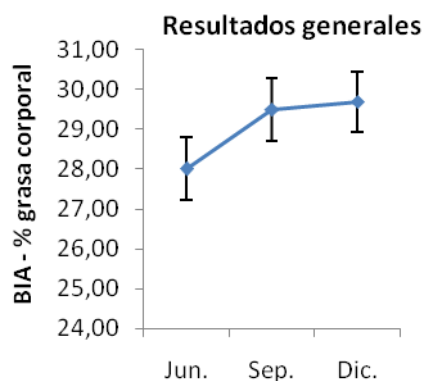


Fig. 3.- Variabilidad de grasa corporal de los adolescentes en los tres momentos temporales. Resultados generales.

El análisis de varianza por Tipología, reveló un efecto de interacción de la variable Tiempo (I, II, III) $F(2,154) = 7,71$ MCE (7,60) en los sujetos normopeso. Más detalladamente, se encontraron diferencias entre junio y septiembre ($p < 0,01$) y junio y diciembre ($p < 0,001$) pero no entre septiembre y diciembre (Fig. 4). Quedó de manifiesto que los adolescentes normopeso incrementan en mayor medida (6.9%) su porcentaje graso a lo largo del periodo vacacional, reduciéndose este hasta el -0.11% al final del periodo escolar siguiente. Este aumento estival de GC es superior al que sufren los estudiantes con sobrepeso, los cuales, aún sin ser estadísticamente significativo ($p = 0,200$), incrementaron la GC sólo un 3,20%. En los sujetos sobrepeso no se halló ninguna diferencia significativa entre medidas I, II y III ni respecto a la edad ni al sexo.

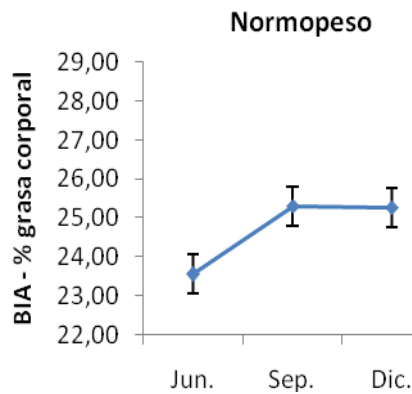


Fig. 4.- Variabilidad de grasa corporal del alumnado normopeso en los tres momentos temporales.

Con respecto al sexo, aunque hubo un aumento más acelerado de la GC durante el verano, con un 5,17 y 5,40% en chicos y chicas respectivamente, y de sólo un 0,45 y -0,14% durante el periodo escolar, las diferencias solo fueron estadísticamente significativas entre junio y diciembre, y no entre los periodos de interés (vacacional y escolar) (Tabla 2).

Con respecto a la edad, en los individuos de 14 años se encontró un efecto principal Tiempo $F(2,90) = 6,64$ (MCE = 12,24) con diferencias entre II-I y III-I (Tabla 2). En la anterior edad, se obtuvieron los mayores incrementos de grasa corporal durante el periodo vacacional (7,47%) con un aumento neto de 2,03 puntos de GC. También se halló una interacción Tiempo * Tipología $F(2,102) = 5,80$ MCE = 4.81, y más concretamente en los alumnos de 13 años normopeso ($n=37$), $F(2,70) = 6,58$ (MCE = 4,57) con diferencias significativas entre II ($25,32 \pm 7,64$) y I ($23,31 \pm 6,37$) ($p<0,01$) y entre III ($23,86 \pm 6,66$) y II ($p<0,05$). En términos porcentuales, se comprobó que el aumento de grasa durante el periodo vacacional fue más acelerado (7,9%), desapareciendo casi en su totalidad (-6,12%) durante el siguiente periodo escolar (Fig. 5).

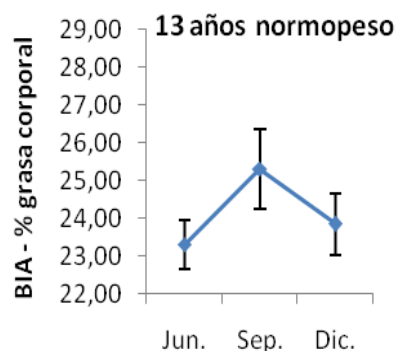


Fig. 5.- Variabilidad de grasa corporal durante los tres momentos temporales en los alumnos de 13 años normopeso.

El análisis de varianza tras segmentar la muestra en función de la morfología autopercebida, expresó diferencias significativas en los mesomorfos $F(1,75) = 21,85$ (MCE = 7,53) entre el periodo junio y septiembre, pero no entre septiembre y diciembre (Tabla 2). Se encontró que estos aumentaron un 6,49% ($p < 0,001$) su grasa corporal durante el verano, y sólo un 1,08 ($p > 0,05$) durante el posterior periodo escolar (Fig. 6). No se hallaron diferencias significativas en los sujetos endomorfos ni ectomorfos.

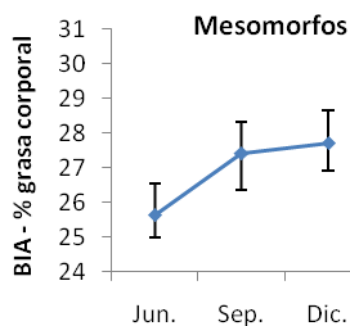


Fig. 6.- Variabilidad de grasa corporal durante los tres momentos temporales en los alumnos mesomorfos.

En la Tabla 2 se incluyen los valores promedios generales de grasa corporal con BIA y desviación estándar a partir de la ecuación de Deurenberg et al. (1991), los resultados diferenciados por género, tipología, edad y morfología, así como el diferencial de grasa corporal en cada periodo.

% Grasa corporal (BIA) (ecuación de Deurenberg et al., (1991)	JUNIO (I)		SEPTIEMBRE (II)		DICIEMBRE (III)		VARIABILIDAD DE GRASA CORPORAL		
	MEDIA	DT	MEDIA	DT	MEDIA	DT	II-I	III-II	III-I
Grasa corporal (n=145)	28,06	9,22	29,45	9,18	29,57	8,85	1,38***	0,12	1,51***
Chicos (n=78)	23,12	6,42	24,38	6,83	24,49	6,81	1,26	0,11	1,37**
Chicas (n=67)	33,97	8,60	35,91	7,61	35,77	6,90	1,93	- 0,13	1,80**
Normopeso (n=86)	23,55	7,59	25,3	7,73	25,27	7,82	1,75**	- 0,03	1,72***
Sobrepeso P ₈₅ (n=56)	34,61	7,54	35,72	7,67	36,23	5,40	1,11	0,51	1,62
13 años (n=55)	26,91	7,60	27,90	7,66	27,20	7,50	0,99	- 0,70	0,30
14 años (n=50)	25,13	8,03	27,16	7,87	27,93	7,45	2,03*	0,77	2,77**
15 años (n=37)	33,73	11,00	35,22	10,92	36,05	9,42	1,47	0,85	2,32
Endomorfos (n=42)	35,01	8,51	35,65	8,96	35,86	6,61	0,64	0,21	0,85
Mesomorfos (n=76)	25,64	7,75	27,42	7,83	27,72	8,13	1,78***	0,30	2,08***
Ectomorfos (n=21)	22,54	8,21	24,69	8,58	24,43	8,36	2,15	- 0,26	1,89

Tabla 2. Valores promedio de grasa corporal y desviación estándar a partir de bioimpedancia eléctrica. Resultados generales y diferenciados por género, tipología (normopeso, sobrepeso), edad y morfología percibida. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de bioimpedancia eléctrica obtenidos en el presente estudio expresaron un aumento acumulado de grasa corporal de los escolares de 1,51 puntos porcentuales entre los meses de junio y diciembre, de los cuales, casi la totalidad (1,38 unidades) se adquirieron durante el periodo vacacional de verano. Así mismo, se comprobó que este hecho afecta por igual a chicos y chicas, y en mayor medida a los adolescentes normopeso, que alcanzaron un incremento de GC durante el periodo vacacional de 0,58 unidades de grasa/mes frente a las -0,01 unid/mes del periodo escolar, y a los adolescentes clasificados como mesomorfos.

Aunque la gran cantidad de criterios utilizados para definir la obesidad juvenil hacen muy difícil la comparación de los diferentes estudios (Murray,

2007; Wang, 2002), los resultados expuestos anteriormente corroboraron los obtenidos por Hippel et al. (2007), donde el aumento de grasa corporal de los participantes fue mayor durante las vacaciones de verano, de hecho, aumentó dos veces más rápido que durante el periodo escolar, pasando de 0,020 unidades de IMC/mes a 0,076 durante las vacaciones de verano. No obstante, aunque el objetivo principal del anterior estudio coincide con el presente, hay también grandes diferencias ya que Hippel et al. utilizaron como medida de comparación exclusivamente el IMC, y se llevó a cabo no con adolescentes sino con niños de primera infancia.

Nuestras estimaciones de grasa corporal mediante BIA, han puesto de relieve que los sujetos con sobrepeso y características endomorfas se regulan mejor durante el verano que los adolescentes con normopeso. Este resultado es divergente con las conclusiones de Hippel et al, aunque la diferencia de edad de las muestras implican múltiples variables físicas y psicológicas que estarían por estudiar, y podrían ser clave para encontrar una explicación, ya que en las primeras edades la masa libre de grasa constituye el 85% del peso del cuerpo y varía considerablemente en la maduración (Maynard et al., 2001). Además, durante la adolescencia se producen importantes cambios corporales como aumentos considerables de grasa en unos o materia magra en otros, sin embargo no siempre se modifica la altura. Esto genera imprecisión en la interpretación del IMC que las medidas de BIA solventan ya que la estimación del índice de carne magro y grasa se ajustan al tamaño del cuerpo del individuo (Wright et al., 2008).

Para alcanzar una explicación de este hecho, sería necesario atender a variables relacionadas con las diferencias estacionales, que pueden afectar al deseo y oportunidades para la actividad física (AF) al aire libre; variaciones en el metabolismo derivadas de la temperatura ambiental; alimentación etc. También es necesario considerar la inclinación de las respuestas que el alumnado con sobrepeso realiza respecto a cuestiones relacionadas con su imagen corporal, salud y bienestar, actividad física, o sedentarismo. En cualquier caso, consideramos que la principal diferencia que separa el periodo vacacional del resto del año está determinada por la escuela y todos los condicionantes que conlleva, sobre todo la regulación de la actividad física escolar y extraescolar.

Aunque no abundan los estudios llevados a cabo sobre el papel de la Educación Física en la promoción de la AF en el niño, y menos aún en niños con sobrepeso, parece que esta repercute de forma importante y positiva en la cantidad total de AF emprendida por los niños (Edwards & Tsouros, 2006). Una experiencia llevada a cabo en periodo escolar (Roberts et al., 2004) estableció que los niveles promedio de AF durante el tiempo libre en sujetos de 11 a 15 años, tanto en EEUU como en Europa, indican una práctica de AF moderada de una hora o más durante 3,8 días a la semana. Es probable que estos niveles de práctica disminuyan sustancialmente durante el periodo vacacional de verano. El profesor de EF debe conocer que los valores de variabilidad de grasa mediante BIA pueden además servir como medio de predicción de la

cantidad de actividad física en el niño. Rennie et al. (2005) encontraron una correlación muy elevada y positiva entre la actividad física y la grasa corporal mediante BIA, así como una correlación negativa respecto a la cantidad de masa grasa.

Sin embargo, hay que añadir que aunque está ampliamente aceptado que el bajo nivel de actividad física juega un papel importante en la patogénesis de la obesidad, la realización de ejercicio físico, de forma exclusiva, no es suficiente para perder peso (Lawton, 1993; Whitaker et al., 1997), siendo más recomendable en jóvenes adolescentes una acción simultánea de dieta y ejercicio, con pérdidas de peso de entre 5 y 10% durante un periodo de 4-6 meses. La Conferencia Ministerial Europea para el estudio de la obesidad (2006), reconoció como una norma, en el estilo de vida, la dieta y la AF, incluyendo además la obligatoriedad de las administraciones para facilitar la accesibilidad a las opciones saludables en todos los individuos. Además, si se considera que el proceso de degeneración cardiovascular comienza temprano en la vida del individuo y está en relación directa con la obesidad, parece prioritario modificar el estilo de vida de estas personas cuanto antes (Hopper et al., 2005; García Lanzuela et al., 2007; Martínez-López et al., 2009b).

La adquisición más acelerada de grasa corporal de los adolescentes durante el periodo vacacional es un hallazgo que podría liberar a la influencia escolar de ser en buena medida responsable, tal y como han defendido varios autores (McBride, 1993; Nader, 2003; Blasi, 2003; Irwin et al., 2003; James et al., 2004; Campbell et al., 2005; Brug et al., 2005; Stelzer, 2005; Levin, 2007) de esta epidemia. Sin embargo, aunque consideramos que estos resultados pueden contribuir en buena medida a hacer justicia y a reforzar positivamente el trabajo realizado desde la Educación Física hacia la prevención y tratamiento del niño obeso, hay que ser cautos al interpretar los datos, sobre todo con aspectos relacionados con la fiabilidad de la medida. Por una parte, debido a la inconsistencia de los índices segmentarios, ya que estos podrían ser sólo representativos de los segmentos particulares aunque expresan valores para la composición de todo el cuerpo; la existencia de una gran variación tanto inter-individual como respecto a variables como peso o talla, etc... (Fuller et al., 2002); y la dificultad de colocar los electrodos en el sitio más adecuado (Cornish et al., 1999). Además, algunos autores coinciden en que en el método BIA, utilizando un aparato portátil, se pueden obtener un menor porcentaje de adolescentes con obesidad que cuando se compara con otras medidas como pliegues cutáneos (Hannon et al., 2006). Por otra parte, los resultados finales de BIA pueden estar mediatizados en buena medida por el tipo de ecuación utilizada. Aunque en este caso se ha empleado fórmula de Deurenberg et al (1991) por su buen ajuste a las edades de los participantes, sin embargo son muy variadas las fórmulas de uso común en investigaciones (Cordain et al., 1988; Schaefer et al., 1994; Houtkooper et al., 1996). Finalmente, al no existir una ecuación de uso universal, que pueda ser utilizada independientemente de la edad, sexo, origen étnico o estado nutricional del sujeto investigado, las mediciones de masa grasa determinadas por los diferentes aparatos de

impedanciometría bioeléctrica, podrían ser válidas tan solo para la población en que fueron obtenidas.

A pesar de estas limitaciones anteriores, también son muchos los autores que recomiendan el uso BIA para evaluar la GC en estudios epidemiológicos, considerando que esta última tiene una alta precisión, con la ventaja de no estar sujeta al error del examinador, además de ser una técnica simple, rápida y con gran aceptabilidad en niños (Tyrrell, et al, 2001; Parker et al., 2003; Meredith & Welk, 2005; Hannon et al., 2006). Además, debido a que los elevados índices de mortalidad están asociados a la proporción de GC del individuo, y no tanto a los resultados de IMC (peso/talla²), el análisis con impedanciómetro han adquirido una relevancia progresiva, demostrando su potencial en la estimación de grasa corporal en estudios con jóvenes y adolescentes.

En conclusión. Las vacaciones de verano son un periodo de riesgo serio en los adolescentes que contribuye al aumento del sobrepeso. Este acumulo de grasa corporal afecta principalmente a los individuos con peso normal y con características mesomorfas, obteniendo una mayor regulación los adolescentes con sobrepeso y los clasificados como endomorfos.

Durante el periodo escolar se produce una desaceleración del incremento de grasa corporal en los adolescentes respecto al periodo no escolar, no encontrándose diferencias en este periodo entre los miembros de ambos géneros y edades, así como en los normopeso y sobrepeso, y los clasificados en función de la morfología percibida.

Podríamos afirmar que la escuela no solo ayuda a combatir el complejo problema de la obesidad juvenil, sino que en buena medida este problema sería aún mayor si no fuera por esta.

Sin embargo, quedan aún por investigar muchos aspectos que podrían contribuir a aproximarnos a la solución real. Por ejemplo, iniciar estudios longitudinales y comparativos con nuevas fórmulas de ajuste en bioimpedancia, y medidas adicionales como IMC, pliegues cutáneos, cintura-cadera...; utilizar muestras mayores y representativas de poblaciones; obtener información, en periodos escolar y no escolar, relacionada con los comportamientos de los adolescentes, tipo de dieta, utilización del tiempo libre, prejuicios sociales percibidos, satisfacción de vida, imagen corporal, etc; y finalmente, estudios de meta análisis y revisión de acciones programadas por la administración y la educación física en los países desarrollados para combatir la obesidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blasi, M.J. (2003). A burger and fries: The increasing Dilemma of Childhood Obesity. For Parents Particularly. *Childhood Education*; 79 (5): 321-323.
- Brug, J., Oenema, A. & Ferreira, I. (2005). Theory, evidence and intervention mapping to improve behaviour nutrition and physical activity interventions. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 2, 2 Available at: <http://www.ijbnpa.org/content/2/1/22> [consulta: 16/09/2009].
- Campbell, K., Waters, E., O'Meara, S., Kelly, S. & Summerbell, C. (2005). Interventions for preventing obesity in children (review). *The Cochrane Library* (19), 11–12.
- Chan, S.C., Lam, T.H., Salili, F., Leung, G.M., Wong, D.C., Botelho, R.L. (2005). A randomized controlled trial of an individualized motivational intervention on smoking cessation for parents of sick children: A pilot study. *Applied Nursing Research* (18), 178-181.
- Cole T.J., Bellizzi M.C., Flegal K.M., Dietz W.H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal* (320), 1240–1243.
- Cornish B.H., Jacobs A., Thomas B.J., Ward L.C. (1999). Optimizing electrode sites for segmental bioimpedance measurements. *Physiological Measurement* (20), 241 – 250.
- Deurenberg P., Vander Kooy K., Leenen R., Weststrate J.A., Seidell J. (1991). Sex and age specific prediction formulas for estimating body composition from bioelectrical impedance: a cross-validation study. *International Journal of Obesity* (15), 17-25.
- Downey D.B., Von Hippel P.T., Broh B. (2004). Are schools the great equalizer? School and non-school sources of inequality in cognitive skills. *American Social Review* (69), 613-635.
- Edwards P., Tsouros A. (2006). Promoting physical activity and active living in urban environments: the role of local governments. The solid facts. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, (http://www.euro.who.int/InformationSources/Publications/Catalogue/20061115_1) [Consultado: 11/04/2008]
- Fuller N.J., Fewtrell M.S., Dewit O., Elia M. & Wells J.C.K. (2002). Segmental bioelectrical impedance analysis in children aged 8 – 12. The assessment of whole-body composition. *International Journal of Obesity* (26), 684–691.
- García Lanzuela, Y., Matute Bravo, S., Tifner, S., Gallizo Llorens, M.E. y Gil-Lacruz, M. (2007). Sedentarismo y percepción de la salud: Diferencias de género en una muestra aragonesa. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 7 (28), 344-358 <Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista28/artgenero70.htm>
- Greenleaf, C. & Weiller, K. (2005). Perceptions of Youth Obesity among Physical Educators. *Social Psychology of Education* (8), 407-423.
- Hannon J.C., Ratliffe T., Williams D.P. (2006). Agreement in Body Fat Estimates Between a Hand-Held Bioelectrical Impedance Analyzer and Skinfold Thicknesses in African American and Caucasian Adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport* (77), 4, 519–528.

- Hippel P., Powell B., Downey, D., Rowland N. (2007). The Effect of School on Overweight in Childhood: Gain in Body Mass Index During the School Year and During Summer Vacation. *Journal of Public Health* (97), 4, 696-703.
- Hopper, C.A., Munoz, K.D., Gruber B.M., & Nhuyen P.K. (2005). The Effects of a Family Fitness Program on the Physical Activity and Nutrition behaviors of Third-Grade Children. *Research Quarterly for Exercise and Sport* (76), 130-139.
- Houtkooper L.B., Lohman, T.G., Going S.B., Howell W.H. (1996). Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *The American Journal of Clinical Nutrition* (64), 436-449.
- Irwin, C.C., Symons, C.W., & Kerr, D.L. (2003). The dilemmas of obesity: How can physical educators help? *Journal of Physical Education, Recreation & Dance* (74), 33-39.
- James J., Thomas P., Cavan D., Kerr D. (2004). Preventing childhood obesity by reducing consumption of carbonated drinks: duster randomised controlled trial. *British Medical Journal* (52) 328:337.
- Katzmarzyk, P.T. (2004). Perspective: Sedentary death syndrome-Where to from here?. *Canadian Journal of Applied Physiology* (29), 4, 440-443.
- King A., Coles B. (1992). The health of Canada's youth: views and behaviours of 11, 13 and 15 year-olds from 11 countries. Ottawa, Health and Welfare Canada, 1992.
- Lawton, C.L., Burley, V.J., Wales, J.K., and Blundell, J.E. (1993). Dietary fat and appetite control in obese subjects: Weak effects on satiety. *International Journal of Obesity* (17), 409-416.
- Lees, S.J., & Booth, F.W. (2004). Sedentary death syndrome. *Canadian Journal of Applied Physiology* (29) 4, 447-460.
- Levin A. (2007). Schools are obesity zones because of marketing pressures. Available at: <http://www.medicalnewstoday.com/medicalnews.php?newsid=87166> [consulta: 09/01/2009].
- Malina R. (1996). Tracking of physical activity and physical fitness across the lifespan. *Research Quarterly for Exercise and Sport* (67) - Suppl. 3, 1-10.
- Martínez-López, E.J., Lara, A.J., Cachón, J., Rodríguez, I. (2009a). Characteristic, frequencies and type of physical exercise practiced by the adolescents. Special attention to the obese pupil. *Journal of Sport and Health Research* (1), 2, 88-100.
- Martínez-López, E.J., Lozano Fernández L.M., Zagalaz Sánchez, M.L., Romero Granados, S. (2009b). Valoración y autoconcepto del alumnado con sobrepeso. Influencia de la escuela, actitudes sedentarias y de actividad física. *Revista internacional de ciencias del deporte*, (17), 44-59.
- Maynard L.M., Wisemandle W., Roche A.F., Chumlea W.C., Guo S.S., Siervogel R.M. (2001). Childhood body composition in relation to body mass index. *Pediatrics* (107), 344-350.
- McBride, R. (1993). The TCQ-PE: An adptación of the Teacher concerns Questionnaire instrument to a physical education setting. *Journal of Teaching in Physical Education* (12), 188-196.
- McManus A. (2000). Physical activity in children: Meaning and measurement. *European Journal of Physical Education* (5), 133-147.

- Meredith, M.D., & Welk, G.J. (Eds.). (2005). *Fitnessgram/activitygram test administration manual* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mulvihill C., Németh A. & Vereecken C. (2004). Body image, weight control and body weight. In: *Young people's health in context. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study international report from the 2001/2002 survey*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2004:120–129. (Health Policy for Children and Adolescents, No.4 - <http://www.euro.who.int/Document/e82923.pdf> [consulta: 20/02/2009]).
- Murray R., Murnan J. (2008). Response to "Parents' Perceptions of Curricular Issues Affecting Children's Weight in Elementary Schools". *The Journal of School Health* (77), 5, 223.
- Nader P. (2003). Frequency and intensity of activity of third-grade children in physical education. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* (157), 185-190.
- Ogden C.L., Flegal K.M., Carroll M.D., Johnson C.L. (2002). Prevalence and trends in overweight among US children and adolescents, 1999-2000. *Journal Of the American Medical Association* (288), 1728-1732.
- Parker L., Reilly J.J., Slater C., Wells J.C., Pitsiladis. (2003). Validity of six field and laboratory methods for measurement of body composition in boys. *Obesity Research* (11), 852–858.
- Roberts C., Tynjälä J. & Komkov A. (2004). Physical activity. In: *Young people's health in context. Health Behaviour in School-aged Children (HBSC) study international report from the 2001/2002 survey*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2004:90–97. (Health Policy for Children and Adolescents, No.4 - <http://www.euro.who.int/Document/e82923.pdf> [consulta: 04/01/2008]).
- Santos Muñoz, S. (2005). La Educación Física escolar ante el problema de la obesidad y el sobrepeso. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 5 (19), 179-199 <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista19/artobesidadl0.htm>
- Schaefer F., Georgi M., Zieger A., Scharer K. (1994). Usefulness of bio-electrical impedance and skinfold measurements in predicting fat-free mass derived from total body potassium in children. *Pediatrics Research* (35), 617-624.
- Sheldon, A.W., Stevens, S.S., Tucker, W.B. (1940). *Varieties of human physique*. New York: Harpers Brothers.
- Serra L., Ribas L., Aranceta J., Perez C., Saavedra P. (2004). Epidemiología de la obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del estudio EnKid (1998-2000). En Serra L., Aranceta, J., *Obesidad infantil y juvenil. Estudio EnKid*. Barcelona. Masson.
- Serra, M. L., Aranceta, B. J. (2001). *Obesidad infantil y juvenil. Estudio EnKid (1998-2000)*. Vol. 2.- Barcelona. Masson.
- Speiser, P.W., Rudolf, M.C., Anhalt H., Camacho-Hubner, C., Chiarelli, F., Eliakim A., Freemark M. (2005). Consensus statement: childhood obesity. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* (90), 3,1871–1887.
- Stelzer J. (2005). Promoting Healthy Lifestyles: Prescriptions for Physical Educators. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance* (76), 4, 26 – 31.

- Torgan, C. (2002). Childhood obesity on the rise. <http://www.nih.gov/news/WorndonHealth/jun2002/childhoodobesity.htm> [Consulta: 10/02/2009].
- Tyrrell V.J., Richards G., Hofman P., Gillies G.F., Robinson E. & Cutreld W.S. (2001). Foot-to-foot bioelectrical impedance analysis: a valuable tool for the measurement of body composition in children. *International Journal of Obesity* (25), 273 - 278.
- VanLandeghem, K. (2003). Preventing Obesity in Youth through School-Based Efforts. NGA Center for best practices. This brief was written consultant to NGA, and prepared under a cooperative agreement with the U.S. Department of Health and Human Services, Health Resources and Services Administration, Maternal and Child Health Bureau.
- Wang, Y., Wang, J.Q. (2002). A comparison of international referentes for the assessment of child and adolescent overweight and obesity in different populations. *European Journal Clinical Nutrition* (56), 973–982.
- Whitaker, R.C., Wright, J.A., Pepe, M.S., Seidel, K.D., & Dietz, W.H. (1997). Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *New England Journal of Medicine* (337), 869-873.
- Wright C.M., Sherriff A., Ward S.C.G., McColl J.H., Reilly J.J. and Ness A.R. (2008). Development of bioelectrical impedance-derived indices of fat and fat-free mass for assessment of nutritional status in childhood. *European Journal of Clinical Nutrition* (62), 210-217.