

Jugar con videojuegos activos aumenta el gasto de energía de los niños

Diana L. Graf, BS^a, Lauren V. Pratt, MS^b, Casey N. Hester, MD^b, y Kevin R. Short, PhD^b

OBJETIVO: Comparar las tasas de gasto energético de los niños al jugar con videojuegos físicamente activos, Dance Dance Revolution (DDR) y Nintendo's Wii Sports en relación con caminar en la cinta sin fin.

MÉTODOS: Se midió el gasto energético, la frecuencia cardíaca, el ritmo de pasos y el ejercicio percibido en 14 niños y 9 niñas (10-13 años de edad; IMC en el 3-98.º percentil para su edad y sexo) mientras veían la televisión en reposo, jugaban con DDR en 2 niveles de habilidad, jugaban a bolos y a boxeo con Wii y caminando a 2,6, 4,2 y 5,7 km/h. La elasticidad arterial se midió en reposo e inmediatamente después del juego.

RESULTADOS: Comparado con ver la televisión, el gasto energético al jugar o caminar aumentó al doble o al triple. De forma similar, jugar a boxear con Wii, con DDR a nivel 2 o caminar a 5,7 km/h produjo grandes tasas de gasto energético, frecuencia cardíaca y ejercicio percibido. Esto se produjo pese a las variaciones del ritmo de pasos entre las actividades, lo que refleja el mayor empleo del hemicuerpo superior durante el juego con Wii (mínimo ritmo de pasos) respecto al caminar (máximo ritmo de pasos) o el juego con DDR. Jugar a los bolos con Wii y a DDR a nivel principiante produjo un aumento al doble del gasto energético comparado con ver la televisión. La elasticidad de las grandes arterias declinó inmediatamente después de jugar con DDR y con Wii. El cambio estuvo en relación inversa con el aumento del gasto de energía respecto al reposo conseguido durante la actividad.

CONCLUSIONES: El gasto energético durante el juego con un videojuego activo es comparable a cami-

nar con intensidad moderada. Así pues, para los niños que pasan mucho tiempo entretenidos con juegos electrónicos, los juegos físicamente activos parecen ser un medio seguro, divertido y útil para fomentar el gasto energético.

La prevalencia de los niños con sobrepeso, definido como un IMC (kg/m²) > 85.º percentil para su edad y sexo, ha alcanzado ~ 32% en Estados Unidos^{1,2}. El aumento de la adiposidad infantil se asocia con un mayor riesgo de desarrollar obesidad¹ y complicaciones como la diabetes de tipo 2² en la edad adulta. La obesidad suele estar asociada con bajas tasas de actividad física y de gasto energético diario³ y con el tiempo dedicado a actividades sedentarias, como ver la televisión o trabajar en un ordenador^{4,5}. Los programas tradicionales de ejercicio pueden mejorar la composición corporal⁶, la elasticidad arterial⁷, la sensibilidad a la insulina⁸ y la actividad física espontánea⁹ de los adolescentes obesos. Por desgracia, los niños obesos tienen menos propensión a participar en los programas volitivos tradicionales de ejercicio o deporte que sus compañeros de peso saludable¹⁰.

Recientemente se ha popularizado una nueva generación de videojuegos que obliga a la actividad física interactiva, conocidos como *ejerciciojuegos* (*exergaming*). El ejerciciojuego podría ayudar a algunos niños a aumentar su actividad física al integrar el juego con el ejercicio. Se informó que un popular juego de simulación del baile, Dance Dance Revolution (DDR) (Konami Digital Entertainment, Redwood City, CA), aumenta el gasto energético de los niños de 10 años de edad a un valor similar a caminar con una intensidad leve a moderada¹¹ (2,4 km/h). Lo que es más importante, el gasto energético durante DDR fue un 172% mayor que al ver la televisión o jugar a los videojuegos tradicionales mientras se permanece sentado. El más moderno de los sistemas de videojuegos comerciales activos, Nintendo Wii (Nintendo, Redmond, WA), permite a las personas jugar con juegos deportivos simulados y otras actividades mediante el empleo de sensores del movimiento del mando. Aunque este nuevo aparato de juego se ha descrito en la prensa legítima como una forma popular de entretenimiento y puede ofrecer un estímulo para el ejercicio, disponemos de poca información sobre las respuestas fisiológicas al juego con el sistema Wii. Dos pequeños estudios demostraron que los adolescentes gastaban ~ 50% más

^aDepartment of Pediatrics, ^bCollege of Medicine, University of Oklahoma Health Sciences Center, Oklahoma City, Estados Unidos.

El contenido de este artículo es responsabilidad única de los autores y no necesariamente representa los puntos de vista oficiales del National Center for Research Resources ni de los National Institutes of Health.

Correspondencia: Kevin R. Short, PhD, CMRI Diabetes and Metabolic Research Program, 1122 NE 13th St, Suite 1400, Oklahoma City, OK 73117, Estados Unidos.

Correo electrónico: kevin-short@ouhsc.edu

de energía al jugar con Wii simulaciones deportivas del tenis, el boxeo y los bolos que al jugar con videojuegos tradicionales^{12,13}. Los juegos DDR y Wii se basan principalmente en la actividad de las piernas y los brazos, respectivamente, pero no se ha comparado su impacto sobre el gasto energético. Como el número de sistemas de juego activo utilizados por los niños aumenta, es necesaria una evaluación más detallada de las respuestas fisiológicas a este tipo de actividad. Así, el objetivo de la presente investigación fue utilizar la calorimetría indirecta para comparar las tasas de gasto energético en los niños que jugaron 2 populares videojuegos físicamente activos, DDR y Wii Sports, en relación con caminar. Las respuestas fisiológicas y de percepción a estas actividades también se evaluaron midiendo la frecuencia cardíaca (FC), la elasticidad arterial y el ejercicio percibido.

MÉTODOS

Sujetos

Reclutamos a 23 niños sanos (14 chicos, 9 chicas), de 10 a 13 años de edad, de la comunidad local. Se obtuvo por escrito el consentimiento informado de los padres y el asentimiento del niño. El comité de Ética de la University of Oklahoma aprobó la realización del estudio. Antes de la recogida de datos se realizó una breve revisión médica. La masa corporal y el contenido en grasa se determinaron mediante la impedancia bioeléctrica (modelo BC-418 [Tanita, Arlington Heights, IL]), y la talla se ajustó al 0,5 cm más cercano. El IMC (kg/m²) y el percentil ajustado a la edad se calcularon con las tablas de los Centers for Disease Control and Prevention¹⁴.

Protocolo y procedimientos

Cada niño realizó 2 visitas al laboratorio en un período de 4 semanas. El orden de estudio fue jugar con DDR en la visita 1 y jugar con Wii y caminar en la cinta continua en la visita 2. Los participantes ayunaron durante 4 h antes de su llegada, excepto la ingestión de agua. La prueba se realizó en una habitación bien iluminada y a temperatura (22 °C-24 °C) y humedad relativa (45%-54%) constantes. Cada visita comenzó con una fase de reposo de 20 min, durante la que el niño vio dibujos animados no violentos mientras descansaba en decúbito supino sobre una camilla acolchada con almohadas bajo la cabeza y los hombros. Tras la fase de reposo, los sujetos jugaron con DDR (visita 1) o Wii (visita 2) durante 30 min.

DDR se jugó con el sistema Sony Playstation 2 (Sony Computer Entertainment, San Marco, CA). El juego hace que los participantes muevan los pies sobre una alfombra sensible a la presión para repetir los patrones de pisada que muestra una pantalla de televisión. El acierto en la cronología y la exactitud de las pisadas recibe un refuerzo. Los participantes seleccionaron una sola canción del juego para toda la sesión; el menú de selección correspondía a programas populares de televisión conocidos por el grupo de edad estudiado. El nivel de habilidad se fijó en principiante (DDR1) durante los 15 primeros minutos y en básico (DDR2, mayor ritmo de pesos que DDR1) en los 15 min siguientes. Entre ambos períodos transcurrieron 1 o 2 min para reiniciar el juego y permitir a los participantes tomar un vaso de agua si lo deseaban.

El juego Wii consistió en 15 min de juego de bolos y otros 15 min de juego de boxeo de Wii Sports. Al final de la visita 1 se realizó una sesión de familiarización. Ambos juegos se realizan con un mango controlador que contiene sensores de movimiento para transmitir las acciones del jugador a la pantalla. Cada participante empezó su sesión de juego con el nivel de principiante. Entre los juegos de bolos y de boxeo se realizó un descanso de 1 a 2 min.

Tras completar las sesiones de juego de 30 min, los sujetos volvieron a la posición de descanso durante 10 a 15 min para medir la elasticidad arterial tras la actividad. En la visita 2, tras

el período de recuperación, los participantes caminaron sobre una cinta continua movida por un motor durante 6 min a cada una de 3 velocidades (2,6, 4,2 y 5,7 km/h) mientras veían dibujos animados. El estudio preliminar demostró que estas velocidades eran adecuadas para los niños y que se aproximan a la gama de respuestas medidas durante las actividades de juego.

Durante el estudio se midió el gasto energético por calorimetría indirecta mediante un analizador del aire espirado (Ultima Cardio2 [Medgraphics, St Paul, MN]). Se colocó una máscara de neopreno sobre la boca y la nariz con un neumotacógrafo abierto para analizar en cada respiración la concentración de oxígeno y dióxido de carbono en el aire espirado. Antes de cada prueba se calibró el aparato con gases certificados. La FC se midió con un electrodo superficial en una cinta torácica (Polar [PolarElectro Oy, Helsinki, Finlandia]) conectado mediante telemetría con el programa informático de medición metabólica. El ritmo de pisadas se registró con un acelerómetro fijado por encima del tobillo derecho (StepWatch 3 [OrthoCare Innovations, Mountlake Terrace, WA]). Durante las fases de juego y de caminata se pidió a los participantes que calibrasen subjetivamente su grado de percepción del esfuerzo en una escala normalizada de Borg¹⁵ (6 = muy fácil; 20 = muy difícil). Durante las fases de descanso antes y 10 min después de las actividades de juego se midió por triplicado la tensión y la elasticidad arterial mediante el análisis de la onda diastólica del pulso (HDI/Pulseware CR-2000 [Hypertension Diagnostics, Eagan, MN]). Las ondas del pulso arterial se capturaron mediante un transductor superficial de presión colocado sobre la arteria radial.

Análisis estadístico

Los datos de calorimetría indirecta, FC y ritmo de paso se tomaron a intervalos de 30 s y se promediaron durante los últimos 6 min de las fases de reposo, DDR y Wii y los últimos 4 min de cada velocidad de la cinta continua. Se utilizó el análisis de la variancia de mediciones repetidas para estudiar los efectos del modo de ejercicio, el momento de la medición y el sexo del participante, realizando pruebas de Bonferroni *post hoc* para localizar diferencias apareadas cuando fue oportuno. Las comparaciones de los datos descriptivos según el sexo se realizaron con el *test t* de Student. Las asociaciones entre las variables se midieron utilizando las correlaciones de Pearson. En todas las pruebas se aceptó la significación a un valor de $p < 0,05$. Los datos resumidos se presentan como media (EEM), excepto para las características del sujeto, como se indica.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra las características de los participantes. Las medias de la talla, el peso y el IMC están en los valores normales, aunque la gama de percentiles del IMC osciló entre el 3% y el 98%. Según la categoría de IMC, la mayoría de los participantes ($n = 17$) tenía un peso saludable (5.º-84.º percentil), 3 tenían sobrepeso (85.º-94.º percentil), 2 eran obesos (≥ 95 .º percentil) y 1 bajo peso¹⁶ (< 5 .º percentil). La única diferencia de las características físicas entre los chicos y las chicas fue el porcentaje de grasa corporal, que fue superior en un 6% en las chicas. Los valores de tensión y elasticidad arterial mostrados en la tabla 1 se registraron en reposo antes del ejercicio; todos los sujetos tenían una tensión arterial normal en reposo¹⁷.

La figura 1 muestra el gasto energético ajustado a la masa corporal. Se observó un patrón de respuesta similar del gasto energético expresado en kJ/min (datos no ofrecidos). Optamos por presentar el gasto energético en relación con la masa corporal porque la mayoría de las actividades soportaban peso, por lo tanto, el peso corporal y el gasto energético estaban íntimamente asociados ($f = 0,71-0,86$ para caminar, $r = 0,51-0,57$ para DDR). La asociación entre el peso corporal y el gasto energético

TABLA 1. Características de los participantes en el estudio

	Todos (n = 23), media (DE)	Chicos (n = 14), media (DE)	Chicas (n = 9), media (DE)
Edad (años)	11,9 (1,2)	11,9 (1,0)	11,8 (1,5)
Talla (cm)	150,5 (8,9)	150,9 (9,2)	149,8 (8,9)
Peso (kg)	43,4 (8,8)	42,4 (9,6)	44,8 (7,8)
IMC (kg/m ²)	19,1 (3,1)	18,5 (3,4)	19,9 (2,5)
Percentil de IMC	54 (31)	49 (35)	62 (21)
Grasa corporal total (%)	20,6 (6,2)	18,1 (6,1)	24,5* (4,0)
Tensión arterial sistólica (mmHg)	110 (8)	110 (5)	111 (11)
Tensión arterial diastólica (mmHg)	56 (6)	57 (5)	55 (7)
Elasticidad de las grandes arterias (ml/mmHg x 10)	11,8 (2,7)	11,9 (2,9)	11,5 (2,6)
Elasticidad de las pequeñas arterias (ml/mmHg x 10)	7,9 (2,2)	8,4 (2,4)	7,2 (2,0)

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal. *Mayor en las chicas que en los chicos (p < 0,01).

co durante el juego de bolos y de boxeo fue menor (r = 0,37-0,42), lo que refleja la mayor dependencia del movimiento del tren superior. La caminata y el *ejercicio* produjeron significativos aumentos del gasto energético (fig. 1), la espiración, el Vo₂ y la FC (tabla 2) comparado con las mediciones de los niños que veían televisión en reposo. La máxima tasa de gasto energético se registró con DDR2 (aumento a 3,3 veces respecto al reposo), aunque el gasto energético al jugar a boxeo fue casi tan alto como el primero (aumento a 2,9 y 3,3 veces respecto al reposo en los chicos y las chicas, respectivamente) y no difirió respecto al de DDR2. Caminar a 5,7 km/h aumentó el gasto energético al triple por término medio, lo que fue menor que el de DDR2 (p < 0,05) pero no que el de boxeo. Respecto a Vo₂, el valor máximo se registró durante DDR2 (aumento a 3,3 veces respecto al reposo por término medio), con valores menores durante el boxeo y caminar a 5,7 km/h (ambos al triple respecto al reposo). La frecuencia ventilatoria no fue distinta durante DDR respecto al boxeo, aunque en estas fases fue superior a las demás fases del estudio. La FC durante el boxeo fue superior a las de las demás actividades. Los valores de CEP fueron máximos durante DDR2, mientras que tanto caminar a 5,7 km/h como el boxeo fueron calificados a 1 unidad arbitraria menos (p < 0,05) y no

fueron distintos entre sí. Los máximos ritmos de paso se registraron durante la caminata, y las 3 velocidades produjeron ritmos de paso más rápidos que cualquiera de las actividades de juego (fig. 2). Los ritmos de paso fueron mínimos al jugar con cualquiera de los juegos Wii.

Los datos se presentan por separado para los chicos y las chicas por las distintas respuestas de los sexos a varios resultados. El gasto energético fue superior entre el 19% y el 33% (p < 0,05) en los chicos al jugar DDR1, DDR2 y bolos. De forma similar, Vo₂ fue superior entre el 20% y el 34% en los chicos (p < 0,05) durante DDR1, DDR2 y bolos, mientras que la frecuencia respiratoria fue ~ 22% superior en los chicos (p < 0,05) con DDR1 y bolos. Por el contrario, los chicos informaron constantemente de menores valores de CEP, alcanzando diferencias significativas (p < 0,05) durante la marcha a 2,6 km/h, DDR1, DDR2 y boxeo y una tendencia a ser menor (p < 0,08) en las demás actividades. Sin embargo, la FC no difirió entre los chicos y las chicas durante el descanso o cualquier actividad. La única diferencia significativa entre los chicos y las chicas en el ritmo de paso se observó durante el juego de bolos, donde los chicos dieron más del doble de pasos que las chicas (5,5 frente a 2,4 pasos/min, respectivamente).

La tensión arterial sistólica aumentó significativamente respecto al valor en reposo (p < 0,01) tanto

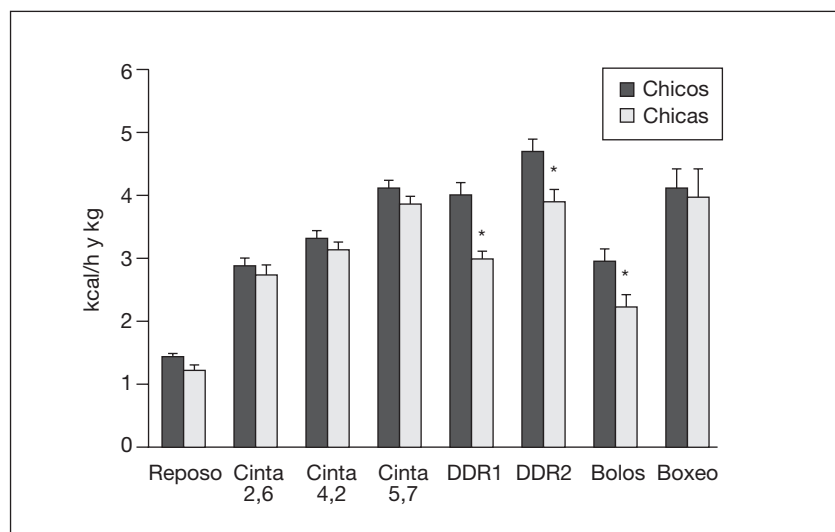


Fig. 1. Gasto energético en reposo y durante la caminata en la cinta continua y los juegos DDR y Wii bolos y boxeo. Las velocidades de caminar en la cinta continua (cinta) fueron 2,6, 4,2 y 5,7 km/h, respectivamente. DDR1: Dance Dance Revolution principiante; DDR2: Dance Dance Revolution básico. *Mayor en los chicos que en las chicas (p < 0,05).

TABLA 2. FC, volumen espirado, captación de oxígeno (VO₂) y CEP

	Reposo	Cinta sin fin, 2,6 km/h	Cinta sin fin, 4,2 km/h	Cinta sin fin, 5,7 km/h	DDR1	DDR2	Bolos	Boxeo
FC (lpm)								
Chicos	66 (2)	98 (3)	102 (2)	111 (2)	111 (3)	121 (4)	101 (4)	127 (5)
Chicas	69 (3)	101 (4)	105 (3)	113 (3)	106 (5)	124 (6)	98 (3)	140 (8)
Volumen espirado (l/min)								
Chicos	6,3 (0,3)	11,3 (0,7)	12,9 (0,7)	16,0 (0,7)	15,9 (0,8)	18,9 (1,0)	11,9 (0,9)	17,9 (1,4)
Chicas	5,8 (0,3)	11,7 (0,7)	13,2 (0,9)	16,3 (0,9)	13,0* (0,8)	17,6 (1,5)	9,6* (0,5)	18,7 (1,9)
Vo ₂ (ml/kg y minuto)								
Chicos	4,8 (0,3)	9,8 (0,5)	11,2 (0,4)	14,0 (0,4)	13,7 (0,6)	15,8 (0,9)	10,0 (0,7)	13,8 (1,1)
Chicas	4,1 (0,3)	9,3 (0,5)	10,5 (0,6)	13,0 (0,5)	10,2* (0,4)	13,2* (0,7)	7,7* (0,6)	13,5 (1,4)
CEP								
Chicos	-	8 (1)	10 (1)	12 (1)	9 (1)	13 (1)	9 (1)	12 (1)
Chicas	-	11* (1)	13 (1)	15 (1)	12* (1)	16* (1)	11 (1)	15* (1)

DDR1: Dance Dance Revolution principiante; DDR2: Dance Dance Revolution básico; FC: frecuencia cardíaca; lpm: latidos por minuto. Los valores corresponden a media (EEM). *p < 0,05 entre chicos y chicas.

tras la sesión de juego DDR (4 [2] mmHg) como Wii (6 [1] mmHg), con tendencias ($p < 0,07$) a mayores valores diastólicos tras ambas sesiones de juego (aumento medio de 2-4 mm). La disminución media de la elasticidad de las grandes arterias entre la situación inicial y tras la actividad fue del 17% (DDR) al 20% (Wii) (ambos valores de $p < 0,05$) (fig. 3). Esta declinación fue mayor en los chicos (25%) que en las chicas (5%) tras la sesión DDR ($p < 0,02$) pero no tras la sesión Wii (disminución del 25% y 17% en los chicos y las chicas, respectivamente). El cambio de la elasticidad de las grandes arterias mostró una asociación inversa al aumento del gasto energético respecto al reposo durante DDR2 ($r = -0,52$) y el boxeo Wii ($r = -0,72$), respectivamente. La disminución media de la elasticidad de las pequeñas arterias fue del 18% tras DDR ($p < 0,05$) y se acercó a la significación sólo en los chicos ($p = 0,052$). La disminución media (en los chicos y las chicas combinados) del 9% en la elasticidad de las pequeñas arterias tras el juego Wii no alcanzó la significación. No hubo diferencias entre los chicos y las chicas

respecto a la elasticidad de las pequeñas arterias en ninguna de las actividades.

ANÁLISIS

El objetivo de este estudio fue cuantificar y comparar las tasas de gasto energético y las respuestas fisiológicas relacionadas al jugar con 2 videojuegos activos físicamente de nueva generación. Los nuevos hallazgos principales fueron que los juegos, tanto de Wii Sports como de DDR, producen aumentos del gasto energético, la FC y el ejercicio percibido similares, o incluso superiores, a caminar con intensidad moderada. Como los videojuegos y los juegos de ordenador están ganando popularidad, es probable que jugar con videojuegos activos ayude a contrarrestar los efectos del comportamiento sedentario. Así, puede haber cierto beneficio para las personas con sobrepeso u obesas que incorporen videojuegos activos a sus planes de actividad física.

Los hallazgos más notables fueron que el boxeo Wii y ambos niveles de DDR estudiados (DDR1 y DDR2)

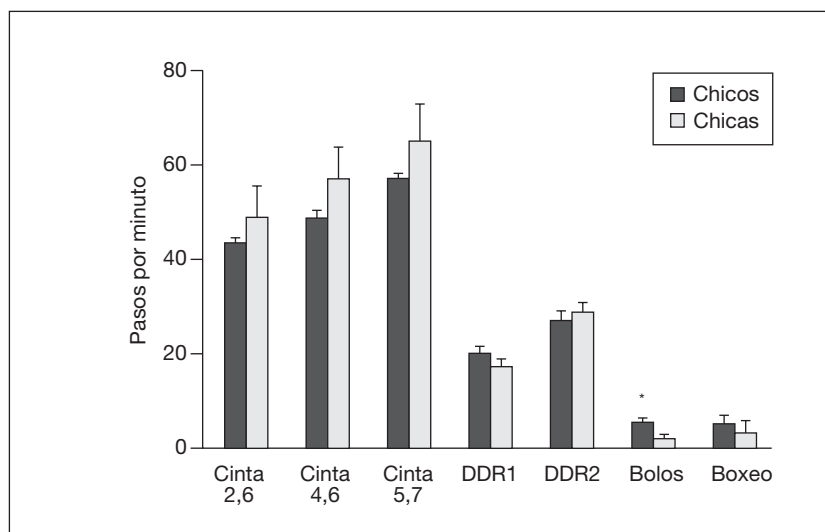


Fig. 2. Ritmo de paso durante la caminata en la cinta continua y los juegos DDR y Wii bolos y boxeo. Las velocidades de caminar en la cinta continua (cinta) fueron 2,6, 4,2 y 5,7 km/h, respectivamente. DDR1: Dance Dance Revolution principiante; DDR2: Dance Dance Revolution básico. *Mayor en los chicos que en las chicas ($p < 0,05$).

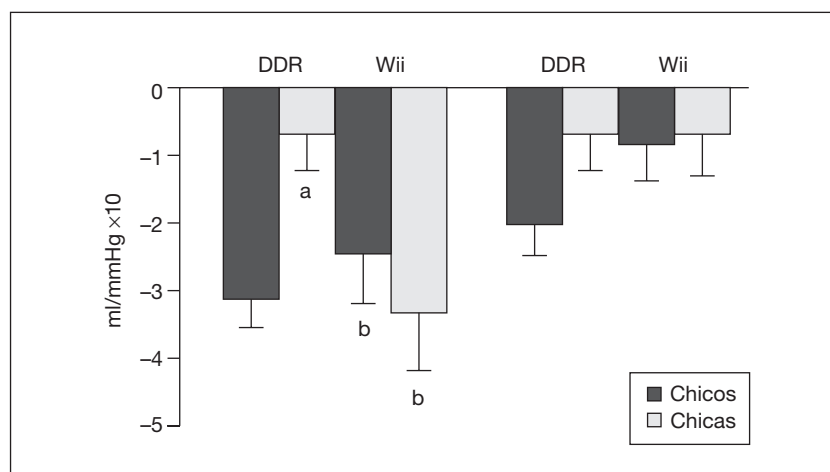


Fig. 3. Cambio de la elasticidad arterial tras el juego DDR y Wii. Izquierda: la elasticidad de las grandes arterias disminuyó en los chicos tras jugar a ambos juegos, pero en las chicas sólo tras jugar con Wii. Derecha: tendencia a una menor elasticidad de las pequeñas arterias en los chicos tras DDR ($p = 0,052$). DDR: Dance Dance Revolution. ^aMayor declinación en los chicos frente a las chicas tras jugar con DDR ($p < 0,02$). ^bValor tras el ejercicio menor que en la situación inicial ($p < 0,02$).

provocaron un gasto energético, una FC y unas respuestas respiratorias similares o mayores que caminar con intensidad moderada (4,2-5,7 km/h). El gasto energético durante estas actividades fue triple respecto al reposo. Este aumento se produjo pese a las claras diferencias de movimientos del tren superior respecto al inferior, con empleo predominante de los brazos en los juegos Wii y mayor actividad de las piernas al caminar y con DDR.

Un aspecto importante del *ejercicio* es el factor de diversión, que puede motivar a algunos usuarios más que los modos de ejercicio tradicionales. Los juegos activos, como DDR o Wii, pueden ofrecer una alternativa a los juegos sedentarios y podrían incorporarse a programas de ejercicio más estructurados como complemento a actividades como caminar o ir en bicicleta. Las recomendaciones actuales son que los niños participen en ≥ 60 min de actividad física moderada o vigorosa la mayor parte de los días de la semana^{16,18}. Según las respuestas fisiológicas y de percepción, jugar con el boxeo de Wii, DDR en forma de DDR2 o caminar a 5,7 km/h puede considerarse como moderadamente intenso. Los niños que realicen estas actividades durante 30 min consumirían ~ 360 a 390 kJ. Aun cuando esto corresponde a una pequeña fracción del consumo energético diario, un desequilibrio energético diario de esta magnitud, considerado como exceso de energía, explica gran parte del actual aumento de obesidad¹⁹ y, por lo tanto, es importante para la regulación del peso corporal.

Las tasas de gasto energético medidas durante la DDR (~ 11 y ~ 13 kJ/min con DDR1 y DDR2, respectivamente) fueron comparables a los ~ 12 kJ/min de estudios anteriores^{11,20} en los que niños de edad similar a los de este estudio (10-12 años de edad) jugaron a un solo nivel de intensidad. Es posible que los jugadores alcancen un mayor gasto energético al ganar experiencia y aumentar el nivel de habilidad, como se ha demostrado en varones estudiantes de bachillerato²¹. Tras un estudio preliminar, se seleccionó el juego de bolos y de boxeo de Wii porque representan un ejercicio de intensidad ligera y moderada, respectivamente. El gasto energético durante el boxeo (12 kJ/min) fue superior en un 50% al del juego de bolos (8 kJ/min).

Con anterioridad, Graves et al¹³ informaron de valores del gasto energético ~ 12 kJ/min tanto con los bolos como con el boxeo, aunque el sistema de detección del movimiento utilizado para calcular el gasto energético probablemente infravalorase la actividad del tren superior. Sin embargo, un trabajo más reciente de estos autores demostró que el gasto energético con el boxeo fue superior al de los bolos, lo que se reflejó por las correspondientes diferencias en el movimiento de los brazos¹². En este estudio, el gasto energético, la FC, la frecuencia respiratoria y la percepción del estudio reflejaron la mayor intensidad metabólica del juego de boxeo frente al de bolos.

Observamos que los niños gastaron más energía que las niñas al jugar a DDR y a los bolos. Esto indica que algunas actividades pueden atraer más a los chicos que a las chicas, porque el gasto energético no difirió durante el reposo, al caminar o en el boxeo. Graves et al¹³ informaron de un mayor gasto energético en los chicos respecto a las chicas al jugar a tenis con Wii. En la actualidad no está clara la razón de estas diferencias, especialmente porque no encontramos diferencias en la FC, y los chicos calificaron su esfuerzo menos que las chicas en todas las actividades. Razonamos que el coste energético al caminar fue similar en los participantes porque la velocidad de la cinta continua fue constante y, por ello, la intensidad de la actividad fue, en gran medida, obligada. El juego de boxeo de Wii obliga a los participantes a actuar constantemente para competir con éxito, mientras que la progresión del juego y el movimiento durante los bolos están autoprogramados y pueden ser más variables. El juego DDR obliga a los participantes a realizar pasos a ritmo fijo para dominar el juego, de forma que las diferencias entre los chicos y las chicas pueden reflejar una distinta motivación o la economía de esfuerzos.

Un novedoso hallazgo fue que la elasticidad de las grandes arterias disminuyó 10 min después de la sesión de juego con DDR y Wii. No conocemos observaciones previas de los efectos agudos de la actividad física sobre la elasticidad arterial en los niños, aunque en los adultos se informó de una disminución

de la elasticidad arterial en respuesta a la contracción isométrica del puño²², el entrenamiento de resistencia²³ y el ejercicio en bicicleta de intensidad moderada²⁴. El cambio de la elasticidad arterial puede estar relacionado con la intensidad del modo de ejercicio previo a la medición porque la magnitud del cambio tras la sesión DDR fue mayor en los chicos, que también gastaron más energía jugando que las chicas. En comparación, durante la sesión de juego Wii, los chicos y las chicas tuvieron un gasto energético similar al jugar a boxeo y cambios similares en la elasticidad de las grandes arterias. En conjunto, la declinación de la elasticidad mostró una asociación inversa con el aumento del gasto energético respecto al reposo durante DDR2 y boxeo, respectivamente. Es importante destacar que, pese a la brusca disminución de la elasticidad arterial como respuesta al *ejercicio*, este estudio no demuestra con claridad cuánto tiempo dura este cambio. Con el entrenamiento reiterado podría esperarse una mayor elasticidad en reposo, porque la forma física aeróbica y el antecedente de una gran actividad física muestran una asociación positiva con la distensibilidad arterial en los niños de 9 a 11 años de edad^{25,26}. Todavía no se sabe si el empleo regular de juegos DDR o Wii podría provocar cambios prospectivos de la elasticidad arterial en reposo en los niños ni cómo se puede comparar esta situación con otras formas de actividad.

CONCLUSIONES

Los videojuegos que fomentan la actividad aumentan el gasto energético de forma equivalente a caminar de intensidad moderada. Estos nuevos videojuegos tienen la capacidad de atraer a los niños para aumentar su actividad física y podrían ser de especial valor para individuos sumamente sedentarios o los que rechazan las formas tradicionales de ejercicio. Aunque se han publicado lesiones al utilizar estos nuevos sistemas de juego^{27,28}, son similares a las lesiones por abuso o accidentales de cualquier tipo de actividad física. Dado el creciente número de niños con sobrepeso, es importante fomentar el ejercicio diario de diversos tipos. Es necesario realizar más investigaciones acerca del impacto sobre la composición corporal y el control cardiometabólico al incorporar los videojuegos activos a un programa de ejercicio para niños obesos o con sobrepeso.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por la beca P20RR024215 del National Center for Research Resources (a la Dra. Short). El programa Children's Medical Research Institute Brann Summer Scholar (al Dr. Graf) y el Harold Hamm Oklahoma Diabetes Center ofrecieron financiación adicional.

BIBLIOGRAFÍA

- Power C, Lake JK, Cole TJ. Measurement and long-term health risks of child and adolescent fatness. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1997;21(7):507-26.
- Fagot-Campagna A, Pettitt DJ, Engelgau MM, et al. Type 2 diabetes among North American children and adolescents: an epidemiologic review and a public health perspective. *J Pediatr*. 2000;136(5):664-72.
- Ekelund U, Sjöström M, Yngve A, et al. Physical activity assessed by activity monitor and doubly labeled water in children. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(2):275-81.
- Bouten CV, Verboeket-van de Venne WP, Westerterp KR, Verduin M, Janssen JD. Daily physical activity assessment: comparison between movement registration and doubly labeled water. *J Appl Physiol*. 1996;81(2):1019-26.
- Hoos MB, Plasqui G, Gerver WJM, Westerterp KR. Physical activity level measured by doubly labeled water and accelerometry in children. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89(6):624-6.
- Watts K, Beye P, Siafarikas A, et al. Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43(10):1823-7.
- Watts K, Beye P, Siafarikas A, et al. Effects of exercise training on vascular function in obese children. *J Pediatr*. 2004;144(5):620-5.
- Shaibi GQ, Cruz ML, Ball GD, et al. Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(7):1208-15.
- Schlumpf M, Eiholzer U, Gyax M, et al. A daily comprehensive muscle training programme in obese lean mass and spontaneous activity in children with Prader-Willi syndrome after 6 months. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2006;19(1):65-74.
- Dowda M, Ainsworth BE, Addy CL, Saunders R, Riner W. Environmental influences, physical activity, and weight status in 8- to 16-year-olds. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2001;155(6):711-7.
- Lanningham-Foster L, Jensen TB, Foster RC, et al. Energy expenditure of sedentary screen time compared with active screen time for children. *Pediatrics*. 2006;118(6). Disponible en: www.pediatrics.org/cgi/content/full/118/6/e1831
- Graves LE, Ridgers ND, Stratton G. The contribution of upper limb and total body movement to adolescents' energy expenditure whilst playing Nintendo Wii. *Eur J Appl Physiol*. 2008;104(4):617-23.
- Graves L, Stratton G, Ridgers ND, Cable NT. Comparison of energy expenditure in adolescents when playing new generation and sedentary computer games: cross sectional study. *BMJ*. 2007;335(7633):1282-4.
- Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, et al. 2000 CDC growth charts for the United States: methods and development. *Vital Health Stat 11*. 2002;(246):1-190.
- Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377-81.
- Barlow SE; Expert Committee. Expert Committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics*. 2007;120(Suppl 4):S164-S92.
- National High Blood Pressure Education Program, Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2004;114(2):555-76.
- Institute of Medicine. Preventing childhood obesity: health in the balance. Washington, DC: National Academies Press; 2005.
- Hill JO, Wyatt HR, Reed GW, Peters JC. Obesity and the environment: where do we go from here? *Science*. 2003;299(5608):853-5.
- Unnithan VB, Houser W, Fernhall B. Evaluation of the energy cost of playing a dance simulation video game in overweight and nonoverweight children and adolescents. *Int J Sports Med*. 2006;27(10):804-9.
- Sell K, Lillie T, Taylor J. Energy expenditure during physically interactive video game playing in male college students with different playing experience. *J Am Coll Health*. 2008;56(5):505-11.
- Lydakis C, Momen A, Blaha C, et al. Changes of elastic properties of central arteries during acute static exercise and lower body negative pressure. *Eur J Appl Physiol*. 2008;102(6):633-41.

Graf DL et al. Jugar con videojuegos activos aumenta el gasto de energía de los niños

23. Heffernan KS, Collier SR, Kelly EE, Jae SY, Fernhall B. Arterial stiffness and baroreflex sensitivity after bouts of aerobic and resistance exercise. *Int J Sports Med.* 2007;28(3):197-203.
24. Sharman JE, McEniery CM, Campbell RI, et al. The effect of exercise on large artery haemodynamics in healthy young men. *Eur J Clin Invest.* 2005;35(12):738-44.
25. Reed KE, Warburton DER, Lewanczuk RZ, et al. Arterial compliance in young children: the role of aerobic fitness. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2005;12(5):492-7.
26. Schack-Nielsen L, Molgaard C, Larsen D, Martyn C, Michaelsen KF. Arterial stiffness in 10-year-old children: current and early determinants. *Br J Nutr.* 2005;94(6):1004-11.
27. Cowley AD, Minnaar G. Watch out for Wii shoulder. *BMJ.* 2008;336(7636):110.
28. Peek AC, Ibrahim T, Abunasra H, Waller D, Natarajan R. White-out from a Wii: traumatic haemothorax sustained playing Nintendo Wii. *Ann R Coll Surg Engl.* 2008;90(6):W9-10.