



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

EFECTO DE VIDEOJUEGOS ACTIVOS SOBRE EL SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS CON RIESGO.

THE EFFECT OF ACTIVE VIDEOGAMES ON CHILDREN WITH RISK OF METABOLIC SYNDROME

Autor

M^acruz Navascués González

Director

Alejandro González de Agüero Lafuente. Área de
Educación Física y Deportiva.

Facultad / Escuela

Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

Fecha de presentación

11 de Junio de 2018

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido partícipes de este trabajo, especialmente a Alejandro González de Agüero por haberme guiado en su desarrollo. Gracias también a todo el equipo del grupo GENUD por la ayuda prestada y por darme la oportunidad de trabajar con ellos.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN	4
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	11
4. RESULTADOS.....	16
5. DISCUSIÓN	19
6. LIMITACIONES Y CONCLUSIONES.....	24
7. ESTUDIOS FUTUROS	25
8. BIBLIOGRAFÍA	26
9. ANEXOS	31

1. RESUMEN

Introducción: la obesidad y falta de actividad física están entre las primeras causas de muerte. Las cifras de obesidad infantil son tan alarmantes como el tiempo que pasan los niños y adolescentes delante de una pantalla. Esta condición incrementa el riesgo de padecer otras enfermedades cardiorrespiratorias y metabólicas. Para su prevención, se recomienda instaurar hábitos saludables tanto de alimentación como actividad física. Es aquí donde tienen sentido los videojuegos activos, que requieren del movimiento del jugador, y encajan perfectamente con la afición por los videojuegos y la tecnología, cada vez mayor en la población joven.

Objetivos: comprobar cómo se modifican las variables relacionadas con el síndrome metabólico, especialmente la composición corporal, en niños con sobrepeso mediante una intervención con videojuegos activos.

Métodos: 8 niños de 9-11 años durante 5 meses realizan 3 sesiones a la semana, de 30 minutos cada una, y en ellas se emplea la Nintendo *Wii U* con videojuegos de baile y deportes. Se realiza una valoración previa y otra final de composición corporal (perímetro de cintura y cadera, DXA y Bod-Pod), salto de longitud, escala de Tanner, Test con dinamometría y altura en sentado.

Resultados: Hubo mejoras significativas en la masa libre de grasa, el test de dinamometría en brazo derecho, porcentaje de grasa, densidad mineral ósea y contenido mineral óseo ($p < 0.05$).

Discusión: los resultados encontrados no pueden relacionarse con la intervención por la falta de un grupo control con el que compararse.

Abstract: The overweight and lack of physical exercise are among first causes of death. The child obesity figures are as disturbing as the time that children spend in front of a screen. This condition increases the risk of cardiovascular and metabolic diseases. It is advisable to recover healthy habits of both diet and physical exercise. At this point, active videogames make sense. The videogames require movement of player and they perfectly fit with the growing passion of videogames and technology in young population.

Aims: checking how physiological variables are modified related to metabolic syndrome and body composition in children with obesity according to an intervention with active videogames.

Methods: 8 children of 9-11 years for 5 months, carry out 3 sessions a week during 30 minutes each one and they use Nintendo Wii U with dance and sport videogames. A prior and final assessment of body composition (waist and hip perimeter, bone densitometry, and BodPod), a blood test, a long jump test, Tanner scale and height in sitting.

Results: There were significant improvements in the lean, the dynamometry test, the percentage of fat, bone mineral density and bone mineral content ($p < 0.05$).

Discussion: The results can't be related to the intervention due to the lack of a control group to compare.

Palabras claves: obesidad infantil, videojuegos activos, síndrome metabólico, actividad física, porcentaje de grasa, condición física.

2. INTRODUCCIÓN

La obesidad ha incrementado en los últimos años de forma alarmante. La OMS considera el exceso de peso, la obesidad y la falta de actividad física como factores de riesgo importantes en enfermedades no transmisibles (1). Entre éstas cabe destacar la asociación de la obesidad con el desarrollo de resistencia a la insulina, síndrome metabólico, diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares (2). Por tanto, el problema no reside únicamente en el aumento de grasa corporal sino en las enfermedades cardiovasculares y metabólicas asociadas a ello. Este hecho merece más atención cuando dicha epidemia afecta a la población infantil, siendo conocida la existencia de una alta tasa de síndrome metabólico entre adolescentes con obesidad (3), y sabiendo que la prevalencia de obesidad en esta etapa de la vida predispone a tenerla en la edad adulta (4). Además, la obesidad y sobrepeso no solo afectan a nivel físico sino que, los niños con esta condición están relacionados a problemas de bullying (5), lo que afectaría también a nivel psicosocial.

Dándole importancia al síndrome metabólico, la gran preocupación que genera es debido a que su diagnóstico es posible con presentar obesidad central y dos factores más de los 4 definidos por la Federación Internacional de Diabetes. En el 2006 establecieron los siguientes puntos de corte para su determinación (6):

- Obesidad central (medida mediante circunferencia de cintura): tiene valores específicos para cada sexo y etnia.
- Alto nivel de triglicéridos: ≥ 1.7 mmol/l (150 mg/dl).

- Bajo nivel de HDL colesterol: < 1.03 mmol/l (40 mg/dl) en hombres, < 1.29 mmol/l (50 mg/dl) en mujeres.
- Elevada presión arterial: sistólica ≥ 130 mmHg o diastólica ≥ 85 mmHg.
- Elevado nivel de glucosa en sangre en ayunas: ≥ 5.6 mmol/l (100 mg/dl).

A pesar de que estos puntos de corte son para adultos, son los mismos factores los que determinan el síndrome metabólico en adolescentes por lo que, los que ya presentan obesidad, están en riesgo de padecer dicho síndrome sino controlan adecuadamente el resto de elementos. En 2007, la misma Federación Internacional de Diabetes describió el síndrome metabólico en distintas edades, determinando que de los 6 a los 10 años no se puede diagnosticar pero si se presenta alto perímetro de cintura se debe tratar de reducir. De los 10 a los 16 años se diagnostica con perímetro de cintura \geq percentil 90 para cada edad y sexo, más dos de los 4 factores determinados anteriormente. Como no existen datos del punto de corte para esas edades, se toman los establecidos para adultos con una modificación en el colesterol HDL (< 1.03 mmol/L tanto chicas como chicos). En el caso de los mayores de 16 años, se aplican los puntos de corte para adultos. (7)

Es conocido que la actividad física reduce el riesgo de desarrollar síndrome metabólico. La mayoría de las investigaciones se centran en los factores que lo determinan, concluyendo que existen beneficios de la actividad física ante la obesidad abdominal, colesterol, presión sanguínea y resistencia a la insulina (8) . Hay que señalar que la menor prevalencia de síndrome metabólico se observa en personas que realizan actividad de alta intensidad y con una regularidad de más de dos horas semanales (9).

En relación a las razones del aumento de la obesidad infantil, habría que destacar el cambio en el estilo de vida. Los alimentos naturales han sido reemplazados por otros con más grasas, azúcares y por la bollería industrial y, la actividad física es cada vez menor debido a la urbanización, mejora de los sistemas de transporte, horarios escolares y actividades de ocio más sedentarias como el tiempo viendo la televisión, jugando a videojuegos o frente al ordenador (10, 11). Por tanto, es sobre estos factores sobre los que debemos actuar para mejorar.

Es en niños y adolescentes dónde se debe instaurar hábitos saludables y activos, tanto por la mayor facilidad para realizar cambios, como por su futura repercusión en la sociedad. Además, son éstos los que más preocupan en cuanto a las conductas sedentarias relacionadas con las tecnologías, a pesar de que no hay claras evidencias de la relación entre tiempo dedicado a videojuegos y la participación en actividad física (12).

Frente a esta relación de tecnología y sedentarismo, surgieron en el mercado una serie de videojuegos asociados a la actividad física mediante la implicación del movimiento corporal, son los conocidos como exergames o videojuegos activos. Este entretenimiento permite captar los movimientos del jugador mediante aparatos como sensores ópticos, cámaras, acelerómetros, alfombras o pantallas interactivas (12). Existen opciones muy diversas, desde juegos que imitan modalidades deportivas a otros con actividades como el baile, actividades de aventura, programas de ejercicio físico, etc. Igualmente difieren en cuanto a la intensidad y los movimientos requeridos entre cada uno de ellos, siendo principalmente de intensidad ligera y moderada (13, 14).

Esta alternativa a la actividad física y al tiempo frente el televisor, es motivo de estudios recientes en los que se sacan diversas conclusiones sobre su adherencia, su influencia en la salud, su relación con otros hábitos como los alimenticios, etc. Según Trujillo et al., este tipo de videojuegos contienen sonidos y efectos visuales que mejoran la percepción del ejercicio del usuario. Además, la parte gráfica también toma importancia, siendo los diseños de múltiples escenarios causa de la mejora en cuanto a tiempo y reincidencia de uso (15).

Lamboglia et al. en su revisión sistemática, comentó que los profesionales en el ámbito de la salud ya empiezan a emplearlos a modo de rehabilitación, ejercicio físico y educación en hábitos saludables, pudiendo ser una buena herramienta contra la obesidad infantil influyendo positivamente en un aumento de la actividad física, consumo de alimentos saludables y mayor gasto energético. A pesar de ello, reconoce que la intensidad que producen no es suficiente para cumplir con las recomendaciones de ejercicio diarias en niños, y que esta insuficiencia es visible en el 70-80% de los niños y adolescentes (16).

Entre los estudios realizados, toman importancia aquellos sobre la diferencia en la composición corporal y el gasto energético que produce el empleo de estos videojuegos frente a los tradicionales. En el estudio de Lyons et al., en el que calculan la energía gastada mediante un análisis de gases en cada juego, los resultados mostraron que los participantes con normopeso gastan más energía que los que tienen sobrepeso en el juego de simulación de baile. Siendo este tipo de juegos y los de fitness los que más gasto energético producen en comparación con otros de simulación de tocar instrumentos y

videojuegos tradicionales. Además, cabe destacar que en cuanto al disfrute percibido de cada juego, los menos activos son los que más gustaron (17).

Maddison et al realizó un estudio con 322 niños entre 10-14 años con sobrepeso y obesidad en los que la mitad realizaron una intervención y el resto fue grupo control. Los resultados mostraron que los videojuegos activos tienen efecto sobre el índice de masa corporal y la composición corporal en niños con obesidad y sobrepeso en una intervención de 24 semanas. Para ello, se animaba al grupo experimental a sustituir el tiempo dedicado a los videojuegos tradicionales a favor de los activos y evitar el tiempo de inactividad jugando a estos mismos videojuegos (18). El mismo autor determinó, en otro de sus estudios, que los videojuegos activos tienen suficiente intensidad para contribuir a la actividad física diaria recomendada dependiendo de la duración y frecuencia de juego (19).

También es de interés el programa de intervención educativa PROVITAO, que utiliza videojuegos activos y juegos motores para el tratamiento de la obesidad infantil y pretende la adquisición de hábitos saludables. La muestra se compone de 40 niños y niñas entre 8 y 12 años con obesidad. La intervención educativa consiste en impartir temas sobre alimentación y hábitos saludables y, por otro lado, se realizan las sesiones con la Wii en casa. Por el momento, la intervención ha sido satisfactoria en cuanto al programa de videojuegos activos y juegos motores y los niños tienen una respuesta positiva hacia el desarrollo del programa (11).

Como vemos, los resultados son contradictorios, tomando importancia las conclusiones obtenidas de las revisiones como la revisión sistemática y

meta-análisis de Tripette et al, que concluye diciendo que resulta difícil establecer que jugando a Wii Fit se cumplan las recomendaciones de actividad física del American College of Sports Medicine y coincide con Foley y Maddison en que no puede considerarse una estrategia para prevenir problemas cardíacos ni metabólicos en niños, debido al insuficiente incremento de actividad física y mejora de aptitud física que produce (20, 21).

De las últimas revisiones realizadas podemos sacar conclusiones como que el aumento de actividad física mediante los exergames puede suceder a corto plazo, pero no se puede afirmar a largo plazo ya que hay poca evidencia (22). A pesar de ello, estos videojuegos activos conducen a un gasto energético mayor que los tradicionales y que el tiempo sedentario viendo la televisión, siendo los juegos de simulación de baile los que más incremento de gasto energético mostraron (23).

Además, los datos sobre la efectividad de las investigaciones con videojuegos de baile en la composición corporal de los niños no son concluyentes (24).

Katja Joronen realizó recientemente una revisión sistemática sobre los efectos, no físicos, en el bienestar de los niños en la que mostraba que los exergames incrementaban el interés y disfrute por la actividad física (25). Por lo que, a pesar de que con las intervenciones puede que no se cumplan las recomendaciones de actividad, cuanto más entretenido resulte el juego, más lo realizarán y más implicación habrá, siendo más probable alcanzar el mínimo recomendado. Además, el mismo autor afirma que los videojuegos cooperativos tienen más efecto sobre la motivación y atractivo, promoviendo el juego continuo.

Por otro lado, cabe destacar que, como en toda actividad física, existe la posibilidad de sufrir lesión a consecuencia del uso continuado de la Wii. Así, ya son varios los autores que se centran en este problema. En el artículo de Beltrán-Carrillo et al. se habla de *Wiiitis* como el dolor localizado que surge por el uso intensivo de las tecnologías recreativas que llevan a repetición durante horas de un movimiento localizado en zonas concretas del cuerpo (12). Normalmente, esta patología se asocia con una tendinitis aguda en el hombro que maneja el mando o en otras zonas del cuerpo como la muñeca o el codo (26). Aunque el riesgo, ya sea por dolor muscular de aparición retardada (DOMS) o lesión aguda, todavía es desconocido, es probable que sea mayor en los juegos de deporte simulado porque, en general, no hay un entrenamiento o aptitud física adecuada. Además, los juegos permiten participar durante horas sin fatiga y con movimientos agresivos frente a poca resistencia (el mando apenas pesa 200 g), que pueden provocar tensión y edema en los músculos empleados (27). En el 2009, la revisión titulada *Wii have a problem*, nos permitió conocer cuáles eran las lesiones más comunes y los juegos más lesivos, concluyendo que las laceraciones en las manos es la lesión más típica seguida de los hematomas. También destacaba las tendinitis mencionadas anteriormente y la dislocación rotuliana conocida como “Wii Knee”. En relación a los juegos, el análisis determinó que *Wii sports* es el que se asocia con más riesgo de lesión, en concreto el juego que imita la modalidad de tenis (28). Esto tiene sentido si tenemos en cuenta que es de los que más movimiento requiere.

Como vemos, los estudios sobre exergames se centran principalmente en el gasto energético, cantidad de actividad física, modificación de la

frecuencia cardiaca y composición corporal pero, no encontramos casi nada sobre cómo influye en los factores causantes del síndrome metabólico. Es en esta línea, hacia la que se dirige la intervención mediante videojuegos de *Nintendo Wii* en niños de 9 a 11 años con sobrepeso durante 4 meses, con el fin de observar cambios en los factores considerados de riesgo para el síndrome metabólico.

Por tanto, el objetivo del presente estudio fue describir las relaciones entre la actividad realizada con *Nintendo Wii* y los factores de riesgo de síndrome metabólico en niños con obesidad. La hipótesis inicial era que se podría observar una reducción en el porcentaje corporal de los niños que participaron en la intervención.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

PARTICIPANTES

En el estudio participaron niños de los colegios de Utebo (Zaragoza). En concreto, la intervención comenzó con 8 niños con sobrepeso (7 chicos y 1 chica) de entre 9 y 11 años. Tanto los padres como los participantes fueron informados acerca de la intervención. Se excluyeron aquellos sujetos que no cumplían el rango de edad o no presentaban sobrepeso según los puntos de corte establecidos por Cole (29). El estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación del Gobierno de Aragón (CEICA, España) (C.I. PI16/0249).

MEDICIONES

Todas las mediciones se realizaron al comienzo del estudio, y al finalizar los 5 meses de intervención.

Se midieron talla y talla sentado con precisión 0,1 cm mediante un tallímetro (SECA 225, SECA, Hamburg, Germany) y el peso con precisión 0,1 kg con una balanza (SECA 861, SECA, Hamburg, Germany). El índice de masa corporal (IMC) se calculó en kilogramos de peso divididos por la talla en metros al cuadrado. Para la talla sentado se empleó un cajón antropométrico de 40 cm.

La medición de perímetro de cintura y cadera se realizó con una cinta antropométrica (Rosscraft Inc, Vancouver, Canadá), precisión 1 mm. Para ello se siguieron las recomendaciones de la Federación Internacional de Diabetes en el plano horizontal, en el punto medio entre el margen inferior de las costillas y el margen superior de la cresta ilíaca.

La tensión arterial se midió con un tensiómetro automático (M3, Omron Healthcare Europe, Holanda).

ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X (DXA)

Se obtuvieron valores de masa magra (kg), masa libre de grasa (kg), contenido mineral óseo (gr) y densidad mineral ósea (gr/cm^2) del cuerpo completo con DXA QDR-Explorer (versión pediátrica del software QDR-Explorer, Hologic Corp., software versión 12.4, Bedford, Massachusetts, EE. UU.). Fue calibrado siguiendo las indicaciones del fabricante.

MEDICIONES PLETISMOGRAFÍA POR DESPLAZAMIENTO DE AIRE

La densidad corporal total se calculó con BodPod® (Body Composition System, Life Measurement Instruments, Concord, California). Se calibró siguiendo las pautas establecidas por el fabricante. Se aplicó la ecuación Siri (30) para calcular el porcentaje de grasa.

ACTIVIDAD FÍSICA

Se registró la actividad física que realizaban mediante un acelerómetro triaxial resistente al agua (Geneactiv) que debían llevar durante 7 días seguidos. Este fue programado con 30 seg de epoch y frecuencia de muestreo 30 Hz.

El análisis y reducción de los datos obtenidos mediante acelerometría se realizó con el programa R. Se establecieron los puntos de corte según Schaefer (31) para determinar el tiempo e intensidad realizando actividad física y tiempo sedentario. Estos son 0.190, 0.314 y 0.998 g (frecuencia: 75 Hz) para sedentario, actividad moderada y actividad vigorosa, respectivamente.

MADURACIÓN SEXUAL

Se determinó el estadio de maduración sexual mediante la observación directa por parte de un médico experimentado, de acuerdo con los 5 estadios de Tanner y Whitehouse (32).

FUERZA EXTREMIDAD SUPERIOR

Se midió la fuerza isométrica máxima de los músculos flexores del antebrazo y de la mano mediante un dinamómetro digital de empuñadura ajustable (TKK 5101 Grip D, Takey, Tokio, Japón). Se realizaron 3 intentos con

cada mano, todos ellos con el codo extendido y ajustando la empuñadura en función del tamaño de la mano como indica la ecuación de España-Romero et al. (33) (Anexo 1). Se apuntaron todos los intentos en kilogramos y el valor más alto fue el empleado para los análisis.

FUERZA EXTREMIDAD INFERIOR

La prueba de fuerza explosiva máxima de tren inferior se realizó con los pies separados a la altura de los hombros. El participante debía saltar lo más lejos posible cayendo con los pies a la vez y sin apoyar otra zona del cuerpo ni dar un paso tras tocar el suelo. Se realizó 3 veces sobre una colchoneta de medida de salto de longitud graduada en centímetros (*Eveque*). La distancia mayor fue la empleada en el análisis.

ANÁLISIS DE SANGRE

Para ver los valores de aquellos factores relacionados con el síndrome metabólico, los participantes debieron aportar un análisis de sangre reciente que realizaron en su centro de salud. Se les solicitó información sobre la glucosa basal, nivel de triglicéridos y colesterol HDL.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis se empleó el programa estadístico *IBM SPSS Statistics versión 23*. Las pruebas utilizadas fueron análisis descriptivos, correlaciones bivariadas y pruebas no paramétricas para muestras emparejadas. El nivel de confianza empleado fue el 95%.

MÉTODO

La intervención se realizó 3 días por semana durante 5 meses, comenzando en diciembre y siguiendo el calendario escolar 2017/2018. Los participantes acudían por parejas a uno de los colegios de la localidad, en el cual se acondicionó el comedor y se instaló una televisión con la videoconsola *Wii U*. Los entrenamientos duraban 30 min/día, y se distribuían en dos veces por semana con videojuegos de baile (*Just Dance 2015*, *Just Dance 3*, *Just Dance 2014* o *Just Dance Disney Channel*) y, el día restante, con otro de distintas modalidades deportivas (*Wii sport* o *Sony & Mario en los JJOO*). Se establecieron algunos cambios para inducir a mayores niveles de actividad. Así, en aquellos videojuegos que maneja un solo usuario en vez de los dos a la vez, el participante que no jugaba debía estar corriendo en el sitio (*skipping*). Además, en el juego de béisbol el jugador que bateaba debía correr en el comedor una distancia de 14 metros tantas veces como bases alcanzase su *Mii* (muñeco virtual del videojuego).

A la hora de elegir los juegos, se evitaba repetir el de baile los dos días en la misma semana para que la intervención no fuese monótona.

4. RESULTADOS

En primer lugar se presentan unas tablas con los datos descriptivos de los 7 participantes que continuaron en la intervención hasta el final.

Características descriptivas de los participantes (N=7)				
	<u>PREINTERVENCIÓN</u>		<u>POSTINTERVENCIÓN</u>	
	Media	DE	Media	DE
EDAD (años)	10.0	1.1	10.56*	1.1
PESO (Kg)	47.7	6.9	48.7	7.1
TALLA (cm)	139.2	6.3	141.8*	6.1
TALLA SENTADO (cm)	110.3	3.5	111.83*	3.8

Tabla 1. DE= Desviación estándar; * = diferencias significativas ($p<0.05$).

Características de la actividad física de los participantes (N=7)		
	Media	DE
INTENSIDAD MODERADA VIGOROSA (min/sem)	476	99.7
INTENSIDAD MODERADA VIGOROSA (min/día)	68	14.2
BOUITS EN MODERADA VIGOROSA (veces/semana)	17	9.3
TIEMPO SEDENTARIO (min/sem)	8497.57	213.1
TIEMPO SEDENTARIO (min/día)	1213.9	30.4
BOUITS EN SEDENTARIO (veces/sem)	24	5.9

Tabla 2. Bouts= veces que el participante está en la intensidad durante más de 5 minutos consecutivos.

Los valores de la condición física muestran diferencias significativas en la dinamometría manual únicamente en el brazo derecho, la cual aumenta (Tabla 3; $p<0.05$). Sin embargo, no hay diferencias en la longitud de salto.

Diferencias en la condición física de los participantes (N=7)				
	<u>PREINTERVENCIÓN</u>		<u>POSTINTERVENCIÓN</u>	
	Media	DE	Media	DE
Dinamometría mano derecha (Kg)	16.1	1.33	17.5*	1.92
Dinamometría mano izquierda (Kg)	15.9	2.93	16.2	1.98
Longitud de salto (cm)	111.3	21.59	110.9	23.03

Tabla 3. DE= Desviación estándar; * = diferencias significativas ($p<0.05$)

Los resultados del análisis estadístico muestran que se dan diferencias significativas en algunos parámetros de la composición corporal. Como vemos en la Tabla 4, la masa libre de grasa aumenta mientras que el porcentaje de grasa se reduce (Tabla 4; ambas $p<0.05$). Tanto el contenido mineral óseo como la densidad mineral ósea aumentan a nivel de cuerpo entero y de la cadera. En el caso de la columna no hay diferencias significativas.

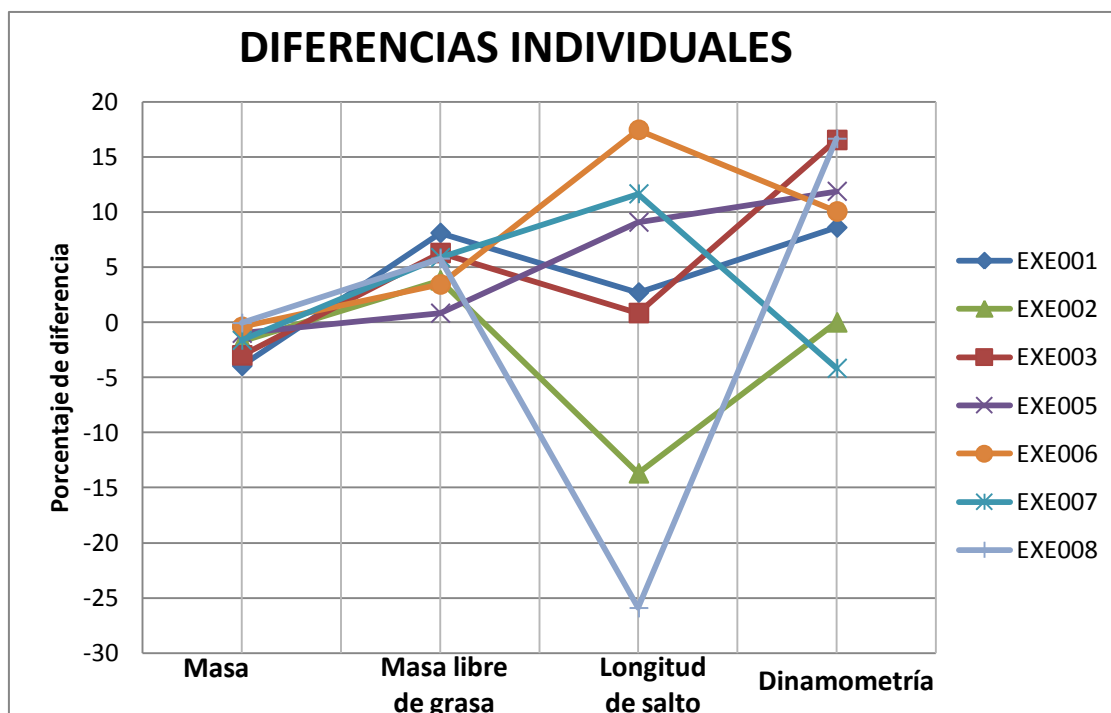
Diferencias en la composición corporal de los participantes (N=7)				
	<u>PREINTERVENCIÓN</u>		<u>POSTINTERVENCIÓN</u>	
	Media	DE	Media	DE
IMC	24.58	2.81	24.15	2.54
PERÍMETRO CINTURA (cm)	78	6.55	77.9	1.81
PERÍMETRO CADERA (cm)	85.9	2.21	86.7	2.35
MASA LIBRE DE GRASA (Kg)	24.95	2.49	26.16*	2.57
PORCENTAJE DE GRASA	41.40	2.04	39.72*	2.08
CMO (g)	807.17	124.25	848.25*	139.73
DMO (g/cm²)	0.706	0.321	0.72*	0.39

Tabla 4. DE= Desviación estándar; IMC= índice de masa corporal; CMO: contenido mineral óseo; DMO= densidad mineral ósea; * = diferencias significativas ($p<0.05$).

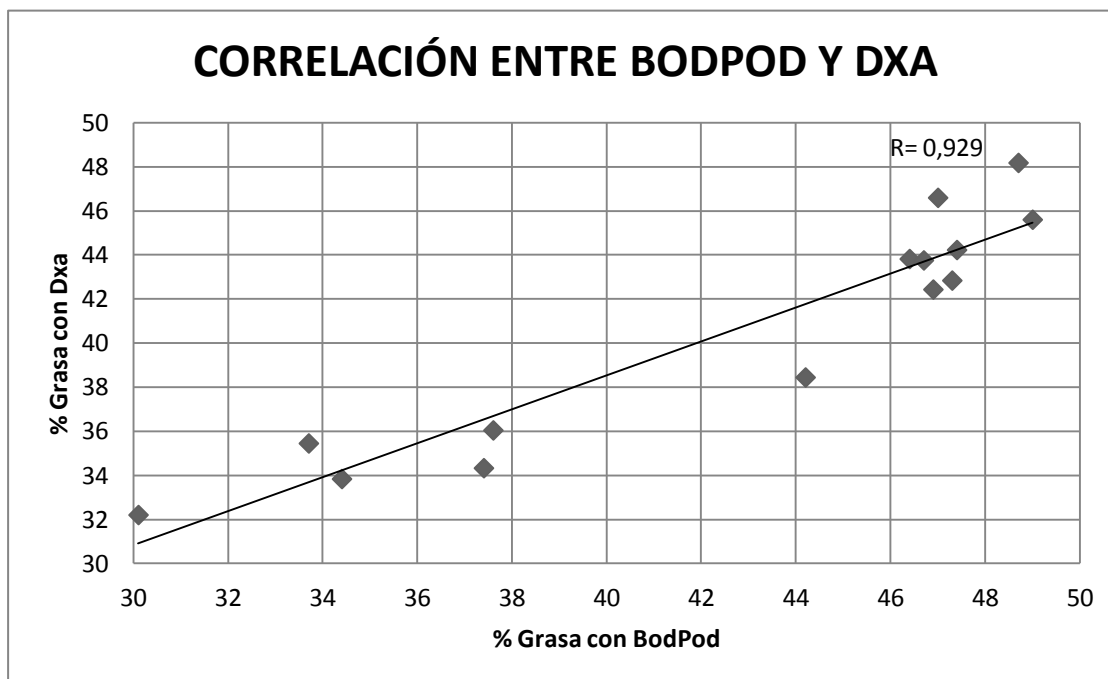
Estos cambios no se dan de igual forma en todos los participantes. La Gráfica 1 muestra el porcentaje de diferencia en las variables analizadas de forma individual.

Los datos sobre composición corporal mencionados fueron obtenidos con Dxa. La correlación entre éste y BodPod justifica que no haya diferencias en el resultado obtenido para la medición de masa grasa (Gráfica 2).

No hay correlación entre el porcentaje de asistencia total a las sesiones y la diferencia entre la medición inicial y final de ninguna variable (porcentaje de grasa, test de dinamometría manual, longitud de salto horizontal, ni cantidad de masa libre de grasa).



Gráfica 1.



Gráfica 2.

5. DISCUSIÓN

El propósito del estudio era comprobar la situación de los niños en cuanto a los factores de riesgo del síndrome metabólico y su modificación tras 4 meses de intervención. Por tanto, en primer lugar analizamos los datos que nos permitan tener una idea del estado de los participantes en relación al síndrome metabólico. Así, teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente sobre dicho síndrome, los participantes de la muestra presentan sobrepeso según las medidas de su perímetro de cintura (\geq percentil 90 para cada edad y sexo). Para su comprobación se ha empleado la tabla de percentiles realizada en el estudio longitudinal Andrea Prader (anexo 2), en la cual expone que, para niños de 10 años, estar por encima del percentil 90 supone tener un perímetro abdominal >74 cm (34). La media de la muestra analizada es de 78 cm (DE: ± 6.56).

Otro de los factores determinantes es la glucosa en sangre en ayunas. Los valores para considerarse en riesgo, son una concentración igual o superior a 100 mg/dl. La media de los participantes es de 84,71 mg/dl (DE: \pm 5.736).

En cuanto al nivel de triglicéridos en niños, el problema se encuentra en concentraciones >113.75 mg/dl. En este caso tienen una media bastante inferior (94.86 mg/dl \pm 46.092).

Por último, los valores en relación a la presión arterial indican riesgo en: sistólica ≥ 130 mmHg o diastólica ≥ 85 mmHg. Los participantes muestran de media 109mmHg (\pm 6.110) y 74.43mmHg (\pm 4.117) en sistólica y diastólica respectivamente.

Es conocido que estos factores pueden mejorarse mediante la realización de actividad física regular, por lo que analizamos la cantidad de actividad de los participantes mediante acelerometría. Las recomendaciones de actividad física indicadas por la OMS señalan que (35):

- Niños y jóvenes de 5 a 17 años deberían acumular un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa.
- La actividad física por un tiempo superior a 60 minutos reportará un beneficio aún mayor para la salud.
- La actividad física diaria debería ser, en su mayor parte aeróbica. Convendría incorporar, como mínimo tres veces por semana, actividades vigorosas.

Los participantes de nuestra intervención tienen una media de 68 min/semana (± 14.24) realizando actividades de moderada y/o vigorosa intensidad. Sin embargo, aunque la media sea superior a la recomendación mínima, no debemos olvidar que más minutos aportarán más beneficios y, en esta pequeña muestra, hay mucha variabilidad entre individuos. En cuanto a la intensidad vigorosa, la media se reduce a 4 minutos al día por lo que no pueden aprovecharse de los beneficios que se dan a esta intensidad en la prevención de síndrome metabólico.

Media de minutos al día en cada intensidad por participante			
Participante	Ligera	Moderada-vigorosa	Vigorosa
EXE001	471	70,14	4,29
EXE002	607	66,64	6,57
EXE003	566,5	54,93	2,79
EXE005	673	72,64	3,07
EXE006	582	57,36	0,86
EXE007	557	96,36	8,07
EXE008	588,5	57,93	4,14

Tabla 5

Esta falta de actividad física es, junto con otros factores como la alimentación, la causante del sobrepeso que podemos observar en los análisis con BodPod y Dxa. Por tanto, uno de los objetivos de este tipo de intervenciones con videojuegos activos debería ir encaminado al aumento del tiempo de actividad física de intensidad moderada o vigorosa o, al menos, la reducción del tiempo sedentario. En este caso no hemos comprobado si con 3 días de videojuegos activos se pueden alcanzar los valores de las recomendaciones pero, otros estudios sí que lo han hecho llegando a conclusiones muy diferentes. Así, Fawkner estableció que el juego regular de exergames es capaz de hacer que se alcancen las recomendaciones de

actividad física para tener beneficios de salud (36). Por el contrario otro estudio determinó que, aunque los niños entre 10 y 12 años hagan más actividad moderada o vigorosa con los videojuegos activos durante las intervenciones controladas, a la hora de elegir ellos los juegos no escogen los de ese nivel de intensidad o lo compensan siendo menos activo en otros momentos del día (37).

Nuestro propósito era observar los cambios en sus propios valores antes y después y comprobar si los videojuegos activos podrían ayudarles a mejorar en los factores de riesgo y/o condición física. Concretamente, nos centramos en los datos relacionados con la composición corporal por ser de los factores más importantes en su influencia sobre otras enfermedades metabólicas y cardiovasculares y el factor de riesgo que todos los participantes tenían.

Podemos ver cambios en el porcentaje total de grasa tras la intervención (ver tabla 4). Esto coincide con los resultados de otros estudios con exergames en niños con sobrepeso u obesidad (18, 38). Además, han incrementado los gramos de masa libre de grasa, lo que explicaría la disminución significativa en el valor relativo de grasa pero no en el total. En cuanto al contenido y densidad mineral óseo, también podemos ver un aumento. Sin embargo, no podemos afirmar que estas mejoras sean debidas a la intervención ya que no disponemos de un grupo control. Debemos tener en cuenta que los niños evaluados están en periodo de crecimiento y sería necesario compararlos con otro grupo no experimental para determinar la influencia de la intervención en las modificaciones.

En los valores relacionados con la condición física, vemos una mejora en la fuerza de presión manual únicamente en el brazo derecho. Este hecho, podría atribuirse a la intervención, ya que el mando se manejaba con este brazo, siendo este el que más estímulo recibía. La mano izquierda sería la empleada como control para comparar resultados pero, a pesar de que en ésta no hay cambios, no podemos afirmar que sea únicamente por la intervención ya que, la mayoría de los niños (todos diestros), realizaban otras actividades físicas como baloncesto o dachball.

Por otro lado, los resultados en el test de salto no muestran diferencias significativas (ver tabla 3). Cabe destacar que se trata de una prueba más difícil de realizar y, los valores bastante inferiores en la segunda prueba en varios de ellos, muestran que posiblemente no alcanzasen la máxima distancia por querer hacer correctamente la técnica del salto (ver gráfica 1). Estos valores no han podido compararse con otros estudios realizados con exergames porque no hay suficientes investigaciones en las que se evalúe el salto de longitud.

Por último, mencionar que la relación entre las mediciones realizadas con BodPod y las de Dxa en cuanto a porcentaje de grasa corporal, indica que cualquiera de los dos métodos puede ser efectivo para hacer evaluaciones en niños de 9 a 11 años en futuros estudios (gráfica 2).

6. LIMITACIONES Y CONCLUSIONES.

En conclusión, la intervención de 4 meses de duración con videojuegos activos en *Nintendo Wii* en niños de 9 a 11 años con sobrepeso, puede contribuir a la reducción del porcentaje de grasa; no obstante la falta de grupo control limita la extrapolación de estos resultados.

Dichos resultados pueden verse afectados por otras limitaciones como el tiempo de cada sesión. A pesar de estar establecido como 30 minutos, en pocas ocasiones eran puntuales, perdiendo hasta 10 minutos de sesión en numerosas ocasiones.

Además, es posible que influyeran las características de la misma videoconsola. La escasa precisión de los mandos hace que con poco movimiento se marque la acción como bien realizada, influyendo en el comportamiento de los niños que preferían jugar moviendo solo la muñeca antes que imitar la modalidad deportiva o bailar.

Puede que los aumentos en niveles de actividad durante las intervenciones no se mantengan tras estas por falta de material pero, harían falta estudios adicionales para comprobar esta hipótesis.

Según la bibliografía, tampoco podemos afirmar que los programas de actividad con videojuegos activos sean responsables del aumento de actividad a largo plazo en niños de 10 a 12 años. Estos videojuegos pueden ser útiles para acortar los periodos de tiempo sedentario, sustituyendo a los videojuegos convencionales, pero no deben emplearse como alternativa a la práctica real de deportes, ya que los valores energéticos son bastante inferiores.

7. ESTUDIOS FUTUROS

Sería interesante realizar una investigación durante todo un curso escolar y con una muestra más grande en la que se incluyese también un grupo control. Además, la utilización de videoconsolas más precisas en cuanto al movimiento corporal del jugador aumentaría en mayor medida el gasto calórico.

Otra línea de investigación sería, además de la intervención con videojuegos activos, incluir un seguimiento nutricional y charlas de hábitos saludables con el fin de inculcarlos y que sigan realizándose una vez acabado el programa.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. OMS | Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. WHO. 2012.
2. Barazzoni R, Gortan Cappellari G, Ragni M, Nisoli E. Insulin resistance in obesity: an overview of fundamental alterations. *Eat Weight Disord*. 2018.
3. Mahbuba S, Mohsin F, Rahat F, Nahar J, Begum T, Nahar N. Descriptive epidemiology of metabolic syndrome among obese adolescent population. *Diabetes Metab Syndr*. 2018.
4. Guo SS, Wu W, Chumlea WC, Roche AF. Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr*. 2002;76(3):653-8.
5. Lian Q, Su Q, Li R, Elgar FJ, Liu Z, Zheng D. The association between chronic bullying victimization with weight status and body self-image: a cross-national study in 39 countries. *PeerJ*. 2018;6:e4330.
6. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome: a new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabetic Medicine: a journal of the British Diabetic Association*. 2006;23(5):469-80.
7. Zimmet P, Alberti KG, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents - an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*. 2007;8(5):299-306.
8. Strasser B. Physical activity in obesity and metabolic syndrome. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2013;1281(1):141-59.
9. Hahn V, Halle M, Schmidt-Trucksäss A, Rathmann W, Meisinger C, Mielck A. Physical Activity and the Metabolic Syndrome in Elderly German Men

and Women: Results from the population-based KORA Survey. *Diabetes Care*. 2009;32(3):511-3.

10. Cussó Segura X, Garrabou Segura R. La transición nutricional en la España contemporánea: las variaciones en el consumo de pan, patatas y legumbres (1850-2000). *Investigaciones de Historia Económica*. 2007;3(7):69-100.

11. González CSG, Rio NGd, Adelantado VN. Programa de intervención educativa para el tratamiento de la obesidad infantil basado en videojuegos activos. *FAEEBA*. 2016;25(47):155-72.

12. Beltrán-Carrillo VJ, Valencia-Peris, A. y Molina-Alventosa, J.P. los videojuegos activos y la salud de los jóvenes: revisión de la investigación. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*. 2011;10(41):203-19.

13. O'Donovan C, Roche EF, Hussey J. The energy cost of playing active video games in children with obesity and children of a healthy weight. *Pediatric Obesity*. 2014;9(4):310-7.

14. Miller TA, Vaux-Bjerke A, McDonnell KA, DiPietro L. Can E-Gaming Be Useful for Achieving Recommended Levels of Moderate- to Vigorous-Intensity Physical Activity in Inner-City Children? *Games For Health Journal*. 2013;2(2):96-102.

15. Trujillo JCG, Muñoz JE, Villada JF. Exergames: una herramienta tecnológica para la actividad física. *Revista Médica Risaralda*. 2013;19(2):126-30.

16. Lamboglia CM, da Silva VT, de Vasconcelos Filho JE, Pinheiro MH, Munguba MC, Silva Junior FV, et al. Exergaming as a strategic tool in the fight

against childhood obesity: a systematic review. *Journal of Obesity*. 2013;2013:438364.

17. Lyons EJ, Tate DF, Ward DS, Bowling JM, Ribisl KM, Kalyararaman S. Energy expenditure and enjoyment during video game play: differences by game type. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43(10):1987-93.

18. Maddison R, Foley L, Ni Mhurchu C, Jiang Y, Jull A, Prapavessis H, et al. Effects of active video games on body composition: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*. 2011;94(1):156-63.

19. Maddison R, Mhurchu CN, Jull A, Jiang Y, Prapavessis H, Rodgers A. Energy expended playing video console games: an opportunity to increase children's physical activity? *Pediatric Exercise Science*. 2007;19(3):334-43.

20. Tripette J, Murakami H, Ryan KR, Ohta Y, Miyachi M. The contribution of Nintendo Wii Fit series in the field of health: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*. 52017.

21. Foley L, Maddison R. Use of active video games to increase physical activity in children: a (virtual) reality? *Pediatr Exerc Sci*. 2010;22(1):7-20.

22. Kari T. Can Exergaming Promote Physical Fitness and Physical Activity?: A Systematic Review of Systematic Reviews. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations*. 2014;6(4):59-77.

23. Sween J, Wallington SF, Sheppard V, Taylor T, Llanos AA, Adams-Campbell LL. The Role of Exergaming in Improving Physical Activity: A Review. *Journal of Physical Activity and Health*. 2014;11(4):864-70.

24. Gao Z, Chen S. Are field-based exergames useful in preventing childhood obesity? A systematic review. *Obesity Reviews*. 2014;15(8):676-91.

25. Joronen K, Aikasalo A, Suviola A. Nonphysical effects of exergames on child and adolescent well-being: a comprehensive systematic review. *Scandinavian Journal of Caring Sciences*. 2017;31(3):449-61.
26. Boehm KM, Pugh A. A new variant of Wriitis. *The Journal of Emergency Medicine*. 2009;36(1):80.
27. Nett MP, Collins MS, Sperling JW. Magnetic resonance imaging of acute "wriitis" of the upper extremity. *Skeletal Radiology*. 2008;37(5):481-3.
28. Sparks D, Chase D, Coughlin L. Wii have a problem: a review of self-reported Wii related injuries. *Informatics in Primary Care*. 2009;17(1):55-7.
29. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Bmj*. 2000;320(7244):1240-3.
30. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition*. 1993;9(5):480-91; discussion , 92.
31. Schaefer CA, Nigg CR, Hill JO, Brink LA, Browning RC. Establishing and evaluating wrist cutpoints for the GENEActiv accelerometer in youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2014;46(4):826-33.
32. Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Arch Dis Child*. 1976;51(3):170-9.
33. España-Romero V, Ortega FB, Vicente-Rodriguez G, Artero EG, Rey JP, Ruiz JR. Elbow position affects handgrip strength in adolescents: validity and reliability of Jamar, DynEx, and TKK dynamometers. *Journal of strength and conditioning research*. 2010;24(1):272-7.

34. De Arriba Muñoz A, Lopez Ubeda M, Rueda Caballero C, Labarta Aizpun JI, Ferrandez Longas A. Valores de normalidad de índice de masa corporal y perímetro abdominal en población española desde el nacimiento a los 28 años de edad. *Nutr Hosp.* 2016;33(4):388.
35. OMS | Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud. WHO. 2010.
36. Fawkner SG, Niven A, Thin AG, Macdonald MJ, Oakes JR. Adolescent girls' energy expenditure during dance simulation active computer gaming. *Journal of Sports Sciences.* 2010;28(1):61-5.
37. Baranowski T, Abdelsamad D, Baranowski J, O'Connor TM, Thompson D, Barnett A, et al. Impact of an active video game on healthy children's physical activity. *Pediatrics.* 2012;129(3):36-42.
38. Calcaterra V, Larizza D, Codrons E, De Silvestri A, Brambilla P, Abela S, et al. Improved metabolic and cardiorespiratory fitness during a recreational training program in obese children. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2013;26(3-4):271-6.

9. ANEXOS

Anexo 1.

Tabla-regla. Anchura del agarre óptimo para niños (6-12 años) en función del tamaño de la mano. La anchura del agarre óptimo se calcula mediante la ecuación: $y = x/4 + 0.44$ para niños e $y = 0.3x - 0.52$ para niñas, donde x es el tamaño de la mano, e y es la anchura del agarre. España-Romero et al. (J Hand Surgery [Am], 2008 Mar;33(3):378-84.):

Tamaño del agarre (cm) para niñas (marcar con un círculo)	3 6	3 7	3 8	4 0	4 1	4 3	4 4	4 5	4 6	4 7	4 8	5 0	5 2	5 3	5 4	5 5	5 6	5 7	5 8	6 0	6 1	6 2	6 3	6 4	6 5	6 6	6 7	6 8	7 0	7 1		
Tamaño del agarre (cm) para niños (marcar con un círculo)	3 8	3 9	4 1	4 2	4 3	4 4	4 5	4 6	4 7	4 8	4 9	5 0	5 1	5 2	5 3	5 4	5 5	5 6	5 7	5 8	5 9	6 0	6 1	6 2	6 3	6 4	6 5	6 6	6 7	6 8	6 9	
Tamaño de la mano (real cm)	1 3 5	1 4 5	1 4 5	1 4 5	1 5 6	1 5 6	1 5 6	1 5 6	1 6 7	1 6 7	1 6 7	1 6 7	1 7 8	1 7 8	1 7 8	1 8 9	1 8 9	1 8 9	1 8 9	1 9 0	1 9 0	1 9 0	2 0 1	2 0 1	2 0 2	2 0 2	2 1 3	2 1 3	2 1 3	2 1 4	2 1 4	2 2 5

Anexo 2.**Tabla II. Valores de normalidad de perímetro abdominal (cm) (media, desviación típica, percentiles p3, p10, p25, p50, p75, p90 y p97) desde los 0 a los 28 años de edad**

Valores de normalidad de perímetro abdominal (cm) de varones de 0 a 28 años																				
Edad (años)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	28
<i>n</i>	165	155	136	136	133	133	130	129	129	124	121	121	121	116	111	106	93	80	74	42
<i>Media (cm)</i>	28,2	43,7	46,2	48,3	50,0	52,3	54,9	57,4	60,3	62,8	66,5	68,9	71,7	73,9	75,4	77,2	78,9	80,5	81,3	89,9
<i>Desviación típica</i>	2,2	2,6	2,5	2,48	2,6	3,2	3,9	4,5	5,3	6,1	6,9	7,7	8,3	8,4	8	7,6	7,4	7,6	7,3	9,9
<i>p3</i>	24,2	38,7	41,1	42,6	45,0	46,5	49,5	51,0	52,6	54,0	56,4	58,0	59,4	61,5	64,5	66,0	67,1	69,2	69,4	74,1
<i>p10</i>	25,7	39,8	42,6	45,5	47,0	49,0	50,5	52,6	54,1	56,0	58,2	59,7	61,4	64,0	66,2	68,3	70,5	72,9	73,0	79,0
<i>p25</i>	26,5	41,9	44,3	46,5	48,4	50,2	52,0	54,0	56,0	58,0	61,5	63,3	65,9	67,7	70,0	72,6	74,0	75,5	76,6	81,8
<i>p50</i>	27,8	43,6	46,1	47,9	50,0	52,0	54,5	56,5	59,5	61,5	65,0	67,5	70,9	72,9	74,0	76,0	77,5	78,5	80,0	90,3
<i>p75</i>	29,2	45,3	47,9	49,9	51,7	54,0	57,3	60,0	63,0	66,0	70,2	73,2	76,2	78,9	79,8	80,6	83,0	85,0	85,5	97,9
<i>p90</i>	30,7	47	49,4	51,3	53,5	56,0	59,0	63,0	67,2	71,6	76,1	80,0	84,1	86,2	88,0	89,3	89,8	88,8	91,4	102,3
<i>p97</i>	33,5	47,9	50	52,5	54,1	58,9	63,1	68,0	72,2	76,4	82,1	85,9	87,9	91,7	92,0	92,9	94,1	97,2	97,3	104,9
Valores de normalidad de perímetro abdominal (cm) de mujeres de 0 a 28 años																				
Edad (años)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	28
<i>n</i>	169	156	139	136	129	129	129	126	124	123	122	122	121	114	112	106	101	95	92	45
<i>Media (cm)</i>	28	42,6	45,9	48,1	50	52	54,9	57,8	60,9	63,3	67,6	69,8	72,4	73,9	74,7	74,7	74,9	75,7	75,8	83,5
<i>Desviación típica</i>	2,2	2,6	2,8	3	3,5	4	4,8	5,7	6,5	6,8	8,4	8,4	9,3	8,2	7,7	6,9	7,2	7,4	7,8	12,2
<i>p3</i>	24,2	37,6	40,6	42,8	44,6	46,3	48,0	50,5	51,3	53,1	54,4	56,5	58,2	62,4	64,0	63,7	64,0	64,5	65,3	67,7
<i>p10</i>	25,4	39,4	42,4	44,2	46,0	47,6	50,0	51,5	54,0	55,3	58,3	61,0	62,5	64,4	66,0	67,3	67,5	67,5	66,5	69,4
<i>p25</i>	26,2	40,6	44	46,0	48,0	49,9	51,7	54,2	56,0	58,1	61,0	63,9	65,3	68,5	70,0	70,9	70,0	70,0	70,0	72,5
<i>p50</i>	27,8	42,4	45,8	47,9	49,5	51,0	54,0	56,6	59,9	62,1	66,3	67,8	71,6	72,5	74,0	74,0	74,5	75,0	74,8	75,0
<i>p75</i>	29	44,1	47,6	49,5	52,0	53,9	56,5	60,5	64,5	68,0	72,2	74,7	77,1	78,4	78,5	77,7	78,0	79,5	81,0	86,0
<i>p90</i>	30,4	46,4	49,2	51,3	54,0	57,5	62,9	65,2	70,3	72,5	77,5	81,4	85,1	85,0	84,5	82,0	84,0	85,3	85,0	95,0
<i>p97</i>	31,9	47,5	50,5	54,4	57,0	62,5	67,8	74,1	75,5	78,9	86,5	86,8	95,0	91,5	91,0	89,1	90,0	90,6	91,3	107,7