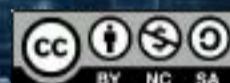


Respuestas cardiovasculares al ejercicio con un circuito funcional mediado por tecnología en estudiantes universitarios: estudio piloto

Cardiovascular responses to exercise with a technology-mediated functional circuit in university students: pilot study



Olga Cecilia **Vargas Pinilla**
Luisa Fernanda **García Salazar**
Jose Ivan **Alfonso Mantilla**



MCT Volumen 14 #1 Enero-Junio

MCT

Movimiento Científico

ISSN-I: 2011-7191 | e-ISSN: 2463-2236

Publicación Semestral

ID: 2011-7191.mct.14102

Title: Cardiovascular responses to exercise with a technology-mediated functional circuit in university students: pilot study

Título: Respuestas cardiovasculares al ejercicio con un circuito funcional mediado por tecnología en estudiantes universitarios: estudio piloto

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Cardiovascular responses to exercise with a technology-mediated functional circuit in university students: pilot study

[es]: Respuestas cardiovasculares al ejercicio con un circuito funcional mediado por tecnología en estudiantes universitarios: estudio piloto

Author (s) / Autor (es):

Olga Cecilia Vargas Pinilla
Luisa-Fernanda García-Salazar
Jose Ivan Alfonso Mantilla

Keywords / Palabras Clave:

[en]: Low-back region pain, physiotherapy modality, Occupational Health Program

[es]: Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad; Ejercicio en Circuitos; Realidad Virtual; Exergaming

Submitted: 7-11-2019

Accepted: 31-07-2019

Resumen

Introducción: La tecnología basada en video juegos activos es una herramienta atractiva para la realización de actividad física, adicionar esta tecnología a un circuito funcional promueve la integración de estímulos visuales, auditivos, propioceptivos y genera una respuesta aeróbica. Este estudio piloto tuvo como objetivo evaluar la respuesta cardiovascular de estudiantes universitarios, a través de un circuito que incluye actividades con X-box Kinect y Fitlight trainer™. **Materiales y métodos:** Estudio descriptivo, que incluyó, mediante convocatoria abierta, estudiantes de una institución universitaria entre 18 y 25 años, aparentemente sanos, quienes realizaron un circuito conformado por 4 estaciones, el cual repetían tres veces con un minuto de recuperación, para una duración total de 38 minutos. Se evaluaron las variables de frecuencia cardiaca (FC), esfuerzo percibido y porcentaje de la FC alcanzada con respecto a la FC máxima calculada. **Resultados:** 13 participantes, 8 hombres y 5 mujeres, clasificados en activos y sedentarios, alcanzaron durante el entrenamiento niveles de intensidad moderada a alta, cercana a un 90% de la FC máxima; en cuanto al esfuerzo percibido ambos grupos clasificaron la actividad como "intensa". **Conclusiones:** El circuito funcional propuesto estimula el umbral aeróbico en población activa y sedentaria. Esto puede estar relacionado con la alta intensidad manejada en el circuito en un corto periodo de tiempo, además de la exigencia muscular durante el uso de elementos virtuales como el X-box Kinect. Es posible generar programas de ejercicio con el uso de tecnología que sean novedosos y atractivos en la población joven, para reducir el sedentarismo.

Citar como:

BVargas Pinilla, O. C., García-Salazar, L. ., & Alfonso Mantilla, J. I. (2020). Respuestas cardiovasculares al ejercicio con un circuito funcional mediado por tecnología en estudiantes universitarios: Estudio piloto . *Movimiento Científico*, 14 (1), [pgIn]-[pgOut]. Obtenido de: <https://revmovimientocientifico.iber.edu.co/article/view/1725>

Olga Cecilia **Vargas Pinilla**Source | Filiación:
Universidad del RosarioBIO:
Magister en Ejercicio y Rehabilitación en Deporte. Universidad del Rosario, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Grupos de investigación Ciencias de la RehabilitaciónCity | Ciudad:
Bogotá DC [co]e-mail:
Olga.Vargas@urosario.edu.coLuisa-Fernanda **García-Salazar**Source | Filiación:
Universidad del RosarioBIO:
Magister en Fisioterapia. Universidad del Rosario, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Grupos de investigación Ciencias de la RehabilitaciónCity | Ciudad:
Bogotá DC [co]e-mail:
luisafe.garcia@urosario.edu.coJose Ivan **Alfonso Mantilla**Source | Filiación:
Universidad del RosarioBIO:
Fisioterapeuta Universidad del Rosario, Fisioterapeuta Club deportivo la Equidad SegurosCity | Ciudad:
Bogotá DC [co]e-mail:
josealfonso25@hotmail.com

Respuestas cardiovasculares al ejercicio con un circuito funcional mediado por tecnología en estudiantes universitarios: estudio piloto

Cardiovascular responses to exercise with a technology-mediated functional circuit in university students: pilot study

Olga Cecilia **Vargas Pinilla**
Luisa Fernanda **García Salazar**
Jose Ivan **Alfonso Mantilla**

Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), las enfermedades cardiovasculares definidas como un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos, son la principal causa de mortalidad en todo el mundo (Organización Mundial de la Salud, 2017). Dichas enfermedades afectan en mayor medida a los países de bajos y medianos ingresos, siendo la causa del 80% de las defunciones. Según datos estadísticos se estima que 17,5 millones de personas murieron por enfermedades cardiovasculares en el año 2012, lo cual representa el 31% de todas las muertes registradas en el mundo (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Uno de los pilares en la prevención y tratamiento para este tipo de enfermedades es la práctica de actividad física de forma regular. En la actualidad, la tecnología basada en video juegos activos se ha convertido en una herramienta atractiva para la realización de actividad física, debido a que integran elementos como: motivación, adaptabilidad y variabilidad en los entrenamientos (Gatica-Rojas & Méndez-Rebolledo, 2014); (Holden, 2005), además de aumentar el consumo de energía (Gibbon, McNeil, Jay, Tremblay, & Chaput, 2015); (Howe, Barr, Winner, Kimble, & White, 2015).

Entre los dispositivos virtuales utilizados para realizar programas de entrenamiento motor, cardiovascular y recuperación funcional se encuentran el Fitlight Trainer™, Wii, Xbox Kinect con juegos como “Kinect adventures”, “Kinect Sports” y “Just dance” (Clevenger & Howe, 2015); (Mellecker & McManus, 2014). La evidencia reporta que estos nuevos dispositivos pueden ser usados en procesos de entrenamiento cardiovascular, debido a que los equipos tecnológicos permiten recopilar información y controlar variables de entrenamiento como intensidad y el tipo actividad de entrenamiento (Barry, y otros, 2016); (Clevenger & Howe, 2015).

Se ha reportado que el entrenamiento cardiovascular con el uso de dispositivos virtuales, permite realizar un ejercicio de intensidad cercana al 75% de la frecuencia cardiaca máxima, lo cual estimula la activación de sistemas energéticos que usan sustratos como los lípidos (Barry, y otros, 2016); (Clevenger & Howe, 2015); (Mellecker & McManus, 2014). Se reporta que el entrenamiento a través de estos, se equipara a niveles de esfuerzo físico de 4 MET, comparándose con actividades como correr o levantar diversos tipos de carga (Barry, y otros, 2016); (Lu, y otros, 2016); (Sanders, Peacock, Gish, Brock, & Volpenhein, 2015).

Por otro lado, en fisioterapia, se ha diseñado como estrategia terapéutica la modalidad de entrenamiento funcional, que está conformado por pequeñas estaciones en donde se realizan ejercicios relacionados con las actividades de la vida diaria que incluyen: coordinación, equilibrio, fortalecimiento y entrenamiento aeróbico, con el fin de promover el aprendizaje motor y por lo tanto mejorar habilidades específicas (Alfonso Mantilla & Martinez Santa, 2015); (Straudi, y otros, 2014). Adicionar tecnología basada en video juegos activos a estos circuitos podría promover la integración de diferentes estímulos visuales, auditivos y propioceptivos, además de generar una respuesta cardiovascular suficiente para llegar a un nivel aeróbico sub máximo con efectos de entrenamiento (Clevenger & Howe, 2015); (Mellecker & McManus, 2014).

El uso de video juegos activos tiene un alto potencial para motivar a las personas de diferentes edades para ser más activos físicamente al realizar una actividad que disfruta (Allender, Cowburn, & Foster, 2006); (García Puello, Herazo Beltrán, & Tuesca Molina, 2015); además, se ha demostrado que en adultos jóvenes previamente sedentarios el exergaming puede motivar y generar el hábito para hacer ejercicio con intensidad moderada (Rosney & Horvath, 2018). Sin embargo, actualmente no se cuenta con un consenso para la utilización de este tipo de tecnología inmersa en un circuito, que podría ser considerada como una estrategia de entrenamiento cardiovascular aeróbico.

De acuerdo a lo anterior, este estudio piloto tuvo como objetivo evaluar la respuesta cardiovascular inmediata de estudiantes universitarios, a través de un protocolo experimental, diseñado como circuito, que incluye actividades con X-box Kinect y Fitlight trainer™. Estos resultados permitirán plantear la inclusión de circuitos basados en tecnología dentro de las sesiones de entrenamiento, que no solo motiven a la población más sedentaria, sino que también favorezcan el acondicionamiento cardiovascular.

Materiales y métodos

Este es un estudio piloto con un diseño descriptivo observacional, para evaluar la respuesta del sistema cardiovascular ante la realización de un circuito que consta de 4 estaciones, e incluye el uso de tecnología y videojuegos.

La muestra se conformó a partir de una convocatoria abierta con el mecanismo de voz a voz a estudiantes de distintos semestres en una institución universitaria. Fueron incluidos los estudiantes que estuvieron de acuerdo en participar firmando el consentimiento informado y que cumplieron los siguientes criterios: (1) edad entre 18 y 25 años y (2) aparentemente sanos. Como criterios de exclusión se estableció: (1) mujeres en condición de embarazo; (2) traumatismo de ligamentos o cirugías ortopédicas recientes; (3) o con antecedentes de hipoglicemia o hipertensión.

Para determinar el nivel de actividad física de los participantes, se aplicó el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) versión corta, el cual es un test con niveles de confiabilidad y validez adecuados para la medición del nivel de actividad física en población adulta (Mantilla Toloza & Gómez-Conesa, 2007). De acuerdo con los resultados, los participantes que reportaban un nivel mayor de 600 METS en siete días se clasificaron en activos, e inactivos aquellos que reportaron un nivel menor de este valor en el mismo periodo de tiempo. Según el IPAQ, sujetos activos son los que realizan ejercicio físico mínimo 3 veces a la semana, que podría ser un deporte, correr, trotar, montar bicicleta o ir al gimnasio con una intensidad moderada, por un tiempo mínimo de 150 minutos a la semana.

Variables

Se utilizó un instrumento para la recolección específica de datos de los participantes donde se identificó en primera instancia las características sociodemográficas como la edad y género de los participantes. En segunda instancia, fueron medidas las características antropométricas que incluyeron talla en cm realizado con el tallmetro SECA 216, peso en Kg con la báscula TANITA® calibrada previamente, y con estos datos se calculó el índice de masa corporal (IMC) según la fórmula peso/altura² (Organización Mundial de la Salud, 2020). Como variables de seguimiento del estado cardiovascular se evaluaron la tensión arterial de forma manual con un tensiómetro marca HONSUN, saturación arterial de oxígeno, con un oxímetro digital de marca TRUE LIFE y la frecuencia respiratoria antes y después de la realización del circuito.

Como variables dependientes, indicadoras de la respuesta cardiovascular al protocolo propuesto fueron consideradas la frecuencia cardiaca (FC) tomada con el dispositivo Polar® FT 60M y el esfuerzo percibido según la escala de Borg modificada, medidas

antes, durante y después de la realización del circuito; y el porcentaje de la frecuencia cardíaca alcanzada, con respecto a la frecuencia cardíaca máxima calculada según la fórmula de Tanaka (Tanaka, Monahan, & Seals, 2001). Estas variables fueron medidas por un solo investigador adecuadamente capacitado.

Protocolo

Posterior a la evaluación de las variables, al participante se le explicó y demostró el circuito que debía realizar, el cual estaba conformado por 4 estaciones. La duración total del circuito fue de 12 minutos, cada voluntario debía repetir el circuito tres veces, con un minuto de recuperación (*caminata*) al terminar el circuito, para una duración total aproximada de ejercicio de 38 minutos. Durante la realización del circuito, el registro de la FC y la escala Borg correspondientes a las variables “durante la actividad” se tomaron a los 19 minutos después de iniciado el circuito. Al finalizar el protocolo se evaluaron inmediatamente todas las variables. A continuación, se describen cada una de las estaciones que conforman 1 circuito:

Estación 1.

Trabajo de velocidad, tiempo de reacción, agilidad y resistencia anaeróbica, usando el dispositivo Fitlight Trainer™ el cual es un sistema de entrenamiento de reacción inalámbrico compuesto por 8 luces LED RGB controlados por una tableta. El voluntario debía tocar las luces para apagarlas lo más rápido posible, las cuales se encendían de manera aleatoria, la duración de la actividad fue de 2 minutos (Figura 1).

Estación 2.

Skipping lateral continuo por un minuto, teniendo como referencia los Pods terapéuticos para establecer la distancia, tiempo total 1 minuto (Figura 1).

Estación 3.

Sobre Bosu terapéutico, doce sentadillas con hombros en flexión de 90°, mientras sostenía en las manos el Magic Circle de Aero Pilates® (Figura 1). El promedio de duración de este ejercicio fue de 1 minuto. A través de comandos verbales, se incentivaba al Participante para mantener el ritmo del ejercicio (Figura1).

Estación 4.

Juego Kinect Adventures® en XBOX Kinect, por un periodo de 5 minutos.

Figura 1. Representación del circuito, Fuente de elaboración propia 2018

Análisis estadístico

Para el análisis de las variables se utilizó el software SPSS versión 24,0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). El test-t independiente se utilizó para relacionar talla, peso, índice de masa corporal (IMC) y edad entre los grupos. La variable frecuencia cardíaca demostró normalidad y homogeneidad posterior a los test de Shapiro Wilk y Levene respectivamente ($p>0,05$). Para establecer la diferencia de la frecuencia cardíaca en cada momento y entre los grupos, se realizó un ANOVA Two Way mixto considerándose un nivel de significancia $p<0.05$

Los datos obtenidos con la aplicación de la escala de Borg no presentaron normalidad ni homogeneidad, por lo tanto, se utilizó el test Mann Whitney para hacer la comparación entre grupos. Para el esfuerzo percibido en los tres momentos según la escala Borg, se utilizó el test de Friedman con post hoc Wilcoxon considerándose un nivel de significancia $p<0.017$.

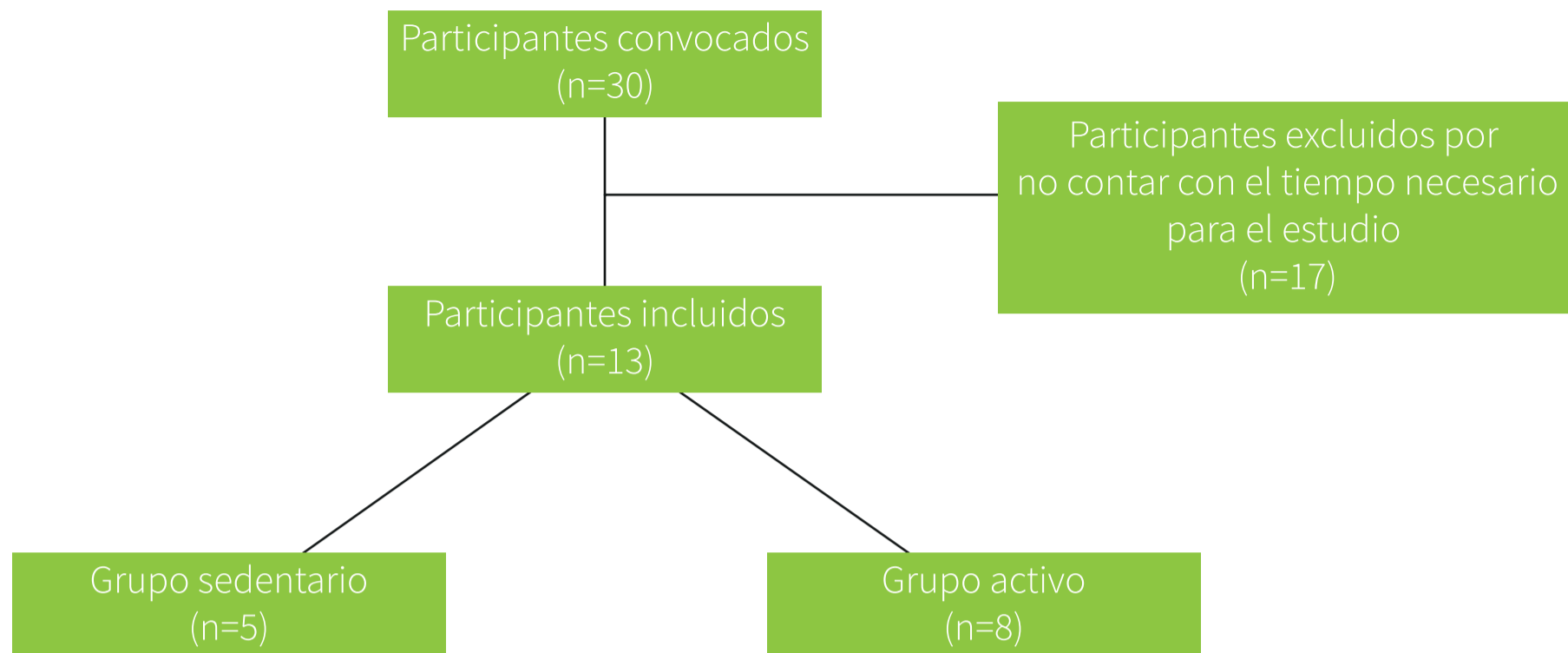
Consideraciones éticas

El estudio se realizó en cumplimiento de las guías internacionales de Buenas Prácticas Clínicas y de acuerdo con los principios éticos definidos por la Declaración de Helsinki. Fue considerado de riesgo mínimo, según la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia y los participantes firmaron el consentimiento informado.

Resultados

La figura 2 representa el flujograma de la distribución de los participantes. Treinta estudiantes respondieron a la convocatoria, de los cuales solo 13 aceptaron participar en el estudio; ocho individuos conformaron el grupo activo y cinco el grupo sedentario.

Figura. Flujograma inclusión participantes



El grupo sedentario estaba conformado por 3 mujeres y 2 hombres con una edad promedio de 18.8 años, talla 1.69 m, peso 62.2 Kg y un índice de masa corporal (IMC) de 22 kg/cm²; a diferencia del grupo activo compuesto por 2 mujeres y 6 hombres con edad promedio de 19 años, talla de 1.71 m, peso de 59.6 Kg y el IMC de 20.2 kg/cm². Entre los grupos no hubo diferencia significativa en estas variables (tabla 1).

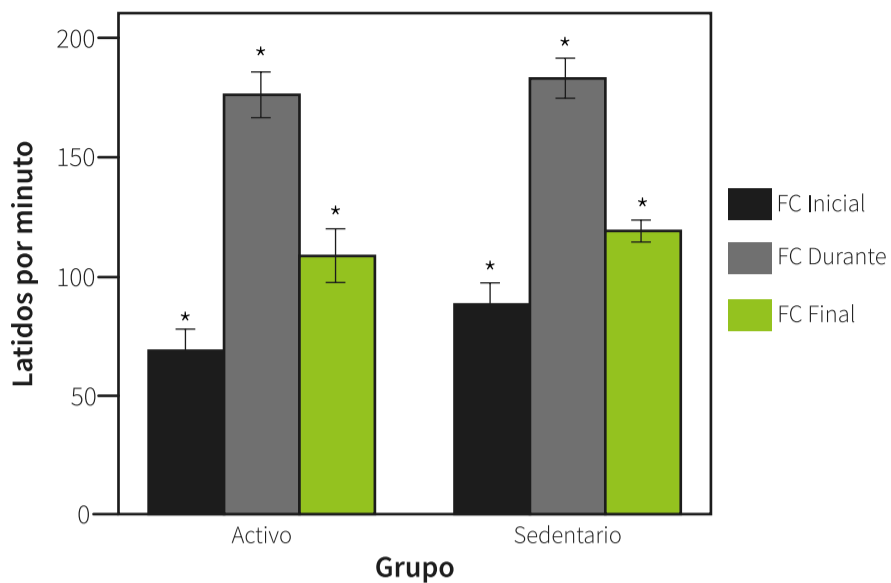
Tabla 1. Características sociodemográficas

Variable	Grupo activo	Grupo sedentario	p
Edad (años) ¹	9 ± 0.71	8.8 ± 0.81	.0
Sexo (F/M)	2-jun3	-feb	N/A
Talla (m) ¹	.71 ± 0.10	1.69 ± 0.090	.41
Peso (kg)	59.6 ± 7.5	62.2 ± 9	0.28
IMC (kg/cm ²)	20.2 ± 1.7	22 ± 4.4	0.68

Datos mostrados en media y desviación standard. F: Femenino; M: masculino; N/A: no aplica. IMC: índice de masa corporal.

Al inicio del estudio eran comparables los grupos con relación a las variables de control del estado cardiovascular. La FC inicial del grupo sedentario registró una frecuencia cardiaca de 87.4 ± 9.6 latidos por minuto y el grupo activo de 67.6 ± 10 (p=0.00), lo cual indica una mejor condición aeróbica de este grupo, que se puede relacionar con la adaptación a la actividad física (figura 3). La frecuencia cardiaca durante la prueba en el grupo sedentario fue de 182.8 ± 8.31 latidos por minuto y del grupo activo de 175.75 ± 9.45. La FC final fue de 118.6 ± 4.5 y de 108.3 ± 11.19 para el grupo sedentario y activo respectivamente. No se evidenciaron diferencias significativas entre los dos grupos en estos dos momentos (p>0.05) (figura 3). Sin embargo, en ambos grupos el valor de la FC durante y al final del circuito aumentó significativamente en comparación a la FC inicial, observándose además una diferencia significativa entre cada uno de estos momentos para ambos grupos (p=0.00). La FC durante (registrada a los 19 minutos de iniciado el circuito) fue la que mostró un mayor aumento en la realización del circuito (figura 3).

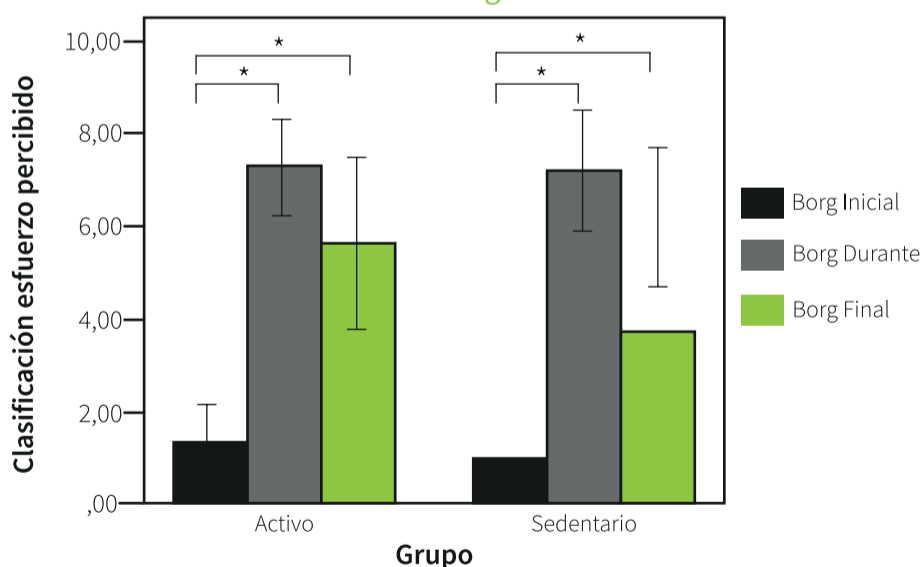
Figura 3. Frecuencia cardiaca durante el circuito. Los datos se muestran en promedio con la desviación estándar. $p < 0.05$ comparado con el grupo sedentario en el mismo momento. * $p < 0.05$ comparado con los otros momentos en el mismo grupo.



En relación al porcentaje de la frecuencia cardiaca alcanzada durante el circuito, con respecto a la frecuencia cardiaca máxima calculada según la fórmula de Tanaka, se observó que esta variable alcanzó en ambos grupos el 90% y no hubo diferencias significativas entre ellos.

Para el esfuerzo percibido durante y al finalizar el circuito según la escala de Borg modificada, el grupo activo refirió sentir que estaba haciendo menos esfuerzo en comparación con el grupo sedentario, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa. Sin embargo, fue evidente un aumento significativo del esfuerzo percibido durante ($p=0.00$) y al finalizar el circuito ($p=0.00$), en comparación con la percepción al inicio de la actividad (figura 4), clasificando la actividad como “intensa”. Al finalizar el circuito el promedio del esfuerzo percibido para el grupo sedentario fue de 6.2 ± 1.48 y del grupo activo de 5.63 ± 1.85 sin presentar diferencias significativas ($p > 0.017$) (figura 4).

Tabla 1. Características sociodemográficas



Con relación a las variables de seguimiento, la tensión arterial fue similar en ambos grupos antes y después del circuito, sin embargo, al finalizar fue evidente un aumento de la tensión arterial en comparación con el valor inicial. En ambos grupos, el promedio de la tensión arterial sistólica inicial fue de 103.31 ± 8.85 mmHg y la final de 114.23 ± 7.46 mmHg, mientras que la tensión arterial diastólica inicial fue de 69.54 ± 12.6 mmHg y la final de 84.46 ± 8.08 mmHg. Con respecto a la saturación de oxígeno al inicio y al finalizar el circuito, se mantuvo en valores normales, por encima del 90%, en todos los participantes en ambos grupos. La frecuencia respiratoria al iniciar el circuito se encontraba con valores de normalidad (valor entre 12 a 20 respiraciones por minuto) y al finalizar se observó un ligero aumento en un rango de 20 a 24 respiraciones por minuto, para ambos grupos (datos no mostrados).

Discusión

Los bajos niveles de actividad física presentes en la sociedad moderna se asocian con el incremento de enfermedades crónicas no transmisibles como la diabetes, enfermedad coronaria, diabetes tipo 2, cáncer de mama y de colon; además se considera que causa el 9% de la mortalidad prematura (Lee, y otros, 2012).

Una estrategia que busca incrementar los niveles de actividad física, utiliza tecnología basada en video juegos activos, lo que también ha sido llamado “exergaming”. Este estudio evaluó la respuesta cardiovascular de un grupo de estudiantes universitarios, a un circuito de ejercicios que incluye actividades con X-box Kinect y Fitlight trainer™. Los resultados muestran que se alcanzan niveles de intensidad moderada a alta, cercana a un 90% de la FC máxima, lo que muestra que un ejercicio en forma de circuito que incluya actividades con video juegos, permite generar respuestas cardiovasculares intensas, tanto en individuos sedentarios como activos, indicadores de un trabajo aeróbico elevado (Thompson, Arena, Riebe, & Pescatello, 2013).

Estos resultados son mejores comparados con lo reportado por (Moholdt, Weie, Chorianopoulos, Wang, & Hagen, 2017), en un estudio con jóvenes universitarios que practicaron un video juego que incluía pedalear una bicicleta estática y caminata enérgica por quince minutos; ellos alcanzaron valores promedio de 73% de la FC máxima durante el video juego, y una FC máxima de 57% durante la caminata (Moholdt, Weie, Chorianopoulos, Wang, & Hagen, 2017). A pesar de que éste estudio incluyó un video juego que al parecer genera un mayor esfuerzo, es posible que la mayor intensidad alcanzada en el protocolo propuesto en el presente estudio esté relacionada con la variabilidad de ejercicios propuestos, los cuales incluyen la activación de varios y diferentes grupos musculares, por lo que hay un mayor incremento del consumo de oxígeno y por lo tanto de la respuesta cardiovascular (Joyner & Casey, 2015); además de contar con menores intervalos de descanso entre cada ciclo del circuito.

Los valores obtenidos en la FC final, la cual se obtuvo posterior a la culminación de la tercera repetición del circuito, son menores en comparación con la FC durante el mismo. Estos resultados pueden estar asociados con la finalización del circuito con la actividad del Xbox Kinect, que pudo contribuir con el periodo de vuelta a la calma y la disminución de la FC relacionado con el tipo de trabajo realizado con el video juego, el cual no incluye actividades de resistencia muscular como el ejecutado en el resto del circuito. Estos resultados difieren a lo reportado por Tietjen & Devereux (2019), quienes compararon las demandas físicas de un ejercicio en adultos jóvenes saludables que incluía el X-box Kinect con la banda sin fin y encontraron que el video juego puede generar una respuesta cardiovascular igual o mayor, la cual puede ser clasificada de moderada a vigorosa medido a través de la FC máxima (Tietjen & Devereux, 2019).

El aumento significativo de la FC durante el circuito en relación a los otros momentos de medición puede estar asociado a que esta variable se midió inmediatamente después de terminar la estación del Bosu, que requiere mantener el equilibrio a través de contracción isométrica prolongada de miembros inferiores e incluía el uso del Magic circle exigiendo una actividad muscular adicional de los miembros superiores, lo que genera un mayor gasto energético y exigencia al sistema cardiovascular (Behm & Colado, 2013); (Moreira, y otros, 2017).

La escala del esfuerzo percibido, conocida como la escala de Borg, es la más utilizada para establecer el nivel de esfuerzo físico que una persona siente que está realizando en una actividad en particular; determina de una manera muy sencilla la intensidad gracias a la capacidad que la persona tiene de poder clasificar el grado de esfuerzo que está haciendo (Coquart, Garcin, Parfitt, Tourny-Chollet, & Eston, 2014). Existe una relación entre esta escala y la FC, e incluso con el consumo de oxígeno (VO_2), esta relación es lineal e independiente de la edad y el sexo. El valor obtenido en la escala se utiliza junto con la FC máxima predicha según la edad, para estimar en adultos activos y sedentarios el nivel de VO_2 máximo (Coquart, Garcin, Parfitt, Tourny-Chollet, & Eston, 2014); (Faulkner, Parfitt, & Eston, 2007). En el presente estudio, la escala de Borg mostró un aumento significativo

del esfuerzo percibido en ambos grupos durante y al finalizar el circuito (figura 3); aunque el grupo activo refirió sentir que estaba haciendo menos esfuerzo en comparación con el grupo sedentario, ambos clasificaron la actividad como “intensa”. Se puede inferir, que los requerimientos de oxígeno durante la realización del circuito incrementaron considerando el aumento de la FC y el valor de la escala de Borg durante la ejecución del protocolo, ya que según lo reportado en la literatura estos valores muestran una relación lineal (Coquart, Garcin, Parfitt, Tourny-Chollet, & Eston, 2014); (Faulkner, Parfitt, & Eston, 2007). Estos resultados pueden ser utilizados para establecer el valor del VO₂ y determinar los cambios en el sistema cardiopulmonar generados a través del circuito, así que esta propuesta puede ser utilizada como una estrategia para incluir en el entrenamiento cardiovascular utilizado para la prevención y/o tratamiento de enfermedades cardiovasculares.

A pesar de obtener una disminución en la FC al finalizar el circuito, el esfuerzo percibido según los participantes se mantuvo en “intenso”, esto se puede relacionar con el hecho que en la parte final del circuito ellos realizaron la actividad que incluía exergaming, y aunque aparentemente disminuye su intensidad en relación a la FC, la percepción por parte de los participantes es intensa debido a la modalidad del ejercicio (de resistencia en conjunto con exergaming), con el que probablemente no están familiarizados y de esta manera genera una percepción subjetiva sobrevalorada de esfuerzo generado durante la actividad (Swart, Lamberts, Lambert, & Lambert, 2009).

En relación a los resultados similares en ambos grupos, es posible afirmar que el circuito propuesto, logra estimular el umbral aeróbico en población activa y sedentaria de forma aguda. Esto puede estar relacionado con la alta intensidad manejada en el circuito en un corto periodo de tiempo; además es probable que los niveles de actividad física realizada por los participantes clasificados como activos según el IPAQ, solo alcance niveles de intensidad leve a moderada de larga duración, por lo tanto, incluir circuitos como el propuesto en el presente estudio, podrían generar repuestas cardiovasculares intensas.

Este protocolo puede ser usado como estrategia para incluir en un programa por intervalos de alta intensidad que promueve y mantiene la salud, teniendo en cuenta las recomendaciones realizadas por el Colegio Americano de Medicina del Deporte, al ser una actividad que alcanza intensidades vigorosas durante 30 minutos de ejercicio (Haskell, y otros, 2007), además de generar motivación, así como desafío físico y cognitivo en adultos jóvenes. Actualmente se ha propuesto el entrenamiento por intervalos de alta intensidad, definido como sesiones repetidas de ejercicio intermitente relativamente breve, a menudo realizado con un esfuerzo “total” o en una intensidad cercana a la que provoca un pico máximo de VO₂ (90% del VO₂ máximo) (Gibala & McGee, 2008). Se ha evidenciado que este tipo de entrenamiento en jóvenes sanos físicamente activos, conduce a mejoras en las capacidades físicas aeróbicas, además de aumentar la resistencia muscular en mayor medida que un entrenamiento de resistencia convencional (Milanović, Sporiš, & Weston, 2015).

También es importante considerar que el entrenamiento con dispositivos virtuales debe prescribirse a una intensidad del 55 a 75% del pico de VO₂, 5 veces por semana, tiempo de sesión 30 minutos y una duración de mínimo 3 semanas para alcanzar resultados satisfactorios en variables de entrenamiento cardiovascular como tensión arterial, frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno. Además, se debe considerar el circuito como la actividad central e incluir una etapa de calentamiento y enfriamiento.

De acuerdo con lo anterior, los resultados del presente estudio sugieren que la inclusión de dispositivos virtuales podría diseñarse en forma de un circuito que use elementos como el X-box Kinect por cortos periodos de tiempo, y que este circuito es efectivo para generar repuestas cardiovasculares relacionadas con la capacidad aeróbica y resistencia, lo cual hace de este tipo de trabajo ideal para el acondicionamiento físico.

El mundo está en constante cambio y la tecnología lo hace de igual manera; es por eso que estos avances deben ser aprovechados por los profesionales de la salud para generar programas de ejercicio atractivos

basados en tecnología, que reduzcan el sedentarismo y aumenten los niveles de actividad física a través de propuestas novedosas de intervención para ser usadas a lo largo del ciclo vital.

Las limitaciones de este estudio están relacionadas con el tamaño pequeño de la muestra ya que el número de estudiantes que respondieron al llamado fue bajo, sin embargo, este es un estudio piloto, cuyos resultados permiten explorar y conocer de manera preliminar el efecto de este tipo de ejercicio, por lo que se espera continuar con un estudio que incluya una mayor muestra. De otra parte, incluir la medición de otras variables que complementen la evaluación del estado cardiovascular pulmonar durante la ejecución del circuito para tener un mayor conocimiento de la respuesta, así como la evaluación objetiva de la frecuencia cardiaca máxima con una prueba de esfuerzo y la comparación con valores de frecuencia cardiaca máxima calculada con otras fórmulas presentadas en la literatura como la de Gellish, Fairbairn o Morris, de acuerdo con la población en estudio (Cleary, y otros, 2011); (Pereira-Rodríguez, y otros, 2016). Finalmente, para conocer la respuesta cardiovascular a largo plazo de este circuito, se sugiere realizar estudios que incluyan un entrenamiento con una frecuencia regular, durante un tiempo prolongado.

Conclusiones

En Incluir actividades con dispositivos virtuales dentro de circuitos funcionales permite obtener repuestas cardiovasculares clasificadas como intensas, al generar cambios en la frecuencia cardiaca y en el esfuerzo percibido de estudiantes universitarios, indicando que puede ser considerada como una estrategia para promover la realización de actividades físicas en población joven activa y sedentaria.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

- Alfonso Mantilla, J., & Martínez Santa, J. (2015). CIRCUITOS FUNCIONALES EN REHABILITACIÓN. *Revista Movimiento Científico*, 9(2), 61-69. doi:<https://doi.org/10.33881/2011-7191.%25x>
- Allender, S., Cowburn, G., & Foster, C. (2006). Understanding participation in sport and physical activity among children and adults: a review of qualitative studies. *Health Education Research*, 21(6), 826-835. doi:<https://doi.org/10.1093/her/cyl063>
- Barry, G., Tough, D., Sheerin, P., Mattinson, O., Dawe, R., & Board, E. (2016). Assessing the Physiological Cost of Active Videogames (Xbox Kinect) Versus Sedentary Videogames in Young Healthy Males. *Games for Health Journal*, 5(1), 68-74. doi:<https://doi.org/10.1089/g4h.2015.0036>
- Behm, D., & Colado, J. (2013). Instability Resistance Training Across the Exercise Continuum. *Sports Physical Therapy*, 5(6), 500-3. doi:DOI: 10.1177/1941738113477815
- Cleary, M., Hetzler, R., Wages, J., Lentz, M., Stickley, C., & Kimura, I. (2011). Comparisons of Age-Predicted Maximum Heart Rate Equations in College-Aged Subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2591-2597. doi:doi: 10.1519/JSC.0b013e3182001832
- Clevenger, K., & Howe, C. (2015). Energy Cost and Enjoyment of Active Videogames in Children and Teens: Xbox 360 Kinect. *Games for Health Journal*, 4(4), 318-324. doi:<https://doi.org/10.1089/g4h.2014.0101>
- Coquart, J., Garcin, M., Parfitt, G., Tourny-Chollet, C., & Eston, R. (2014). Prediction of Maximal or Peak Oxygen Uptake from Ratings of Perceived Exertion. *Sports Medicine*, 5(44), 563-578. doi:<https://doi.org/10.1007/s40279-013-0139-5>
- Faulkner, J., Parfitt, G., & Eston, R. (2007). Prediction of maximal oxygen uptake from the ratings of perceived exertion and heart rate during a perceptually-regulated sub-maximal exercise test in active and sedentary participants. *European Journal of Applied Physiology* volume, 101, 397-407. doi:<https://doi.org/10.1007/s00421-007-0508-6>

- García Puello, F., Herazo Beltrán, Y., & Tuesca Molina, R. (2015). Levels of physical activity among colombian university students. *Revista médica de Chile*, 143(11), 1411-1418. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872015001100006>
- Gatica-Rojas, V., & Méndez-Rebolledo, G. (2014). Virtual reality interface devices in the reorganization of neural networks in the brain of patients with neurological diseases. *Neural Regeneration Research*, 9(8), 888-896. doi:DOI: 10.4103/1673-5374.131612
- Gibala, M., & McGee, S. (2008). Metabolic Adaptations to Short-term High-Intensity Interval Training: A Little Pain for a Lot of Gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58-63. doi:doi: 10.1097/JES.0b013e318168ec1f
- Gibbon, A., McNeil, J., Jay, O., Tremblay, M., & Chaput, J.-P. (2015). Active video games and energy balance in male adolescents: a randomized crossover trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(6), 1126-1134. doi:<https://doi.org/10.3945/ajcn.114.105528>
- Haskell, W., Lee, I.-M., Pate, R., Powell, K., Blair, S., Franklin, B., . . . Bauman, A. (2007). Physical Activity and Public Health: Updated Recommendation for Adults From the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Physical Activity and Public Health*, 116(9), 1081-1093. doi:DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185649
- Holden, M. (2005). Virtual Environments for Motor Rehabilitation: Review. *CyberPsychology & Behavior*, 8(3), 187-211. doi:<https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.187>
- Howe, C., Barr, M., Winner, B., Kimble, J., & White, J. (2015). The Physical Activity Energy Cost of the Latest Active Video Games in Young Adults. *Journal of Physical Activity and Health*, 12(2), 171-177. doi:<https://doi.org/10.1123/jpah.2013-0023>
- Joyner, M., & Casey, D. (2015). Regulation of Increased Blood Flow (Hyperemia) to Muscles During Exercise: A Hierarchy of Competing Physiological Needs. *Physiological Reviews*, 95(2), 549-601. doi:<https://doi.org/10.1152/physrev.00035.2013>
- Lee, I.-M., Shiroma, E., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S., & Katzmarzyk, P. (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet*, 380(9838), 219-229. doi:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61031-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61031-9)
- Lu, A., Baranowski, T., Hong, S., Buday, R., Thompson, D., Beltran, A., . . . Chen, T.-A. (2016). The Narrative Impact of Active Video Games on Physical Activity Among Children: A Feasibility Study. *Journal of Medical Internet Research*, 18(10), e272. doi:doi:10.2196/jmir.6538
- Mantilla Toloza, S., & Gómez-Conesa, A. (2007). El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 10(1), 48-52. doi:[https://doi.org/10.1016/S1138-6045\(07\)73665-1](https://doi.org/10.1016/S1138-6045(07)73665-1)
- Mellecker, R., & McManus, A. (2014). Active video games and physical activity recommendations: A comparison of the Gamercize Stepper, XBOX Kinect and XaviX J-Mat. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 288-292. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2013.05.008>
- Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO2max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469-1481. doi:<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0365-0>
- Moholdt, T., Weie, S., Chorianopoulos, K., Wang, A., & Hagen, K. (2017). Exergaming can be an innovative way of enjoyable high-intensity interval training. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 3(1), e000258. doi:<http://dx.doi.org/10.1136/bmjsem-2017-000258>
- Moreira, O., Faraci, L., de Matos, D., Mazini Filho, M., da Silva, S., Aidar, F., . . . de Oliveira, C. (2017). Cardiovascular Responses to Unilateral, Bilateral, and Alternating Limb Resistance Exercise Performed Using Different Body Segments. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 644-652. doi:doi: 10.1519/JSC.0000000000001160
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Enfermedades cardiovasculares. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Obesidad y Sobrepeso. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Pereira-Rodríguez, J., Boada-Morales, L., Jaimes-Martin, T., Melo-Ascanio, J., Niño-Serrato, D., & Rincón-González, G. (2016). Predictive equations for maximum heart rate. Myth or reality. *Revista mexicana de cardiología*, 27(4), 156-165. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmc/v27n4/0188-2198-rmc-27-04-00156.pdf>
- Rosney, D., & Horvath, P. (2018). Exergaming Intervention in Sedentary Middle-Aged Adults Improves Cardiovascular Endurance, Balance and Lower Extremity Functional Fitness. *Health Science Journal*, 12(6), 601. doi:DOI: 10.21767/1791-809X.1000601
- Sanders, G., Peacock, C., Gish, B., Brock, S., & Volpenhein, J. (2015). Heart Rate and Liking During "Kinect Boxing" Versus "Wii Boxing": The Potential for Enjoyable Vigorous Physical Activity Videogames. *Games for Health Journal*, 4(4), 265-270. doi:doi:10.1089/g4h.2014.0068
- Straudi, S., Martinuzzi, C., Pavarelli, C., Sabbagh Charabati, A., Benedetti, M., Foti, C., . . . Basaglia, N. (2014). A task-oriented circuit training in multiple sclerosis: a feasibility study. *BMC Neurology*, 14, 124. doi:doi:10.1186/1471-2377-14-124
- Swart, J., Lamberts, R., Lambert, M., & Lambert, E. (2009). Exercising with reserve: Exercise regulation by perceived exertion in relation to duration of exercise and knowledge of endpoint. *British Journal of Sports Medicine*, 43(10), 775-781. doi:DOI: 10.1136/bjism.2008.056036
- Tanaka, H., Monahan, K., & Seals, D. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153-156. doi:[https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)
- Thompson, P., Arena, R., Riebe, D., & Pescatello, L. (2013). ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, ninth edition. *Current Sports Medicine*, 215-217. doi:DOI: 10.1249/JSR.0b013e31829a68cf
- Tietjen, A., & Devereux, G. (2019). Physical Demands of Exergaming in Healthy Young Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7), 1978-1986. doi:doi:10.1519/JSC.0000000000002235

