

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE DEPORTES
EXTENSIÓN TIJUANA**



**RING FIT ADVENTURE: UNA ESTRATEGIA VÁLIDA Y DE ALTO DISFRUTE
PARA DETERMINAR GASTO ENERGÉTICO Y FRECUENCIA CARDIACA EN
ADULTOS JÓVENES CON SOBREPESO Y OBESIDAD**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE
LICENCIADA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

PRESENTA

Paulina Berenice Moreno Carbajal

DIRECTOR DE TESIS

M. Sc. Jorge Alberto Aburto Corona

CODIRECTOR DE TESIS

Dr. Roberto Espinoza Gutiérrez

Tijuana, Baja California, Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE DEPORTES

CAMPUS TIJUANA

**RING FIT ADVENTURE: UNA ESTRATEGIA VÁLIDA Y DE ALTO DISFRUTE
PARA DETERMINAR GASTO ENERGÉTICO Y FRECUENCIA CARDIACA EN
ADULTOS JÓVENES CON SOBREPESO Y OBESIDAD**

Tesis

Para obtener el grado:

LICENCIADA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

PRESENTA:

C. Paulina Berenice Moreno Carbajal

COMITÉ DE TESIS

**M. Sc. Jorge Alberto Aburto Corona
Presidente**

**Dr. Roberto Espinoza Gutiérrez
Secretario**

**Dr. Juan José Calleja Núñez
Vocal**

**Dra. Elizabeth Carpio Rivera
Vocal**

**Mtro. Bryan Montero Herrera
Vocal**

Tijuana, Baja California, Junio de 2024

Copyright © 2024

Paulina Berenice Moreno Carbajal

Derechos reservados

DEDICATORIA

Este trabajo se lo quiero dedicar con mucho amor y cariño, a alguien muy especial para mí, mi mamá, a quien le agradezco por acompañarme durante este largo periodo de mi carrera en lo económico como en lo emocional. Ella fue una de las primeras personas en confiar en mí y motivarme a realizar mi tesis, comprometida en apoyarme en todo lo que necesitara durante el trayecto. También, se lo dedico a mi familia, hermanos, tíos, primos y personas cercanas a mí, los cuales me apoyaron durante el camino, participando en mis tareas, apoyándome con un boleto para una rifa o simplemente dándome palabras de aliento para seguir adelante con este proyecto.

Dedico con mucho cariño este trabajo, a las personas que fueron parte del proyecto, sujetos de estudio, maestros, compañeros y amigos. Sin duda alguna, también va dedicado, a aquellas personas que quieran buscar una nueva forma de realizar ejercicio desde la comodidad de su casa, oficina o cualquier otro lugar.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecer al profesor Jorge Aburto por darme la oportunidad de ser su tesista, por confiar en mí para este proyecto, por impulsarme y motivarme cada que quería tirar la toalla, también por orientarme y enseñarme las ventajas que tiene el investigar y sobre todo, por enseñarme a buscar información confiable de fuentes científicas, le quiero agradecer por su paciencia, por sus consejos y por siempre buscar todas las maneras posibles para llegar a más personas con este proyecto, buscándonos espacios para exponer, incluso una pasantía en otro país. Es algo que le voy a agradecer siempre, porque de todo eso he aprendido mucho y me he llevado experiencias muy bonitas y anécdotas para contar. Gracias por buscar lo mejor para sus alumnos siempre, sin buscar ningún beneficio a cambio, solo el que aprendamos cada día un poquito más.

También le quiero agradecer a todas las personas involucradas en este proyecto, a los profesores: Roberto Espinoza Gutiérrez, Juan José Calleja Núñez, Bryan Montero Herrera y Elizabeth Carpio Rivera, por aportar gran parte de su conocimiento y experiencia en este proceso investigativo. Les agradezco porque sin ustedes y sus consejos, este trabajo no hubiera sido lo mismo, me aportaron muchas cosas positivas y siempre estuvieron dispuestos a sugerirme lo mejor para este estudio, apoyándome con cada duda o problema que tenía durante la investigación.

Les agradezco fundamentalmente a las personas que participaron como sujetos de estudio para este proyecto, por su tiempo, por confiar en mí para realizarles las pruebas requeridas, y sobre todo por interesarse en el proyecto y conocer un poquito más de lo que se hace en la Facultad de Deportes.

Gracias también a mi amiga Elena Corrales, quien me asistió en la recolección de datos y estuvo conmigo durante todo este trayecto, ayudándome a lo que necesitara y motivándome para continuar con la tesis. Nuevamente agradezco a mi mamá, hermanos, primos, tíos y personas cercanas a mí, quienes fueron una pieza clave para que pudiera llegar hasta aquí.

Índice

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTOS	v
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	x
RESUMEN.....	xi
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	3
Problema general.....	3
1.1.1 Pregunta de investigación	3
1.2 Hipótesis	4
1.3 Justificación	4
1.4 Objetivo general.....	5
1.4.1 Objetivo específico.....	5
1.5 Marco Teórico	5
1.6 Antecedentes	9
CAPÍTULO 2.....	12
METODOLOGÍA.....	12
2.1 Participantes	12
2.2 Diseño de investigación	13
2.3 Procedimiento	14
2.4 Análisis estadístico.....	16
CAPÍTULO 3.....	19
RESULTADOS	19
CAPÍTULO 4.....	23
DISCUSIÓN.....	23
Recomendaciones prácticas	25
Recomendaciones para futuros estudios	25
CAPÍTULO 5.....	27
CONCLUSIONES.....	27

REFERENCIAS	28
ANEXOS.....	34
Anexo 1. Participación en el 1er Congreso Internacional de Cultura Física y Ciencias Aplicadas al Deporte en Tijuana, Baja California.....	35
Anexo 2. Participación en el 11vo Congreso Internacional en Ciencias del Deporte, en Pachuca, Hidalgo.....	36
Anexo 3. Presentación en el 6to Simposio Internacional de Tópicos Avanzados en Fisiología del Ejercicio en Ensenada, Baja California.....	37
Anexo 4. Publicación de abstract “Assesment of energy expenditure and enjoyment during an exergame session in overweight and obese young adults” en la revista BMC Proceedings (factor de impacto 0.373).....	38
Anexo 5. Consentimiento informado leído y firmado, de manera voluntaria, por cada uno de los participantes del estudio.....	39
Anexo 6. Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física.	40
Anexo 7. Escalas de medición para valorar el disfrute de la actividad física.	41
Escala de medida del disfrute en la actividad física (PACES).	41
Anexo 8. Escala del Esfuerzo Percibido de Borg (15 ítems).	42
Anexo 9. Hoja de recolección de datos.	43
Anexo 10. Publicación de artículo en Revista Games for Health Journal, con factor de impacto de 3.5 dentro del JCR.....	44
Anexo 11. Constancia por la participación en el programa radiofónico Cimarrón en Movimiento.	45
Anexo 12. Protocolo de Bruce.....	46

LISTA DE TABLAS

Tablas	Página
Tabla 1. Características de los sujetos.....	13
Tabla 2. Media, erro porcentual absoluto, medio (MAPE) y rango ajustado según MAPE en GC Y FC del carro metabólico y monitor de frecuencia cardiaca.....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
Figura 1. Clasificación de sobrepeso y obesidad según el IMC.....	6
Figura 2. Imagen ilustrativa de la ubicación del strap y del funcionamiento del ring-con.....	7
Figura 3. Ejemplo de ejercicios del videojuego.....	8
Figura 4. Medición de la frecuencia cardiaca mediante el videojuego, y 4b tabla de resultados obtenidos durante la práctica del videojuego.....	9
Figura 5. Imagen ilustrativa de la sesión con el videojuego Ring Fit Adventure.....	16
Figura 6. Intensidad de la frecuencia cardíaca y calificación del esfuerzo percibido durante la sesión de 60 minutos.....	20
Figura 7. Gráfico de Bland-Altman para las kcal estimadas a partir del Ring Fit Adventure y el carro metabólico.....	21
Figura 8. Gráfico de Bland-Altman para la frecuencia cardiaca estimada a partir del Ring Fit Adventure y el monitor de frecuencia cardíaca.....	22

LISTA DE ABREVIATURAS

OMS = Organización Mundial de la Salud
OPS= Organización Panamericana de la Salud
IMC = Índice de masa corporal
ENT = Enfermedades no transmisibles
ECNT= Enfermedades crónicas no transmisibles
FC = Frecuencia cardiaca
FCM = Frecuencia cardiaca máxima
FCrep= Frecuencia cardiaca en reposo
ENSANUT = Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
KCAL = Kilocalorías
VO₂máx = Volumen máximo de oxígeno
HIIT = Entrenamiento interválicos de alta intensidad
MICT = Entrenamiento continuo de intensidad moderada
LPM = Latidos por minuto
EP = Esfuerzo percibido
RFA= Ring Fit Adventure
KCAL/MIN = Kilocalorías por minuto
PPM = Pulsaciones por minuto
Par-Q = Cuestionario de preparación para la actividad física
LABIMH = Laboratorio de Biociencias de la Motricidad Humana
MAPE= Error absoluto medio porcentual
ICC= Coeficiente de correlación intraclase
TEM= Error típico de medición
ANOVA= Análisis de varianza
LoA= Límites de confianza

RESUMEN

Objetivo: determinar la validez del gasto calórico y la frecuencia cardíaca reportada por el videojuego Ring Fit Adventure (RFA), además, se pretende describir el disfrute generado, la cantidad de kilocalorías metabolizadas, la frecuencia cardíaca promedio y la percepción del esfuerzo de la sesión de 60 minutos de ejercicio con el *exergame*. **Metodología:** se reclutaron 23 sujetos varones (edad promedio 22.1 ± 2.7 años), sedentarios que padecen de sobrepeso u obesidad, los cuales se sometieron a dos sesiones. En la primera sesión se realizó análisis de bioimpedancia con el InBody 770, seguido del protocolo de Bruce, de carga progresiva, para conocer el $VO_{2\text{máx}}$ de los sujetos. En la segunda sesión se ejercitaron durante 60 minutos con el videojuego Ring Fit Adventure, conectados al carro metabólico con la mascarilla de oxígeno puesta con el propósito de determinar las kilocalorías metabolizadas durante la sesión. **Resultados:** se encontró un error de porcentaje medio absoluto bajo (10.8 y 7.7%), un coeficiente de correlación intraclase alto ($r = 0.83$; $p = 0.001$ y $r = 0.82$; $p = 0.001$), un error típico de medición bajo (16.6 y 8.1%) y un coeficiente de variación moderado (9.4 y 6.4%) para el gasto calórico y la frecuencia cardíaca respectivamente. Los gráficos de Bland-Altman, en conjunto con los límites de confianza, mostraron una varianza consistente alrededor de la diferencia media tanto para gasto calórico como para la frecuencia cardíaca. No se encontraron diferencias en la interacción ni en los efectos simples ($p > 0.05$), sin embargo, se encontraron diferencias en la frecuencia cardíaca entre el videojuego y el monitor de frecuencia cardíaca ($F = 8.599$; $p = 0.007$; $\eta^2 = 0.235$). Los sujetos demostraron un disfrute alto por el videojuego (71.3 ± 5.9), encontrando un gasto calórico de 6.9 ± 1.5 kcal/min y una intensidad promedio de ejercicio del 68.5% (130.3 ± 25.3 lpm). **Conclusión:** El videojuego activo Ring Fit Adventure proporciona datos confiables (gasto calórico y frecuencia cardíaca) en comparación a equipos estándar de oro (carro metabólico) o previamente validados (monitor de frecuencia cardíaca) en una población universitaria de hombres con sobrepeso u obesidad. Además, este *exergame* demostró un alto grado de disfrute durante la

sesión de 60 minutos, ejercitándose a una moderada intensidad y percibiendo un bajo esfuerzo.

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

La inactividad física es una de las principales causas identificadas por la literatura científica que se relaciona al desarrollo de enfermedades crónicas (Haddock, 2012), definiéndose como un nivel de actividad que incumple las recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud, constituyendo un importante factor de riesgo de mortalidad a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2010). La inactividad física ha generado, a nivel mundial, un aumento en el peso corporal, ocasionando uno de los principales factores de riesgo de defunción, llamado sobrepeso y obesidad (OMS, 2020). Por esta razón, organizaciones como la OMS (2020), recomiendan realizar actividad física, la cual hace referencia a todo movimiento efectuado que genera un consumo de energía por encima de los niveles de reposo, puede incluir desde actividades realizadas en el ocio o en el diario vivir. Además, se recomienda hacerlo a intensidades de moderada a alta para que las mejoras de salud sean mayores. Por otra parte, el ejercicio físico es una actividad, planifica, estructurada y repetitiva, su fin es mantener y mejorar la forma física (Salud de Castilla y León, 2018). La práctica del ejercicio es recomendada para prevenir y tratar factores de riesgo tales como enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, hipertensión y la dislipidemia (Cordero, et al, 2014).

El problema más frecuente que tenemos hoy en día en México es el aumento de casos de sobrepeso y obesidad, debido a los malos hábitos y a la falta de actividad o ejercicio físico (Medina, et al. 2021). Estas dos enfermedades se pueden definir como un acumulamiento excesivo de grasa corporal que puede resultar perjudicial para la salud (OMS, 2020). Las cifras cada día se incrementan más a nivel mundial, en el año 2022, la prevalencia del sobrepeso y obesidad afectó a un gran número de personas mayores de 18 años, llegando a cifras bastante altas (1,610 millones de adultos de 18 o más años tienen sobrepeso y más de 890 millones padecen obesidad; OMS, 2024). Por ello la obesidad se considera una compleja enfermedad multifactorial no transmisible, la cual, como consecuencia, ha provocado el riesgo

de muchas enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), como la cardiopatía coronaria, hipertensión, accidente cerebrovascular, determinados tipos de cáncer, diabetes tipo II, dislipidemia, artrosis, neumopatías, apnea del sueño entre muchas otras enfermedades (OMS, 2021).

México, ocupa el 5to lugar de obesidad en el mundo, 21 millones de mujeres padecen obesidad con una prevalencia del 41%, mientras que en los hombres la prevalencia es del 31%, alcanzando los 15 millones de varones con obesidad. Asimismo, es el 6to país con la mayor cantidad de adultos (mayores de 20 años) que viven con obesidad, es decir, que en las últimas dos décadas se ha visto un incremento significativo en la obesidad adulta (Aristegui, 2022).

La falta de ejercicio físico, en conjunto con la pandemia, ha generado un aumento en enfermedades ocasionadas por el sobrepeso y obesidad (Stockwell, et al. 2020). Algunas de las razones por las cuales las personas no realizan ejercicio, es por falta de adherencia o motivación durante la práctica (Moholdt, et al., 2021). Algunas de las razones por las cuales las personas generan desinterés en el ejercicio físico es por las altas intensidades de entrenamiento y por los movimientos complejos de los ejercicios (Moreno et al., 2008). De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2020), se recomienda un mínimo de 150 minutos de actividad física a la semana de moderada-alta intensidad en personas adultas. En caso de niños y adolescentes, establece una media de 60 minutos de actividad física moderada al día, ayudando a mejorar la calidad de vida y a prevenir enfermedades (OPS, 2020). En los últimos años ha surgido una propuesta innovadora para que la sociedad realice ejercicio físico de una manera distinta, divertida y que puede llegar a alcanzar altas intensidades durante una actividad estructurada. Este tipo de actividad, conocida como *exergames* (ejercicio con videojuegos), permite que personas de diferentes edades puedan ejercitarse a altas intensidades sin percibir el cansancio (Kraft, et al. 2011). Lo anterior a colocado a los *exergames* como un medio de ayuda para que las personas puedan alcanzar sus objetivos físicos y de salud (Lu et al., 2021).

1.1 Planteamiento del problema

La OMS, define el sobrepeso y la obesidad como una acumulación anormal y excesiva de grasa, que perjudica el estado de salud de las personas. Por medio de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2018), se dio a conocer la cantidad de personas que tienen sobrepeso y obesidad con cifras muy alarmantes, ya que del total de adultos ≥ 20 años, el 39.1% padecen de sobrepeso y el 36.1% de obesidad, sumando un 75.2% de adultos mayores de 20 años con sobrepeso u obesidad. En el caso de los niños de 0 a 4 años, el 22.2% padecen sobrepeso y los de 5 a 11 años el 35.6%. Se sabe que padecer estas enfermedades traen problemas graves de salud como lo son: anomalías del corazón, diabetes, tumores malignos, padecimientos asociados con el sobrepeso y obesidad, generando las principales causas de mortalidad en México en el año 2019, a esto le sumamos los malos hábitos, la falta de ejercicio y una dieta no balanceada. Una alternativa para mejorar la vida sedentaria es los *exergames*, con los cuales se trabajan todos los músculos del cuerpo y a su vez se metabolizan calorías, teniendo resultados favorables tanto físicos como mentales, ya que estar activos físicamente, contribuye a estar bien mentalmente y mejorar el estado de ánimo, la composición corporal y lo más importante, permite tener buena salud (Barbosa et al., 2018).

Problema general

Las variables de estudio (gasto calórico y frecuencia cardíaca) son importantes para determinar si el videojuego realmente proporciona información confiable. De esta manera, se podrá realizar actividad física y tener un reporte en cuanto a la energía metabolizada y la intensidad del ejercicio.

1.1.1 Pregunta de investigación

¿Existen diferencias entre el gasto calórico y la frecuencia cardíaca reportada por el videojuego Ring Fit Adventure (RFA) en comparación a las proporcionadas por el método de calorimetría indirecta y un monitor de frecuencia cardíaca, respectivamente, después de 60 minutos de *exergame*?

1.2 Hipótesis

Hi: Si existen diferencias en el gasto calórico y la frecuencia cardíaca reportada por el videojuego Ring Fit Adventure en comparación al método de calorimetría indirecta y un monitor de frecuencia cardíaca, respectivamente, después de 60 minutos de *exergame*.

Ho: No existen diferencias en el gasto calórico y la frecuencia cardíaca reportada por el videojuego Ring Fit Adventure en comparación al método de calorimetría indirecta y un monitor de frecuencia cardíaca, respectivamente, después de 60 minutos de *exergame*.

1.3 Justificación

Los resultados de este estudio podrían proporcionar información específica sobre el *exergames*, es decir, determinar si las variables reportadas (gasto calórico y frecuencia cardíaca) son válidas. Además, se pretende promover esta clase de *exergames* como un método novedoso para la realización de ejercicio físico debido a su alto disfrute, pudiendo ser igual o más efectivo que lo reportado por otros investigadores que emplean ejercicio de moderada (MICT) o alta intensidad (HIIT) en personas con sobrepeso u obesidad (Batrakoulis & Fatouros, 2022; Ram et al., 2022).

Por otro lado, este estudio podría identificar un método que cause mayor adherencia al ejercicio físico en comparación a otros métodos convencionales, por ejemplo: HIIT o MICT. Asimismo, a partir de esta investigación, la población en general tendrá un método más de ejercicio físico con el cual podrán determinar el gasto calórico y la intensidad del ejercicio (por medio de la frecuencia cardíaca). Además, se cree que, por las características y estructura del videojuego, los participantes podrían llegar a encontrarlo atractivo y disfrutable para la realización de ejercicio físico en personas con sobrepeso u obesidad.

Lo anterior podría ser el sustento o podría ser un punto de partida de otras investigaciones que incluyan variables relacionadas a la salud, y así favorecer el incremento de conocimientos sobre el impacto de practicar actividad física a través del videojuego activo Ring Fit Adventure. Con esta investigación se busca motivar

a las personas a mantenerse físicamente activos por medio del videojuego activo, siendo este método práctico, efectivo y económico.

1 O.4bjetivo general

Determinar si existen diferencias entre el gasto calórico y la frecuencia cardíaca reportada por el videojuego Ring Fit Adventure, en comparación a las proporcionadas por el método de calorimetría indirecta y un monitor de frecuencia cardíaca, respectivamente, después de 60 minutos de *exergame* en personas con sobrepeso y obesidad.

1.4.1 Objetivo específico

Describir el grado de satisfacción, gasto calórico, frecuencia cardíaca promedio y percepción del esfuerzo en una sesión de 60 minutos de *exergame* con el Ring Fit Adventure.

1.5 Marco Teórico

La inactividad física es una de las determinantes identificadas por la literatura científica que se relaciona al desarrollo de enfermedades crónicas. Entre los principales tipos de enfermedades crónicas se encuentra el sobrepeso y la obesidad, las cuales constituyen un problema de salud en la sociedad contemporánea ya que son el quinto factor principal de riesgo de defunción humana a nivel mundial (Reyes-Sánchez et al., 2022).

La obesidad es una enfermedad crónica, en la cual se involucran aspectos genéticos, ambientales, los malos hábitos y el estilo de vida, el cual juega un papel importante para desarrollar esta enfermedad. Esta se da por el consumo excesivo de grasas, azúcares y carbohidratos, produciendo un incremento de los adipocitos de grasa en el cuerpo (Quiroga-Torres et al., 2022).

La clasificación de sobrepeso y obesidad en hombres y mujeres de edad adulta, propuesto por el comité de expertos de la OMS, los cuales definen a la obesidad como un valor de índice de masa corporal (IMC) igual o mayor a 30 kg/m^2 y el de

sobrepeso entre 25-29.9 kg/m², limitando el rango para la normalidad a valores de IMC entre 18.5 y 24.9 kg/m² (ver figura 1).

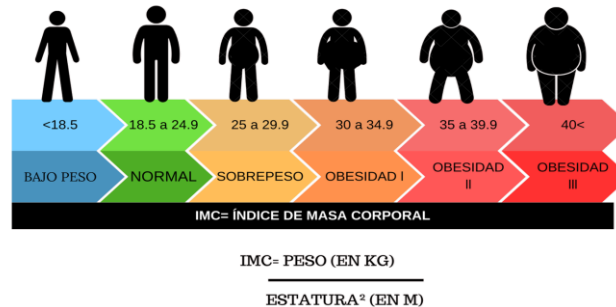


Figura 1. Clasificación de sobrepeso y obesidad según el IMC. Fuente: elaboración propia.

Un IMC elevado es un importante factor de riesgo de ECNT, tales como: enfermedades cardiovasculares (principal causa de muerte a nivel mundial), diabetes, problemas en el aparato locomotor como osteoartritis (es una enfermedad que degenerativa de las articulaciones) y algunos cánceres, entre los más comunes se encuentra (cáncer de endometrio, mama, ovarios, próstata, hígado, vesícula biliar, riñones y colon) (OMS, 2011).

La obesidad no se resuelve a corto plazo, sino a larga duración y con hábitos continuos, por lo tanto, los sujetos con sobrepeso u obesidad se encuentran con el gran problema que es la no-adherencia al ejercicio. Distintos estudios reportan que el 80% de las personas que inician un tratamiento para bajar de peso tienden a abandonarlo antes de su conclusión (Martínez et al., 2016; Raimond, 2017). Sin esta adherencia resulta ineficaz planificar y prescribir ejercicio.

En México, la ENSANUT indicó que el 75.2% (39.1% con sobrepeso y 36.1% con obesidad) de la población de 20 años padece de sobrepeso y obesidad. En las mujeres, el sobrepeso y la obesidad está presente en el 76.8% (36.6% con sobrepeso y 40.2% con obesidad) y en los hombres en el 73% (42.5% con sobrepeso y 30.5% con obesidad), afectando más al sexo femenino (ENSANUT, 2018).

Por los datos anteriormente mencionados, es importante buscar nuevas estrategias que permitan la adherencia al ejercicio físico en la población que padece de

sobrepeso y obesidad. Una nueva tendencia para la realización de actividad física son los videojuegos activos, también llamados *exergames* (*exer*= ejercicio, *games* = videojuegos).

Xu y Zhong (2022) definen a los *exergames* como videojuegos que permiten ser jugados con el movimiento corporal, para ello, se utilizan sensores que detectan el movimiento, proporcionando una gran jugabilidad y aceptación por este tipo de videojuegos. Un programa de ejercicio prescrito debe ser percibido como agradable y eficiente en el tiempo, si no, es difícil mantener la adherencia al ejercicio, por un periodo de tiempo suficiente, para obtener los resultados de salud deseados.

Uno de los videojuegos que ha generado interés en las personas es el “Ring Fit Adventure”, el cual fue lanzado el 18 de octubre de 2019, agotándose rápidamente debido a que muchas personas lo vieron como un método para ejercitarse durante la pandemia. Este es un videojuego activo para la consola Nintendo Switch, se juega con el ring-con y un sensor de movimiento, también llamado *joy-con* que se coloca en la pierna izquierda (ver figura 2).



Figura 2. Imagen ilustrativa de la ubicación del strap y del funcionamiento del ring-con. Imagen obtenida de <https://www.nextn.es/2019/10/ring-fit-adventure-10-claves-avance-nintendo-switch/>

En el Ring Fit Adventure se puede encontrar una gran variedad de niveles (entre mayor sea el nivel, mayor será la intensidad de los ejercicios). El modo aventura consiste en ir superando niveles en donde se van aumentando las repeticiones de

cada ejercicio conforme se avanza en el videojuego. En este modo aparecen personajes malos que deben ser derrotados por medio de ejercicios, como: sentadillas, abdominales, press de brazo, etc.

Otra manera de jugar este videojuego es en el Modo libre; en el cual el sujeto puede personalizar su propia rutina y enfocarse al grupo de músculos que sea de su preferencia (piernas, brazos, glúteos, abdomen), incluso yoga, así como realizar una mezcla de ambos, siempre enfocados al gusto y objetivo de cada persona (Nintendo, 2019) (ver figura 3).

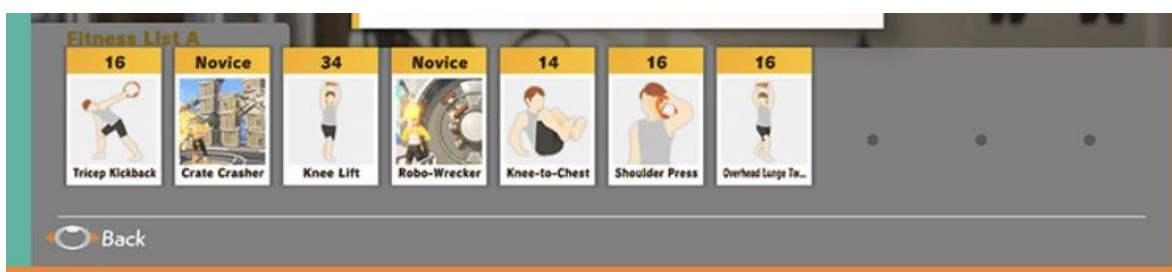


Figura 3. Tabla de ejercicios del videojuego. Imagen obtenida de <https://ringfitadventure.nintendo.com/es/#custom>

Para la creación del perfil de este videojuego se introducen datos, como: peso corporal, edad, sexo y nombre. También, se calibra el Ring-con (control en forma de aro) y el strap (banda elástica que se coloca en la pierna) con el videojuego. Esta calibración se realiza con el objetivo de que se sincronice el sujeto con el avatar del videojuego. Para la calibración el videojuego solicita apretar el aro y hacer un trote ligero y moderado-alto.

Durante el recorrido de cada nivel el videojuego permite medir la frecuencia cardíaca mediante un sensor en la parte superior del Ring-con (ver figura 4a), tiempo que realizado y gasto calórico estimado. Al finalizar la actividad, el videojuego proporciona la distancia recorrida (kilómetros), tiempo efectivo final y las kilocalorías metabolizadas (ver figura 4b).

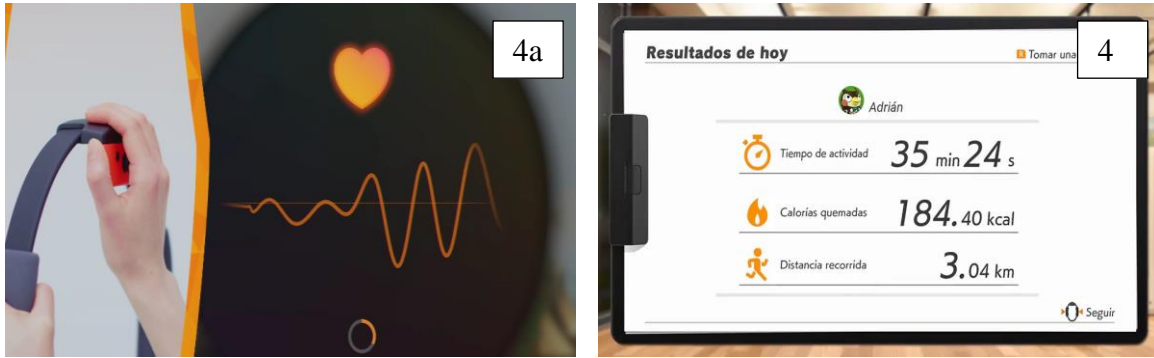


Figura 4a. Medición de la frecuencia cardiaca mediante el videojuego, y 4b tabla de resultados obtenidos durante la práctica del videojuego. Imagen obtenida de Google.

Investigadores mencionan que los *exergames* pueden ser utilizados como una alternativa de ejercicio tradicional o al menos como parte de un protocolo de entrenamiento (Haddock et al. 2012). Esta propuesta surge debido a la recomendación del American College of Sports Medicine (ACSM), donde sugieren realizar 150 minutos de ejercicio a la semana de moderada intensidad, equivalente a un gasto energético de 1000 kcal por semana (ACSM, 2018).

1.6 Antecedentes

En un estudio realizado por Pei-Tzu et al. (2015), compararon el gasto calórico de seis deportes diferentes utilizando la consola Xbox Kinetic. La muestra estuvo conformada por 17 sujetos con un rango de edad de 18 a 30 años quienes tenían un IMC menor a 25 kg/m². Los sujetos realizaron sesiones de ejercicio con la plataforma en distintos deportes, resaltando una mayor cantidad de kilocalorías metabolizadas con la modalidad de box (6.7 kcal/min), seguido del fútbol asociación (6.0 kcal/min), el voleibol de playa (5.5 kcal/min), atletismo (4.1 kcal/min), tenis de mesa (3.8 kcal/min) y boliche (2.7 kcal/min). Los investigadores concluyen que el videojuego es capaz de proveer ejercicio de moderada a alta intensidad, encontrando una buena alternativa de ejercicio de acuerdo con las recomendaciones del ACSM.

Morales et al. (2017) reclutaron a 289 sujetos con el objetivo monitorear el gasto calórico y determinar la intensidad de ejercicio de una sesión de ejercicio de 30

minutos, con el videojuego Nike+Kinect Training de la consola Xbox360 Kinect. Los investigadores encontraron un gasto calórico de 434 kcal (239 y 569 kcal como mínimo y máximo) y una frecuencia cardíaca promedio de 154 latidos por minuto ([lpm], 141 y 164 lpm como mínimo y máximo), concluyendo que el uso de exergames flexibiliza las condiciones para realizar ejercicio físico, permitiendo así una mayor probabilidad de perder peso (porcentaje de grasa) para combatir el sobrepeso y la obesidad.

En un estudio transversal realizado por Comeras-Chuecas et al. (2022) describieron el gasto calórico por medio de una intervención con videojuegos combinada con ejercicio durante 1 hora. La muestra fue de 45 niños, de los cuales 19 fueron niñas con sobrepeso y 26 niños con obesidad, con un rango de edad de entre 9 y 12 años. La sesión estuvo conformada de ejercicios multicomponentes y videojuegos activos (AVG), los cuales fueron; Xbox Kinect, Nintendo Wii, tapetes de baile, simulador de ciclismo BKOOL y Nintendo Switch. Los resultados mostraron un gasto energético promedio de 315.1 ± 77.5 kilocalorías. Además, se reportó diferencias estadísticamente significativas en el gasto energético entre BKOOL y Nintendo Wii (5.38 ± 1.2 vs. 4.38 ± 1.0 kcal/min). Los niños tuvieron un mayor gasto energético que las niñas cuando jugaron Ring Fit Adventure (5.90 ± 2.9 vs. 3.85 ± 1.2 kcal/min), Xbox Kinect (5.11 ± 0.9 vs. 4.01 ± 0.9 kcal/min) y BKOOL (5.85 ± 1.2 vs. 4.79 ± 0.9 kcal/min). Los investigadores observaron que se mostró una tendencia hacia un mayor gasto energético (kcal/min) en aquellos niños con obesidad. En conclusión, una intervención con AVG, combinada con ejercicio puede llegar a ser un método eficaz para producir actividad física de intensidad moderada y aumentar el gasto energético en niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad.

Ram et al. (2022) compararon el estado afectivo y disfrute del método HIIT y MICT en hombres sedentarios con sobrepeso u obesidad. Se reclutaron 28 sujetos los cuales hicieron ciclismo estacionario durante seis semanas por tres sesiones a la semana. Los resultados mostraron que los participantes del HIIT presentaron una mejora significativa en el afecto positivo, sin una mejora en el aspecto negativo. Por otro lado, el MICT no indujo ninguna mejora en el efecto positivo o efecto negativo. Los resultados del disfrute fueron comparados para los dos métodos de ejercicio

(HIIT: 4.4 ± 0.4 en una escala de 7 puntos y para el MICT: 4.3 ± 0.3 ; $p=0.70$, $d=0.15$). En conclusión, practicar el método HIIT durante seis semanas, mostró una mejoría en el afecto positivo en participantes sedentarios con sobrepeso y obesidad. El grado de disfrute que mostró la práctica de este método, estuvo ligeramente por encima de los niveles neutrales para ambos métodos de entrenamiento.

Debido al alto porcentaje de inactividad física que se presenta a nivel mundial, es importante buscar estrategias o nuevas tendencias en el ejercicio físico para prevenir enfermedades crónicas asociadas al sedentarismo. Los videojuegos activos han sido una buena propuesta para la inducción a una vida más activa, llegando a ser igual de precisos, para la medición de ciertas variables (equilibrio, fuerza, velocidad, entre otras), que otros equipos considerados estándar de oro. Por esta razón, la presente investigación busca determinar la validez del gasto calórico y la frecuencia cardíaca reportada por un videojuego activo (Ring Fit Adventure) en comparación a equipo considerado estándar de oro (calorimetría indirecta/carro metabólico) o previamente validado (monitor de frecuencia cardíaca). Además, se pretende determinar el grado de disfrute, con una hora de *exergame*, en personas que padecen sobrepeso u obesidad.

CAPÍTULO 2.

METODOLOGÍA

2.1 Participantes

Análisis de potencia. Se realizó un análisis de potencia estadística *a priori* con la información de seis sujetos mediante una prueba t de Student de muestras relacionadas, utilizando un tamaño del efecto de 0.47 (d de Cohen), un nivel *alpha* de 0.05 y una potencia estadística de 0.80. El estudio de potencia indicó que 30 sujetos eran suficientes para el estudio.

Participantes. Para este estudio, se reclutaron 30 sujetos varones sedentarios que padecían de sobrepeso y obesidad (ver tabla 1). Todos los sujetos eran estudiantes de la Universidad Autónoma de Baja California, con un rango de edad de entre 19 y 28 años. Los criterios de inclusión considerados fueron: sujetos sedentarios, con sobrepeso u obesidad y nunca haber practicado este juego.

Tabla 1. Características de los sujetos

Variable	Sobrepeso (n= 13)	Obesidad (n= 17)	Todos (n= 30)
Edad	21.7 ± 1.6	22.0 ± 2.4	21.9 ± 2.0
Estatura (cm)	171.1 ± 17.7	178.2 ± 5.7	175.1 ± 12.7
Peso (kg)	87.5 ± 8.4	109.5 ± 17.5	100.0 ± 17.9
IMC	28.2 ± 1.0	34.4 ± 4.0	31.8 ± 4.4
Grasa corporal (%)	23.8 ± 3.9	34.2 ± 7.1	29.7 ± 7.8
Masa muscular (kg)	38.2 ± 4.0	41.0 ± 4.7	39.8 ± 4.6
VO _{2max} (mL*kg*min)	36.1 ± 5.8	31.8 ± 7.1	33.7 ± 6.8
FCmáx (bpm)	187.2 ± 13.4	192.4 ± 10.2	190.2 ± 11.8
Gasto calórico (kcal/min)	6.2 ± 0.8	7.2 ± 1.2	6.9 ± 1.5
Gasto calórico total RFA (kcal)	165.5 ± 33.7	191.6 ± 47.1	180.7 ± 43.4
Gasto calórico total CM (kcal)	162.4 ± 32.5	179.1 ± 43.9	171.8 ± 39.7
Disfrute RFA	71.8 ± 5.9	70.9 ± 5.9	71.3 ± 5.9
Frecuencia cardíaca RFA	129.7 ± 24.9	130.8 ± 25.0	130.3 ± 25.3
Frecuencia cardíaca (monitor FC)	131.4 ± 18.1	126.9 ± 16.8	128.9 ± 17.2
Tiempo efectivo de RFA	26.5 ± 4.3	25.3 ± 6.0	25.8 ± 5.3
RPE	11.0 ± 3.3	12.4 ± 3.3	11.8 ± 3.4

Nota: IMC= índice de masa corporal, PhA= ángulo de fase, VO_{2max}= consumo máximo de oxígeno, FCmáx= frecuencia cardíaca máxima, GC= gasto calórico, RFA= Ring Fit Adventure, CM= carro metabólico, RPE= esfuerzo percibido.

2.2 Diseño de investigación

La investigación sigue un diseño observacional descriptivo comparativo, en la cual se detalla la frecuencia encontrada entre diferentes variables como: gasto calórico

metabolizado y frecuencia cardiaca reportada con los diferentes instrumentos y entre los diferentes grupos de IMC.

2.3 Procedimiento

Todos los sujetos leyeron y firmaron un consentimiento informado de forma voluntaria, así como también llenaron el cuestionario Par-Q (CSEP, 2002), para descartar algún impedimento a la práctica. Asistieron en dos ocasiones al Laboratorio de Biociencias de la Motricidad Humana (LABIMH) de la Facultad de Deportes. En la primera sesión, se midió la talla con el estadímetro (BSM 170; Corea del Sur) y la composición corporal por medio de una báscula de bioimpedancia (InBody 770; Corea del Sur), analizando parámetros como: IMC, peso, porcentaje de grasa, masa muscular y ángulo de fase, para esta medición se le pidió a los sujetos asistir en ayunas y bien hidratados (la noche anterior se solicitó no ingerir alimentos o bebidas consideradas diuréticos, no realizar actividad física de moderada o alta intensidad y beber al menos dos litros de agua). Seguido, se realizó un protocolo de carga progresiva en banda sin fin (COSMED T170; Roma, Italia), en el cual se aumenta la velocidad y la inclinación cada tres minutos (ver anexo 12). Al participante se le colocó una mascarilla con turbina conectada al carro metabólico (COSMED Quark CPET; Roma, Italia). En esta prueba el sujeto debía de ir en todo momento con la vista al frente enfocado en la prueba dando su máximo. La prueba terminó cuando el sujeto indicó no poder más. Al finalizar, se registró la frecuencia cardíaca máxima obtenida en la prueba ($FC_{m\acute{a}x}$). Con este protocolo también se obtuvo el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) de cada uno de los sujetos participantes.

En la segunda sesión, se creó un perfil para cada sujeto en el videojuego (Ring Fit Adventure; Tokio, Japón) del Nintendo Switch, en donde se pedían datos como: nombre, edad, peso y nivel de actividad física del sujeto. Posterior a esto, los sujetos se colocaron un monitor de frecuencia cardíaca (Polar FT7; Kempele, Finlandia) y reposaron durante un periodo de 10 minutos en posición supina sobre una colchoneta. Finalizado el tiempo, se analizó la frecuencia cardíaca en estado de reposo (FC_{rep}). Una vez registrada esta información, se pasó a calibración del aro

del videojuego en donde el sujeto debía de apretar el aro lo más fuerte posible para registrar su fuerza, de igual manera se llevó a cabo la calibración de los *joy-cons*, empezando con un trote ligero y después un trote más intenso, para detectar el movimiento del participante. Terminado, se les colocó la mascarilla con la turbina conectada al carro metabólico (COSMED Quark CPET; Italia) para iniciar la sesión, solicitando un esfuerzo *ad libitum* durante los 60 minutos del videojuego.

Para este estudio, se utilizó el modo aventura, el cual consistía en diferentes ejercicios o acciones que el videojuego les pedía, por ejemplo: correr, trotar, agacharse, rodillas contra el pecho, hacer sentadillas, press a la cabeza, pose de silla, entre otros (ver figura 5). Conforme aumentaba el nivel de dificultad de los ejercicios, las personas avanzaban de una baja, moderada, intensa y extrema intensidad, la cual variaba por la cantidad de repeticiones de los ejercicios mencionados, el trote o la velocidad. El videojuego cuenta con un avatar el cual muestra cómo se deben realizar los ejercicios, así como también indica, si se está ejecutando mal. Todos los ejercicios se realizaron sobre una colchoneta (para que los sujetos tuvieran un menor impacto en las articulaciones), además se hizo uso de parlantes (bocinas), para darle mayor realismo al ejercicio, generando que los sujetos, se aventurarán más en el videojuego. Cada 5 minutos se tomaba su frecuencia cardíaca y el esfuerzo percibido. El esfuerzo percibido se recolectó por medio de la escala de Borg de 20 ítems (Borg, 1982), con el objetivo de determinar la intensidad promedio de la sesión. Además, al finalizar cada etapa se registró la frecuencia cardíaca por medio del *joycon* y del monitor polar, para de esta manera, poder determinar la posible validación.



Figura 5. Imagen ilustrativa de la sesión con el videojuego Ring Fit Adventure.

Fuente: elaboración propia.

Al concluir el tiempo de ejercicio, los sujetos realizaron un enfriamiento de 5 minutos para nuevamente registrar la frecuencia cardíaca (FC) y la percepción del esfuerzo (RPE). Inmediatamente después, se determinó el nivel de disfrute por el ejercicio, mediante el cuestionario PACES de 16 ítems (Moreno, et al. 2008). El videojuego proporcionó las kilocalorías metabolizadas basándose en el movimiento registrado por el ring-con y el joy-con. Para conocer el grado de disfrute de los sujetos, se sumó la puntuación total (invirtiendo los puntos de los ítems negativos) pudiendo oscilar entre 16 (no disfruta para nada la actividad) y 80 puntos (disfruta la actividad plenamente) (Carraro, Young & Robazza, 2008).

2.4 Análisis estadístico

Se realizó una prueba de normalidad de los datos Shapiro-Wilk. Los resultados son expresados en media y desviación estándar (\pm). Se realizó estadística descriptiva

para las variables edad, talla, peso, porcentaje de grasa corporal, masa muscular, ángulo de fase, consumo máximo de oxígeno, gasto calórico, frecuencia cardíaca máxima, frecuencia cardíaca promedio, percepción del esfuerzo y disfrute de la actividad física.

Para validar el RFA se establecieron los siguientes análisis estadísticos:

1.- Error de porcentaje medio absoluto (*Mean Absolute Percentage Error*, MAPE) determina el error promedio entre el equipo validado (carro metabólico y monitor de frecuencia cardíaca) y el equipo a validar (Ring Fit Adventure), indicando la exactitud como un porcentaje del error. En otras palabras, un valor MAPE de 10 equivale a un error aproximado del 10%.

2.- Coeficiente de correlación intraclase (ICC) mide la consistencia del gasto calórico y la frecuencia cardíaca entre el método validado y el RFA. La correlación se interpreta como muy baja (≤ 0.19), baja (0.20 – 0.39), moderada (0.40 – 0.59), fuerte (0.60 – 0.79) y muy fuerte (≥ 0.80) (Pope, Lee, Zeng & Gao, 2019).

3.- El error típico de la medición (TEM) y los límites de confianza (LoA) del gráfico Bland-Altman se utilizan para determinar la precisión de la medición del gasto calórico y de la frecuencia cardíaca obtenidas con RFA en comparación a las mediciones del equipo validado (carro metabólico [COSMED] y monitor de frecuencia cardíaca [Polar FT7]). Sin embargo, el TEM cuantifica la magnitud del error de medición, calculando la desviación estándar de las diferencias entre los métodos de medición relacionados, dividido por la raíz cuadrada de dos. Los valores TEM serán clasificados de acuerdo con su magnitud: bueno ($< 5\%$), moderado (5 a 9.99%) o pobre ($\geq 10\%$). Por otro lado, los límites de confianza del gráfico Bland-Altman proporcionan un rango dentro del cual se espera que se encuentren la mayoría de las diferencias entre las mediciones del RFA y los métodos validados. Este rango ayuda a comprender en qué medida las mediciones de RFA coinciden con los métodos estándar en ensayos repetidos. Por lo tanto, los LoA ofrecen una visión más completa de la consistencia de las mediciones y la variabilidad potencial.

4.- Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores (equipo * grupo de IMC) para gasto calórico y frecuencia cardíaca para identificar si había diferencias entre factores. Los efectos principales se analizaron con la prueba post-hoc de

Bonferroni. El gasto calórico se calculó basándose en las calorías totales (obtenidas por el carro metabólico) divididas por el tiempo de juego efectivo durante la sesión. Se informaron los tamaños del efecto (eta parcial al cuadrado [η^2]) para el sobrepeso, obesidad y el total.

CAPÍTULO 3.

RESULTADOS

Se encontró un error de porcentaje medio absoluto (MAPE) bajo, lo que sugiere estimaciones precisas de gasto calórico mediante el Ring Fit Adventure en comparación con la calorimetría indirecta (10.8%). Las mediciones de la FC estuvieron muy similares, coincidiendo en su gran mayoría con las del monitor polar (7.7 %) (tabla 2).

Tabla 2. Media, error porcentual absoluto medio (MAPE) y rango ajustado según MAPE en GC y FC del carro metabólico y monitor de frecuencia cardíaca.

Dispositivo	Media	MAPE	MAPE rango ajustado
RFA GC	174.3 kcal	10.8 %	155.5 - 193.1 kcal
RFA FC	129 lpm	7.7 %	119.1 - 138.9 lpm

Abreviaturas: RFA: Ring Fit Adventure; GC: gasto calórico; FC, frecuencia cardíaca; kcal: kilocalorías; lpm: latidos por minuto.

El Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC), arrojó una correlación bastante fuerte para gasto calórico entre el RFA y el carro metabólico en individuos con sobrepeso ($r= 0.839$; $p= 0.001$) y obesidad ($r= 0.815$; $p= 0.001$), lo cual muestra una alta confiabilidad en este videojuego. En estos grupos, el ICC para FC indicó una alta concordancia con la del monitor polar en los dos grupos ($r= 0.832$; $p= 0.001$ y $r= 0.820$; $p= 0.001$; para sobrepeso y obesidad respectivamente). El error típico de medición (TEM) se consideró bajo para gasto calórico (16.6 %) pero moderado para FC (8.1 %), con un coeficiente de variación moderado tanto para gasto calórico

(9.4%) como para FC (6.4%), lo que sugiere cierta variabilidad en las mediciones. Además, el LoA de Bland-Altman demostró una varianza consistente alrededor de la diferencia media tanto para gasto calórico como para FC, lo cual indica que, a pesar de las diferencias observadas, ambos instrumentos están mostrando estimaciones comparables de FC y gasto calórico (figura 6 y 7).

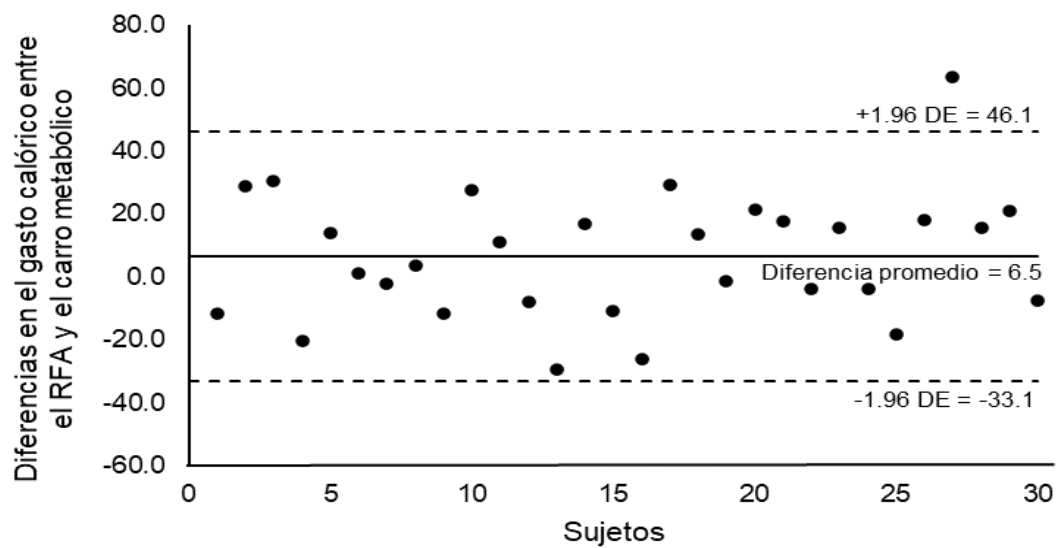


Figura 6. Gráfico de Bland-Altman para las kcal estimadas a partir del Ring Fit Adventure y el carro metabólico.

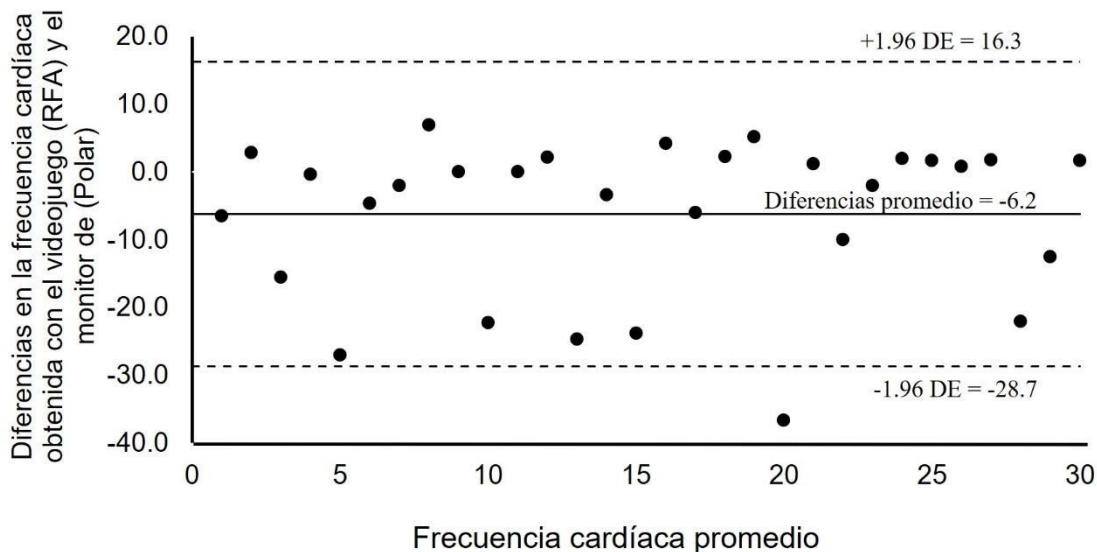


Figura 7. Gráfico de Bland-Altman para la frecuencia cardíaca estimada a partir del Ring Fit Adventure y el monitor de frecuencia cardíaca.

El ANOVA de dos vías no muestra diferencias significativas en la interacción ($F=1.333$; $p=0.258$; $\eta^2=0.45$), efectos principales de la condición ($F=3.584$; $p=0.069$; $\eta^2=0.113$) o categoría de IMC ($F=2.230$; $p=0.147$; $\eta^2=0.074$) sobre el gasto calórico. De igual forma no se encontraron hallazgos significativos en la interacción ($F=0.104$; $p=0.749$; $\eta^2=0.004$) ni en los efectos simples de las categorías de IMC ($F=0.034$; $p=0.854$; $\eta^2=0.001$) sobre la FC. Sin embargo, se encontró un efecto principal de la condición (RFA y Polar, $F=8.599$; $p=0.007$; $\eta^2=0.235$) sobre la FC.

Los participantes del estudio demostraron un alto disfrute del ejercicio por medio del videojuego activo (71.3 ± 5.9 U.A.). No se encontraron diferencias en el disfrute del *exergame* entre el grupo sobrepeso (71.8 ± 5.9 U.A.) y obesidad (70.9 ± 5.9 U.A.; $p=0.688$), en pocas palabras, los dos grupos disfrutaron el ejercicio de la misma manera. Se encontró que en 60 minutos de *exergame* (Ring Fit Adventure) los participantes metabolizaron 171.8 ± 39.7 kcal a una intensidad promedio del 68.5% (130.3 ± 25.3 lpm) de su $FC_{m\acute{a}x}$. Es importante mencionar que los participantes

registraron un RPE relativamente bajo durante los 60 minutos de videojuego (11.8 \pm 3.4), lo cual indica que un esfuerzo del 45% (figura 8).

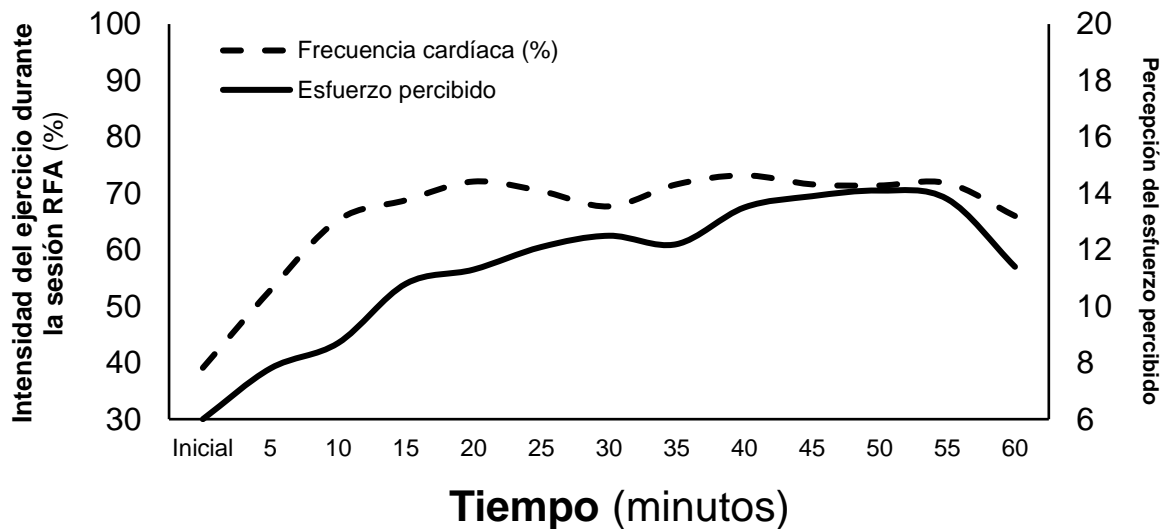


Figura 8. Intensidad de la frecuencia cardíaca y calificación del esfuerzo percibido durante la sesión de 60 minutos.

CAPÍTULO 4.

DISCUSIÓN

El estudio que se realizó arroja información confiable sobre el videojuego Ring Fit Adventure, referente a la FC y el gasto calórico, durante una sesión de 60 minutos. Se encontraron coeficientes de correlación intraclase entre la FC y el gasto calórico reportados por el RFA, carro metabólico y el monitor de frecuencia cardiaca polar FT7. En cuanto a los valores de TEM se mostraron algunos errores moderados en la medición de kcal y FC. Los gráficos de Bland-Altman informaron que los valores obtenidos por el videojuego pueden ser una medida válida para la FC y kcal. Por otro lado, el disfrute durante los 60 minutos se mostró bastante alto y en cuanto al esfuerzo percibido se mantuvo bajo durante la sesión. 55 minutos con el RFA aumentó las kcal metabolizadas de cada uno de los participantes basándose en un aproximado de 6.9 ± 1.5 kcal/min, este valor se muestra más alto que el que se reportó en el estudio que realizó Comeras-Chuecas (año) que alcanzó 4.9 ± 2.0 kcal/min, en una muestra de 45 niños con un rango de edad de 10.1 ± 1.0 .

El RFA demostró un mayor disfrute del ejercicio (89.1%) en comparación a lo reportado por Ram et al. (2022), quien comparó el disfrute del ejercicio de una sesión de alta intensidad (HIIT 62.9%) contra una continua de moderada intensidad (MICT 61.4%). Es importante mencionar que los investigadores utilizaron el mismo test para determinar el disfrute, el cual tiene una puntuación mínima de 16 y máxima de 80 puntos, siendo nada disfrutable el valor mínimo y bastante disfrutable el valor máximo. Este disfrute podría llegar a soportar el entrenamiento continuo de moderada-alta intensidad con una percepción del esfuerzo baja.

El RFA, en comparación con otros métodos de ejercicio, se mantuvo por debajo de la media de kilocalorías por minuto metabolizadas. En el estudio de Generosa-Nieto (2020) reclutaron una muestra de hombres adultos con obesidad y reportaron que el entrenamiento HIIT es capaz de metabolizar 13.9 ± 1.9 kcal/min, mientras que el (MICT) logra metabolizar 7.5 ± 0.5 kcal/min. Es importante recalcar que el gasto calórico es relevante para reducir el depósito de grasa visceral y grasa subcutánea,

junto con la probabilidad de padecer otras comorbilidades, sumando a al disfrute del ejercicio, el cual debe ser de suma importancia y complementarlo al objetivo de reducir y/o mantener un estado de peso saludable (Bartlett, et al. 2011).

En el presente estudio, la intensidad que se utilizó durante la sesión de 60 minutos fue mayormente de intensidad moderada durante el 70% de la intervención. Lo cual ayudaría a las personas a cumplir con las guías de ejercicio físico con mayor adherencia, lo cual lo lleva a una mejora con el tiempo en su condición cardiorrespiratoria y la salud en general. Es importante resaltar que el esfuerzo percibido utilizando la escala de Borg varió desde muy ligero (valor de 6), hasta algo duro (valor 14) junto con una alta percepción de disfrute (71.3 ± 5.9 UA) durante la sesión de 60 minutos. Se debe mencionar que mientras la intensidad del videojuego avanzaba, se reportó por parte de los sujetos, un aumento en la frecuencia cardíaca y un aumento en el esfuerzo percibido. Por otro lado, el reporte de disfrute con el videojuego fue alto durante la sesión. Aunque no se realizó una comparación con el ejercicio tradicional como lo es correr, sentadillas, lagartijas, burpees, entre otros, el RFA ha demostrado que los juegos de ejercicio en dichas consolas provocan un esfuerzo percibido más bajo, en comparación con el ciclismo estacionario tradicional, el baile y la caminata en cinta rodante (Hassan et al., 2023; Kraft et al., 2011; McDonoug et al., 2018; McDonoug et al., 2020). Proponemos que los altos niveles de inmersión en el RFA, así como la autorregulación que permite el videojuego, dan como resultado altos niveles de disfrute a pesar del aumento constante de esfuerzo percibido y frecuencia cardíaca.

Los anteriores hallazgos están respaldados por la teoría de modo dual de las respuestas afectivas al ejercicio, la cual plantea que las intensidades de ejercicio por debajo del umbral de subventilación/lactato del individuo tienden a percibirse uniformemente como placenteras, mientras que las intensidades de ejercicio que se acercan a su umbral tienden a ser más variables, excederlo se percibe como desagradable (Ekkekakis, 2009). Como era de esperar, las respuestas subventiladoras/lactato tienden a corresponder a una intensidad de ejercicio de ligera a moderada, la cual fue seleccionada para la práctica del videojuego. Todos estos hallazgos tienen implicaciones importantes en poblaciones con sobrepeso y

obesidad, ya que podrían interesarse más a participar en sesiones de ejercicios y, en consecuencia, mejorar el estado de salud.

Una de las contribuciones que sobresalen en el estudio, es el fuerte coeficiente de correlación intraclase entre el gasto calórico reportado en el RFA (180.7 ± 44.1 kcal) y el carro metabólico (171.8 ± 39.7 kcal) durante la sesión del videojuego. Lo que demuestra que se pueden utilizar ambos dispositivos para evaluar el gasto calórico, obteniendo datos válidos, de igual forma con la FC entre el RFA (122.8 ± 20.1 lpm) y el Polar FT7 (129.0 ± 18.6 lpm) arrojando un coeficiente de correlación intraclase muy fuerte. Lo cual parece indicar que el videojuego subestimó la FC de los participantes, sin embargo, un MAPE bajo, un TEM moderado y un LoA estrecho, sugieren que la frecuencia cardiaca reportada por el RFA puede considerarse confiable, aunque con alguna desviación constante entre mediciones que no varían mucho de la diferencia estándar. Hasta donde sabemos, este es el primer estudio que compara las métricas fisiológicas (gasto calórico y frecuencia cardíaca) obtenidas por medio del RFA con instrumentos validados/estándar de oro. Por lo tanto, cualquier conclusión directa anticipada debe tomarse con cautela y los estudios futuros deben tener como objetivo replicar y confirmar estos hallazgos.

Recomendaciones prácticas

Se recomienda utilizar este videojuego como alternativa al ejercicio tradicional ya que genera un grado de disfrute alto y con ello se podría conseguir que las personas tengan mayor adherencia al ejercicio por periodos de tiempo más largos.

Utilizar este videojuego permite conocer parámetros fisiológicos como: frecuencia cardiaca y gasto calórico, valores similares a los reportados por equipos considerados validados o estándar de oro. El videojuego lo guía un avatar, quien explica a detalle cada uno de los ejercicios a realizar, sin embargo, es recomendable la intervención humana para corregir la postura de cada participante.

Recomendaciones para futuros estudios

Una de las limitaciones que tuvo este estudio, fue que no se evaluaron mujeres. Se recomienda realizar un estudio similar, pero analizando mujeres con sobrepeso, obesidad o peso normal. Un estudio de este tipo involucra citar a las participantes

en el mismo período de su ciclo menstrual, debido a que hay estudios que mencionan diferencias significativas en el gasto calórico entre las dos etapas del ciclo menstrual (folicular y lútea) (Dokumacı & Hazır, 2019).

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES

En este estudio se encontró que el videojuego activo Ring Fit Adventure proporciona datos similares al carro metabólico (kilocalorías) y al monitor de frecuencia cardíaca (frecuencia cardíaca), equipos considerados estándar de oro y previamente validado, respectivamente. La sesión de ejercicio de 60 minutos se realizó a una intensidad moderada (intensidad *ad libitum*), generando una baja percepción del esfuerzo. Este videojuego activo es capaz de metabolizar 6.9 kcal/min. De esta manera, las personas que esten buscando un método lúdico y efectivo para realizar ejercicio, pueden considerar este videojuego como uno de ellos, ya que además de proporcionar datos similares (frecuencia cardíaca y kilocalorías metabolizadas) realizan una actividad que disfrutan bastante y que no perciben un gran esfuerzo, pudiendo hacer sesiones más prolongadas de tiempo o de mayor intensidad.

REFERENCIAS

- American College of Sports Medicine. (2018). ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. Wolters Kluwer, 10th Edition.
- Aristegui Noticias (2022). México ocupa el quinto lugar de obesidad en el mundo. <https://aristeguinoticias.com/0403/mexico/mexico-ocupa-el-quinto-lugar-de-obesidad-en-el-mundo/>
- Batrakoulis A, Jamurtas AZ, Metsios GS, Perivoliotis K, Liguori G, Feito Y, Riebe D, Thompson WR, Angelopoulos TJ, Krstrup P, Mohr M, Draganidis D, Poullos A, Fatouros IG. (2022). Comparative efficacy of 5 exercise types on cardiometabolic health in overweight and obese adults: A systematic review and network meta-analysis of 81 randomized controlled trials. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 15(6), e008243. DOI: 10.1161/CIRCOUTCOMES.121.008243.
- Barbosa, S., H., Urrea, A., M. (2018). Influencia del deporte y la actividad física en el estado de la salud físico y mental: una revisión bibliográfica. *Revista Katharsis*, N 25, enero-junio 2018, pp.141-159. Dialnet-InfluenciaDelDeporteYLaActividadFisicaEnElEstadoDe-6369972.pdf
- Bartlett, J., Close, G., MacLaren, D., Gregson, W., Drust, B. & Morton, J. (2011). High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: Implications for exercise adherence. *Journal of Sports Science*, 29(6), 547-553. DOI.org/10.1080/02640414.2010.545427
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 14(5), 337-381.
- Carraro, A., Young, M. & Robazza, C. (2008). A contribution to the validation of the physical activity enjoyment scale in an Italian sample. *Social Behavior and Personality*, 36(7), 911-918.
- Comeras-Chueca, C., Villalba-Heredia, L., Pérez-Llera, M., Lozano-Berges, G., Marín-Puyalto, J., Vicente-Rodríguez, G., Matute-Llorente, A., Casajús, J. & González-Agüero, A. (2022). Assessment of active video games energy expenditure in children with overweight and obesity and differences by gender.

International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(18), 6714.

- Cordero, A., Dolores, M., Galve, E. (2014). Ejercicio físico y salud. *Revista Española de Cardiología*, 67(9), 748-753. DOI.org/10.1016/j.recesp.2014.04.007
- Dokumaci, B., & Hazır, T. (2019). Effects of the menstrual cycle on running economy: Oxygen cost versus caloric cost. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90(3), 318–326. DOI.org/10.1080/02701367.2019.1599800
- Ekkekakis, P. (2009). Theory of affective responses to exercise in metatheoretical context: I. Initial impetus, basic postulates, and philosophical framework. *International Review of Sport and Exercise*. 73-94. <https://doi.org/10.1080/17509840802705920>
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. (2018). INEGI. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf
- Gaceta CCH. (2011). No es una dieta, sino un estilo de vida. <https://gaceta.cch.unam.mx/es/no-es-dieta-sino-un-estilo-de-vida>
- Generosa-Neto, J., Goncalves, P. V., Alves, M. P., Sayuri, I. D., Jabur, R. P., Figueredo, C., Moura, Z. Little, J., & Santos, L. F. (2019). High or moderate-intensity training promotes change in cardiorespiratory fitness, but not visceral fat, in obese men: A randomised trial of equal energy expenditure exercise. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 266, 150-155. DOI: 10.1016/j.resp.2019.05.009
- Cordero, A., Dolores, M., Galve, E. (2014). Ejercicio físico y salud. *Revista Española de Cardiología*, 67(9), 748-753. DOI.org/10.1016/j.recesp.2014.04.007
- Haddock, B., Jarvis, S., Klug, N., Gonzalez, T., Barsaga, B., Siegel, S. & Wilkin, L. (2012). Measurement of energy expenditure while playing exergames at a self-selected intensity. *The Open Sports Science Journal*, 5, 1-6. DOI:10.2174/1875399X01205010001
- Kraft, J., William, R., Browman, T., Selsor, C., & Foster, G. (2011). Heart rate and perceived exertion during self-selected intensities for exergaming compared to traditional exercise in college-age participants. *The Journal of Strength and*

- Lu, C., Buruk, O. O., Hassan, L., Nummenmaa, T., & Peltonen, J. (2021). "Switch" up your exercise: An empirical analysis of online user discussion of the Ring Fit Adventure exergame. *CEUR Workshop Proceedings*. https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/133706/Switch_up_your_exercise.pdf?sequence=1
- Martínez, M. C., Cedillo, I. G., & Aranda, B. D. E. (2016). Adherence to nutritional therapy: Intervention based on motivational interviewing and brief solution-focused therapy. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios*, 7(1), 32-39. <https://journals.iztacala.unam.mx/index.php/amta/article/view/353>
- Medina, C., Jáuregui, A., Hernández, C., Shsmah, T., & Barqueta, S. (2021). Physical inactivity and sitting time prevalence and trends in Mexican adults. Results from three national surveys. *PLoS ONE*, 16(7), e0253137. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0253137>
- Mendoza, F. G., Ledezma, J. C. R., Lezama, M. P., Hermenegild, A. Y. I., & Saldaña, R. G. (2020). Adherencia al tratamiento en personas con sobrepeso y obesidad. *Enseñanza e Investigación en Psicología*, 2(1), 127-138. <https://www.revistacneip.org/index.php/cneip/article/download/96/76>
- Moholdt, T., Skarpsno, E., Moe, B., & Lund, T. (2021). It is never too late to start: Adherence to physical activity recommendations for 11–22 years and risk of all-cause and cardiovascular disease mortality. The HUNT Study. *British Journal of Sports Medicine*, 55, 743-750. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102350>
- Morales, L., Castillo, D., Fonseca, M., Fueyo, E., Soriano, V. (2017). Videojuegos que combaten el sobrepeso y la obesidad. *Revista de la Alta Tecnología y la Sociedad*, 9(4), 44-48.
- Moreno, J. A., González-Cutre, D., Martínez Galindo, C., Alonso, N., y López, M. (2008). Propiedades psicométricas de la Physical Activity Enjoyment Scale (PACES) en el contexto español. *Estudios de Psicología*, 29(2), 173-180.

- NEXTn.NET. (2019). Las 10 claves que debes de conocer de Ring Fit Adventure. <https://www.nextn.es/2019/10/ring-fit-adventure-10-claves-avance-nintendo-switch/>
- Nintendo. (2019). Ring Fit Adventure. <https://www.nintendo.es/Juegos/Juegos-de-Nintendo-Switch/Ring-Fit-Adventure-1638708.html>
- OPS. OMS (2020). Elige vivir sano y OPS/OMS Chile, presentaron las nuevas recomendaciones sobre actividad física. <https://www.paho.org/es/noticias/4-12-2020-elige-vivir-sano-opsoms-chile-presentaron-nuevas-recomendaciones-sobre-actividad>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Proyectos de recomendaciones para la prevención y el tratamiento de la obesidad a lo largo del curso de la vida, incluidas las posibles metas. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://cdn.who.int/media/docs/default-source/obesity/who-discussion-paper-on-obesity---final190821-es.pdf?sfvrsn=4cd6710a_24&fbclid=IwAR1UXKsL1oNy465p-VGeCyRG_eFTUIGZp8QiE7rkWu4vXYFF5gYn5Z0w8vg
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). La obesidad puede prevenirse. Obesidad y sobrepeso. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- Pei-Tzu, W., Wen-Lan, W., & I-Huan, C. (2015). Energy expenditure and intensity in healthy young adults during exergaming. *American Journal of Health Behavior*, 39(4), 556-561.
- Phoemsapthawee, J., Prasertsri, P. & Leelayuwat, N. (2019). Heart rate variability responses to a combined exercise training program: Correlation with adiposity and cardiorespiratory fitness changes in obese young men. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 15(1), 114-122. DOI.org/10.12965/jer.1836486.243
- Pope, Z., Lee, J., Zeng, N. & Gao, Z. (2019). Validation of four smartwatches in energy expenditure and heart rate assessment during exergaming. *Games for Health Journal*, 8(3), 205–12.

- Quiroga-Torres, E., Delgado-López, V., & Ramos-Padilla, P. (2022). Valor diagnóstico de indicadores antropométricos para sobrepeso y obesidad. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 72(1), 23-30.
- Quiroz-Mora, C. A., Serrato-Ramírez, D. M., & Bergonzoli-Peláez, G. (2018). Factores asociados con la adherencia a la actividad física en pacientes con enfermedades crónicas no transmisibles. *Revista de Salud Pública*, 20, 460-464.
- Raimond, A. (2017). The role of social support in weight stability maintenance (Doctoral dissertation, University of Kansas). https://kuscholarworks.ku.edu/bitstream/handle/1808/25825/Raimond_ku_0099M_15184_DATA_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ram, A., Marcos, L., Morey, R., Clark, T., Hakansson, S., Ristov, M., Franklin, A., McCarthy, C., De Carli, L., Jones, M., Ward, R. & Keech, A. (2022). Exercise for affect and enjoyment in overweight or obese males: A comparison of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training. *Psychology, Health & Medicine*, 27(5), 1154-1167. DOI.org/10.1080/13548506.2021.1903055
- Reyes-Sánchez, F., Basto-Abreu, A., Torres-Álvarez, R., Canto-Osorio, F., González-Morales, R., Dyer-Leal, D. D & Barrientos-Gutiérrez, T. (2022). Fraction of COVID-19 hospitalizations and deaths attributable to chronic diseases. *Preventive Medicine*, 155. DOI.org/10.1016/j.ypmed.2021.106917
- Salud Castilla y León. (2018). Qué es el ejercicio físico? <https://www.saludcastillayleon.es/es/saludjoven/ejercicio-fisico/ejercicio-fisico>
- Sánchez, J. A. O., del Pozo Cruz, J., Rosa, R. M. A., Gómez, D. G., & Barbosa, F. Á. (2021). Efectos del sedentarismo en niños en edad escolar: revisión sistemática de estudios longitudinales. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 40(2021), 404-412.
- Stockwell, S., Trott, M., Tully, M., Shin, J., Barnett, Y., Butler, L., McDermott, D., Schuch, F., & Smith, L. (2020). Changes in physical activity and sedentary behaviours from before to during the COVID-19 pandemic lockdown: a

systematic review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 7(1), 1-8.
DOI.org/10.1136/bmjsem-2020-000960

Whyte, L., Gill, J. & Cathcart, A. (2010). Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*, 59(10), 1421-1428. DOI.org/10.1016/j.metabol.2010.01.002

Xu, Y., & Zhong, R. (2022). Effects of Exergames Intervention on Older Adults: A Review. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 449-460). Springer, Cham

ANEXOS

Anexo 1. Participación en el 1er Congreso Internacional de Cultura Física y Ciencias Aplicadas al Deporte en Tijuana, Baja California.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE DEPORTES

Otorga la presente



CONSTANCIA

**Paulina B. Moreno Carbajal, Norma E. Corrales Camargo,
Luis M. Gómez-Miranda, Roberto Espinoza-Gutiérrez,
Juan J. Calleja-Núñez, Bryan Montero-Herrera,
Jorge A. Aburto-Corona**

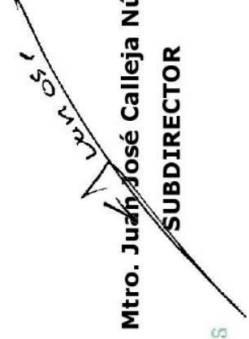
Por haber presentado el trabajo libre de investigación titulado "Valoración del gasto energético y grado de satisfacción con el Exergame RingFit Adventure en adultos jóvenes con sobrepeso y obesidad", dentro del programa del **I Congreso Internacional de Cultura Física y Ciencias aplicadas al Deporte**, realizado del 3 al 5 de noviembre de 2022, en las instalaciones del INDE y de la Facultad de Deportes. Dicho evento fue realizado con la intención de promover la divulgación científica.

Tijuana, B.C., noviembre de 2022.

"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"


Mtro. Emilio Manuel Arrayales Millán
DIRECTOR




Mtro. Juan José Calleja Núñez
SUBDIRECTOR



Anexo 2. Participación en el 11vo Congreso Internacional en Ciencias del Deporte, en Pachuca, Hidalgo.

11 CONGRESO INTERNACIONAL
EN CIENCIAS DEL DEPORTE
"Negocio, Política y Ciencia en el Deporte"

UNIVERSIDAD DEL FUTBOL Y
CIENCIAS DEL DEPORTE

OTORGA LA PRESENTE

Constancia

Por su compromiso profesional de excelencia,
como ponente del tema "Valoración del gasto energético y
satisfacción durante una sesión exergame en adultos jóvenes con
sobrepeso y obesidad" en los trabajos de investigación del 11º
congreso internacional en ciencias del deporte:

Paulina B. Moreno Carbajal
Pachuca Hidalgo 8 de Noviembre 2022

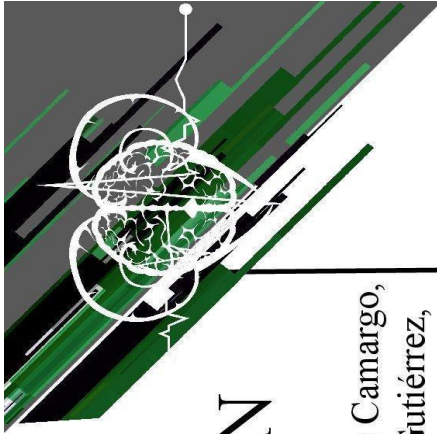
Lic. Jesús Martínez Patiño
Presidente Grupo Pachuca

Salvadora de Aranda
Dña. Gabriela Murguía Cánovas
Presidenta del Consejo de Gobierno
Universitario

Dr. José María Busto Villareal
Director -México de CEMA

XVIII Congreso Internacional de
Traumatología, Medicina del
Deporte y Rehabilitación.

Anexo 3. Presentación en el 6to Simposio Internacional de Tópicos Avanzados en Fisiología del Ejercicio en Ensenada, Baja California.



CONSTANCIA DE PARTICIPACIÓN

Paulina B. Moreno Carbajal, Norma E. Corrales Camargo,
Luis M. Gómez-Miranda, Roberto Espinoza-Gutiérrez,
Juan J. Calleja-Núñez, Bryan Montero-Herrera,
Jorge A. Aburto-Corona

Por su destacada presentación del trabajo titulado “*Assessment of energy expenditure and enjoyment during an exergame session in overweight and obese young adults*” en el 6to Simposio Internacional de Tópicos Avanzados en Fisiología del Ejercicio. Realizado el 27 de octubre de 2022 en la ciudad de Ensenada, Baja California, México



A purple ink signature of Alberto Jiménez Maldonado.

Alberto Jiménez Maldonado
Responsable Técnico del Evento



A blue ink signature of Juan Pablo Machado Parra.

Juan Pablo Machado Parra
Subdirector



Anexo 4. Publicación de abstract “Assesment of energy expenditure and enjoyment during an exergame session in overweight and obese young adults” en la revista BMC Proceedings (factor de impacto 0.373).

BMC Proceedings 2023, 17(Suppl 1):1
<https://doi.org/10.1186/s12919-023-00251-4>

BMC Proceedings

MEETING ABSTRACTS

Open Access

Abstracts from the 6th International Symposium of Advanced Topics in Exercise Physiology: Interval training as an efficient strategy to overcome the XXI century diseases with emphasis in the mental brain diseases



Ensenada Baja California, México. 27-28 October 2022 (virtual symposium)

Published: 2 March 2023

Sponsorship: International Brain Research Organization (IBRO)

A7

Assessment of energy expenditure and enjoyment during an exergame session in overweight and obese young adults

Paulina B. Moreno Carbajal¹, Norma E. Corrales Camargo¹, Luis M. Gómez-Miranda¹, Roberto Espinoza-Gutiérrez¹, Juan J. Calleja-Núñez¹, Bryan Montero-Herrera², Jorge A. Aburto-Corona¹

¹ Sports Faculty, Autonomous University of Baja California, BC, México; ² Physical Education School, University of Costa Rica, San Jose, Costa Rica

Correspondence: Jorge A. Aburto-Corona jorge.aburto@uabc.edu.mx

BMC Proceedings 2023, 17(Suppl 1):A7

Background: The objective of this study is to determine the level of enjoyment and the amount of kilocalories (kcal) in an hour of exergame using the Nintendo Ring Fit Adventure in people with overweight and obesity.

Materials and methods: Participants: Thirteen male sedentary subjects (22.1 years; 177 cm in height; 104.8 kg in weight; VO_2^{max} 33.8 mL/kg/min) with overweight and obesity has been recruited (BMI 33.2; body fat 32.1%; muscle mass 39.5 kg). Participants attended in two occasions to the Human Motor Bioscience Laboratory. On the first visit, body measurements (i.e., height, weight, and body composition) were taken with a bioimpedance analysis. Next, a progressive loading protocol on a treadmill was carried on to determine the VO_2^{max} by indirect calorimetry. In the second session, participants performed 60 minutes of exergame with the Ring Fit Adventure. The exercise protocol was performed connected to the metabolic cart during the entire visit, requesting an *ad libitum* effort during the session. Once the time was over, the level of enjoyment of physical activity was determined using the 16-item PACES questionnaire.

Results: The preliminary analysis demonstrated that participants metabolized 6.4 kcal/min using the exergame Ring Fit Adventure, exercising at 68% (131.3 ± 14.4 bpm) of their HR_{max} . Through the PACES questionnaire, a high percentage of enjoyment with this video game (88.8%) was reported.

Conclusions: The main finding of the study is that exercising with the Ring Fit Adventure (6.4 kcal/min) elicits similar caloric expenditure compared to continuous exercise training of moderate intensity (7.5 kcal/min). Exergames produce greater enjoyment and adherence to exercise compared to MICT and HIIT in people with overweight and obesity.

Anexo 5. Consentimiento informado leído y firmado, de manera voluntaria, por cada uno de los participantes del estudio.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE DEPORTES



Nombre de el/la investigador/a principal: Jorge A. Aburto Corona

Nombre del/la participante: _____

Número de teléfono _____ Email _____

A. PROPÓSITO DEL PROYECTO

Determinar la valoración del gasto energético realizado mediante una práctica de exergame con el juego Ring Fit Adventure (Nintendo Switch) en personas con sobrepeso y obesidad.

B. ¿QUÉ SE HARÁ?

Usted deberá asistir en dos ocasiones al Laboratorio de Biociencias de la Motricidad Humana. En la primera sesión se le tomarán medidas como la talla y el peso corporal en una báscula de bioimpedancia eléctrica, por tal motivo, se le pedirá que se quite la mayor cantidad de ropa y que se desprenda de todo objeto metálico. Además, deberá realizar una prueba de carga progresiva en banda sin fin para determinar el consumo máximo de oxígeno (prueba de esfuerzo máximo).

En la segunda sesión iniciará acostándose en posición supina por 10 minutos. Seguido, realizará un calentamiento de 10 ejercicios en el Ring Fit para después continuar con 45 minutos de ejercicio con el videojuego en modo aventura. Finalmente, ejecutará un enfriamiento de 5 minutos para finalizar la sesión. Cabe mencionar que en todo momento se le estará monitoreando la frecuencia cardíaca y la percepción del esfuerzo. Del mismo modo, deberá realizar el ejercicio con la máscara para estar monitoreando el gasto energético.

C. BENEFICIOS

Usted tendrá el beneficio de conocer el consumo máximo de oxígeno obtenido de manera directa, el cual es un parámetro que indica riesgo cardiovascular. De la misma manera, se le entregará el análisis de composición corporal para que determine cómo se encuentra la composición de su cuerpo, pudiendo analizar a profundidad el porcentaje de grasa y músculo. Por último, se le facilitará la información del gasto energético que realiza en una hora de exergame.

D. VOLUNTARIEDAD

Yo _____ acepto participar como sujeto de investigación teniendo como tratamiento una prueba de esfuerzo en la banda sin fin, utilizando el carro metabólico. Así como también una sesión de entrenamiento con el videojuego Ring Fit Adventure, y siguiendo en todo momento las indicaciones correspondientes.

E. CONFIDENCIALIDAD

Desde que usted firme el consentimiento se le asignará un número con el cual será registrado. De esta manera promovemos el anonimato. Solamente el investigador principal tendrá acceso a la base de datos con los respectivos nombres. Los resultados serán analizados y publicados de forma anónima. Aun así, usted tendrá acceso al documento final.

CONSENTIMIENTO

He leído o se me ha leído toda la información descrita en esta fórmula antes de firmar. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, declaro que entiendo de qué trata el proyecto, las condiciones de mi participación y accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio

***Este documento debe de ser autorizado en todas las hojas mediante la firma, o en su defecto con la huella digital, de la persona que será participante o de su representante legal.**

Nombre y firma del sujeto participante

Nombre y firma del/la investigador/a que solicita el consentimiento

Nombre y firma del/la testigo

Anexo 6. Cuestionario de Aptitud para la Actividad Física.

Physical Activity Readiness
Questionnaire - PAR-Q
(revisado 2002)

PAR-Q & YOU

(Un Cuestionario para Personas de 15 a 69 años)

La actividad física regular es saludable y sana, y más personas cada día están comenzando a estar más activas. Ser más activo es seguro para la mayoría de las personas. Sin embargo, algunos individuos deben consultar a un médico antes de iniciar un programa de ejercicio o actividad física.

Si usted está planeando participar en programas de ejercicio o de actividad física, lo recomendado es que responda a las siete preguntas descritas más abajo. Si usted tiene entre 15 y 69 años de edad, el cuestionario PAR-Q le indicará si necesita consultar a su médico antes de iniciar un programa de ejercicio o actividad física. Si usted tiene más de 69 años de edad, y no está acostumbrado a estar activo, consulte a su médico.

El sentido común es la principal guía para contestar estas preguntas. Favor de leer las preguntas con cuidado y responder cada una honestamente; Marque SI o NO.

SI	NO	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1. ¿Alguna vez su médico le ha indicado que usted tiene un problema cardiovascular, y que solamente puede llevar a cabo ejercicios o actividad física si lo refiere un médico.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2. ¿Sufre de dolores frecuentes en el pecho cuando realiza algún tipo de actividad física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3. ¿En el último mes, le ha dolido el pecho cuando no estaba haciendo actividad física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4. ¿Con frecuencia pierde el equilibrio debido a mareos, o alguna vez ha perdido el conocimiento?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5. ¿Tiene problemas en los huesos o articulaciones (por ejemplo, en la espalda, rodillas o cadera) que pudiera agravarse al aumentar la actividad física?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6. ¿Al presente, le receta su médico medicamentos (por ejemplo, pastillas de agua) para la presión arterial o problemas con el corazón?
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7. ¿Existe alguna otra razón por la cual no debería participar en un programa de actividad física?

Si

usted

contestó

SÍ a una o más preguntas:

Hable con su médico por teléfono o en persona ANTES de empezar a estar más activo físicamente, o ANTES de tener una evaluación de su aptitud física. Dígale a su médico que realizó este cuestionario y las preguntas que usted respondió que SI.

- Usted puede estar listo para realizar cualquier actividad que desee, siempre y cuando comience lenta y gradualmente. O bien, puede que tenga que restringir su actividad a las que sea más segura para usted. Hable con su médico sobre el tipo de actividades que desea participar y siga su consejo.
- Busque programas en lugares especializados que sean seguros y beneficiosos para usted.

No todas preguntas:

Si usted contestó NO honestamente a todas las preguntas, entonces puede estar razonablemente seguro que puede:

- Comenzar a ser más activo físicamente, pero con un enfoque lento y que se prograse gradualmente. Esta es la manera más segura y fácil.
- Formar parte de una evaluación de la aptitud física; esta es una manera excelente para determinar su aptitud física de base, lo cual le ayuda a planificar la mejor estrategia de vivir activamente. También, es muy recomendable que usted se evalúe la presión arterial. Si su lectura se encuentra sobre 144/94, entonces, hable con su médico antes de ser más activo físicamente.

DEMORE EL INICIO DE SER MÁS ACTIVO:

- Si usted no se siente bien a causa de una enfermedad temporera, tal como un resfriado o fiebre, entonces lo sugerido es esperar hasta que se recupere por completo; o
- Si usted está o puede estar embarazada, hable con su médico antes de comenzar a estar físicamente más activa.

POR FAVOR: Si un cambio en su salud lo obliga a responder SI a cualquiera de las preguntas, es importante que esta situación se le informe a su médico o entrenador personal. Pregunte si debe modificar su plan de ejercicio o actividad física.

Uso Informado de PAR-Q: La Sociedad Canadiense de Fisiología del Ejercicio, y sus agentes, no asumen ninguna responsabilidad legal para las personas que realizan ejercicio o actividad física; en caso de duda después, de completar este cuestionario, consulte primero a su médico.

No se permiten cambios. Se puede fotocopiar el PAR-Q, únicamente si se emplea todo el formulario.

NOTA: Si se requiere administrar el PAR-Q antes que el participante se incorpore a un programa de ejercicio/actividad física, o se someta a pruebas de aptitud física, esta sección se puede utilizar para propósitos administrativos o legales:

"Yo he leído, entendido y completado el cuestionario. Todas las preguntas fueron respondidas a mi entera satisfacción."

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: _____

FIRMA DEL PARIENTE: _____

TESTIGO: _____

o TUTOR (para participantes menores edad)

NOTA: Este cuestionario es valido hasta un máximo de 12 meses, a partir de la fecha en que se completa. El mismo se invalida si su estado de salud requiere contestar SI en alguna de las siete preguntas.

NOTA: Obtenido de: The Physical Activity Readiness Questionnaire: PAR-Q & YOU, por Canadian Society for Exercise Physiology, 2002. Copyright 2002 por Canadian Society for Exercise Physiology, www.csep.ca/forms. Recuperado de <http://www.csep.ca/cmfiles/publications/parq/par-q.pdf>

**Anexo 7. Escalas de medición para valorar el disfrute de la actividad física.
Escala de medida del disfrute en la actividad física (PACES).**

Cuando estoy activo...	Totalmente en desacuerdo	Algo en desacuerdo	Neutro	Algo de acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Disfruto	1	2	3	4	5
2. Me aburro	1	2	3	4	5
3. No me gusta	1	2	3	4	5
4. Lo encuentro agradable	1	2	3	4	5
5. De ninguna manera es divertido	1	2	3	4	5
6. Me da energía	1	2	3	4	5
7. Me deprime	1	2	3	4	5
8. Es muy agradable	1	2	3	4	5
9. Mi cuerpo se siente bien	1	2	3	4	5
10. Obtengo algo extra	1	2	3	4	5
11. Es muy excitante	1	2	3	4	5
12. Me frustra	1	2	3	4	5
13. De ninguna manera es interesante	1	2	3	4	5
14. Me proporciona fuertes sentimientos	1	2	3	4	5
15. Me siento bien	1	2	3	4	5
16. Pienso que debería estar haciendo otra cosa	1	2	3	4	5

Disfrute: 1, 2(-), 3(-), 4, 5(-), 6, 7(-), 8, 9, 10, 11, 12(-), 13(-), 14, 15, 16(-)

Moreno, J. A., González-Cutre, D., Martínez Galindo, C., Alonso, N., y López, M. (2008). Propiedades psicométricas de la Physical Activity Enjoyment Scale (PACES) en el contexto español. *Estudios de Psicología*, 29(2), 173-180.

Anexo 8. Escala del Esfuerzo Percibido de Borg (15 ítems).

ESFUERZO PERCIBIDO	
6	
7	MUY, MUY LIGERO
8	
9	MUY LIGERO
10	
11	BASTANTE LIGERO
12	
13	ALGO DURO
14	
15	DURO
16	
17	MUY DURO
18	
19	MUY, MUY DURO
20	

Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.

Anexo 9. Hoja de recolección de datos.

Nombre:		Edad:	Talla:	Peso:
IMC:	% de Masa muscular:		% de grasa:	
FCM:	VO2 máx.:	Ángulo de fase:	Disfrute de Act. Fis:	

Frecuencia cardíaca	Esfuerzo percibido
5	
10	
15	
20	
25	
30	
35	
40	
45	
50	
55	
60	

Fc "Ring Fit"		Fc Polar	
FCRf1		FCP1	
FCRf2		FCP2	
FCRf3		FCP3	
FCRf4		FCP4	
FCRf5		FCP5	
FCRf6		FCP6	
FCRf7		FCP7	
FCRf8		FCP8	
FCRf9		FCP9	
FCRf10		FCP10	

Kcal con el "Ring Fit"	
Kcal "Carro metabólico"	

Anexo 10. Publicación de artículo en Revista Games for Health Journal, con factor de impacto de 3.5 dentro del JCR.

G4H-2023-0159-ver9-MorenoCarbajal_2P-new.3d 03/20/24 12:30pm Page 1

GAMES FOR HEALTH JOURNAL: Research, Development, and Clinical Applications
Volume 13, Number 4, 2024
© Mary Ann Liebert, Inc.
DOI: 10.1089/g4h.2023.0159

Original Article

Open camera or QR reader and scan code to access this article and other resources online.



Energy Expenditure Validation of an Exergame Platform: Ring Fit Adventure Use in Adults with Overweight and Obesity

Paulina B. Moreno Carbajal, Lic,¹ Norma E. Corrales Camargo, Lic,¹ Roberto Espinoza-Gutiérrez, PhD,^{1,2} Juan J. Calleja-Núñez, PhD,^{1,2} Bryan Montero-Herrera, MSc,³ Jonathan Cema, MSc,⁴ and Jorge A. Aburto-Corona, MSc^{1,2}

Abstract

Objective: This study aims at comparing the energy expenditure (EE) and heart rate (HR) data from Ring Fit Adventure (RFA) with those from indirect calorimetry (COSMED) and a heart rate monitor (Polar FT7). A secondary goal is to evaluate self-reported enjoyment and perceived effort levels.

Materials and Methods: Thirty participants (age = 21.8 ± 2.2 ; body mass index = 31.8 ± 4.4) were recruited for two laboratory visits. The first visit involved baseline measurements. In the second visit, participants performed a 55-minute ad libitum exercise session with the RFA in adventure mode with moderate difficulty. During this session, EE, HR, perceived effort, and enjoyment of physical activity were recorded.

Results: Although no statistically significant overestimation of EE was found between the RFA and the metabolic cart, two-way analysis of variance results show a main effect of condition (RFA vs. Polar FT7) on HR (122.8 ± 20.1 bpm and 129.0 ± 18.6 bpm; $P = 0.007$; $\eta_p^2 = 0.235$). Based on comprehensive statistical evaluations, including the mean absolute percent error, intraclass correlations, typical error of measurement, and limits of agreement, the data suggest that the RFA provides reliable estimates for EE and HR. Overall, participants enjoyed the game considerably ($71.3 \pm 5.9/80$ arbitrary units), and their reported perceived exertion was low.

Conclusion: This study underscores that the RFA values are relatively accurate and precise, and thus it can be safely suggested for individuals with overweight and obesity to adopt an active lifestyle.

Keywords: Enjoyment, Heart rate, Perceived effort

Introduction

EPIDEMIOLOGICAL DATA INDICATE that there has been a substantial increase in overweight and obesity worldwide (OW/OB).¹⁻³ In Latin America, Mexico presents one of the highest indices. Approximately 73% of the population is at least OW and 36.1% OB.^{4,5} It is estimated that by 2050, the cost of Mexican health care for OW/OB will be around \$1.7 billion.⁶

Higher values of body mass index (BMI; defined as weight in kilograms divided by height in meters squared) involve serious consequences, including cardiovascular disease and diabetes,^{7,8} cancer,⁹ and a steeper decline in cognitive abilities.¹⁰

More precisely, in Mexico, comorbidities (e.g., diabetes and hypertension) associated with OW/OB have accounted for an increase in mortality rates, premature death, and/or disability.¹¹ Therefore, finding methods to reduce the incidence of OW/OB will be critical in the coming years.

Regular physical activity (PA) has been identified as an effective method to impact body weight and reduce OW/OB levels. PA is generally defined as any voluntary body movement that requires greater energy expenditure (EE) than resting.¹² The Physical Activity Guidelines for Americans state that adults must engage in 150 minutes of moderate, or 75 minutes of vigorous PA or an equivalent combination of two intensities per week.^{12,13}

¹Sports Faculty, Autonomous University of Baja California, Tijuana, Baja California, México.

²Research Group UABC-CA-341 Physical Performance and Health, Human Biosciences Laboratory, Tijuana, Baja California, México. Departments of ³Kinesiology and Community Health, and ⁴Neuroscience, University of Illinois Urbana-Champaign, Urbana, Illinois, USA.

Anexo 11. Constancia por la participación en el programa radiofónico Cimarrón en Movimiento.



**COORDINACIÓN GENERAL DE EXTENSIÓN DE LA CULTURA Y
DIVULGACION DE LA CIENCIA**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y MEDIOS

CONSTANCIA DE PARTICIPACIÓN

Se otorga la presente Constancia a la **C. Paulina Berenice Moreno Carbajal**, por su participación en el programa radiofónico **“Cimarrón en Movimiento”** con el tema **“Videojuego ringfit y sus efectos en la composición corporal”** el día 17 de octubre del año en curso, transmitido por las señales de Mexicali XHBA 104.1 FM, Ensenada XHUAC 95.5 FM y Tijuana XEUT 1630 AM de UABC Radio y por Internet radio.uabc.mx con duración de 30 minutos.

Se extiende la presente en la ciudad de Mexicali, Baja California, a los quince días del mes de noviembre del año dos mil veintidós.

Atentamente
“POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER”

LIC. CARMEN GUADALUPE TIRADO DÍAZ
Jefa de Departamento



Anexo 12. Protocolo de Bruce

TABLA 1. PROTOCOLO DE BRUCE				
ETAPAS	TIEMPO (total)	VELOCIDAD	PENDIENTE (%)	METS (aprox.)
1	3 min (3)	2.7 km/h	10	4.7
2	3 min (6)	4.0 km/h	12	6.8
3	3 min (9)	5.4 km/h	14	9.1
4	3 min (12)	6.7 km/h	16	12.9
5	3 min (15)	8.0 km/h	18	15
6	3 min (18)	8.8 km/h	20	16.9
7	3 min (21)	9.6 km/h	22	19.1