

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

INFORME DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SOBRE:

“NIVEL DE CONCORDANCIA DE LOS RELOJES INTELIGENTES PARA LA ESTIMACIÓN DEL TRABAJO ANAERÓBICO EN JÓVENES DEPORTISTAS”

Requisito previo para optar por el Título de Licenciada en Fisioterapia

Autora: Morales Luisa, Zaida Lizbeth

Tutor: Lcdo. Mg. Caiza Lema, Stalin Javier

Ambato – Ecuador

Julio 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del proyecto de investigación con el tema: **"NIVEL DE CONCORDANCIA DE LOS RELOJES INTELIGENTES PARA LA ESTIMACIÓN DEL TRABAJO ANAERÓBICO EN JÓVENES DEPORTISTAS"** de la Srta. Morales Luisa Zaida Lizbeth, estudiante de la carrera de Fisioterapia de la Universidad Técnica de Ambato. Considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación por el Jurado examinador designado por el Consejo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Julio 2025

EL TUTOR

Firmado electrónicamente por:
STALIN JAVIER CAIZA LEMA
Validar únicamente con FirmaEC

……

Lcdo. Mg. Caiza Lema, Stalin Javier

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

Los criterios emitidos en el Trabajo de Investigación sobre:

"NIVEL DE CONCORDANCIA DE LOS RELOJES INTELIGENTES PARA LA ESTIMACIÓN DEL TRABAJO ANAERÓBICO EN JÓVENES DEPORTISTAS" como también los contenidos, ideas, objetivos y futura aplicación del trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autora de este trabajo de grado.

Ambato, Julio 2025

LA AUTORA

Firmado electrónicamente por:
ZAIDA LIZBETH
MORALES LUISA

……

Morales Luisa, Zaida Lizbeth

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que se haga de esta tesis o parte de ella, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi proyecto de investigación con fines de difusión pública; además apruebo la reproducción de esta tesis, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora.

Ambato, Julio 2025

LA AUTORA



.....

Morales Luisa, Zaida Lizbeth

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Informe de Investigación, sobre el tema **"NIVEL DE CONCORDANCIA DE LOS RELOJES INTELIGENTES PARA LA ESTIMACIÓN DEL TRABAJO ANAERÓBICO EN JÓVENES DEPORTISTAS",** de Morales Luisa Zaida Lizbeth, estudiante de la Carrera de Fisioterapia.

Ambato, Julio 2025

Para constancia firman:

- - - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - -
PRESIDENTE/A	1er VOCAL	2do VOCAL

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado, primero, a Dios por darme la fortaleza y entendimiento para terminar una etapa más en mi vida, por la fuente inagotable de sabiduría y perseverancia que me permitieron llegar hasta aquí.

A mis padres, los pilares fundamentales de mi vida. A mi madre Susana Luisa, por ser mi refugio y fortaleza, por su aliento en momentos difíciles y su amor incondicional. A mi padre, Antonio Morales por su esfuerzo para que yo pueda cumplir esta meta, por enseñarme que con constancia se alcanzan los sueños. Gracias a ustedes soy lo que soy, su fe en mis capacidades me brindó la confianza necesaria para superar todos los obstáculos, ustedes son mi mayor motivación y cada logro es gracias al amor y los valores que me inculcaron.

A mi hermano, mi cómplice de risas y confidente en los días difíciles, gracias por todos sus consejos, por apoyarme y recordarme siempre lo importante que es perseguir mis metas.

A mis abuelos Etelvina, Víctor y Carmen, por siempre estar pendiente de mí, por sus cuidados desde que era una niña hasta el día de hoy, gracias por ser fuente de sabiduría para mí. A mi abuelo Francisco, aunque ya no está físicamente, sigue presente en mi corazón y ha sido parte de mi inspiración para elegir esta hermosa carrera.

A mi prima Erika Luiza, que, con su pasión por el área de la salud, sembró en mi la semilla del amor por el cuidado de las personas, gracias por compartir

conmigo tus conocimientos, experiencias y esa dedicación por ayudar a los demás que hoy también es mío. Tú fuiste mi inspiración para seguir este camino y cada logró que he conseguido durante la carrera lleva un poco de tu influencia.

A mi novio Kevin Robalino, no encuentro las palabras para expresar mi eterno agradecimiento por su apoyo incondicional durante todo este proceso, por tus consejos y motivarme a no rendirme. Junto a ti encontré las fuerzas y el valor para perseguir este sueño.

Morales Luisa, Zaida Lizbeth

AGRADECIMIENTO

La finalización de este proyecto representa no solo el cierre de una etapa más en mi vida, sino también el resultado del valioso apoyo de múltiples personas. Agradezco a Dios por brindarme fortaleza y sabiduría, por su guía constante y las innumerables bendiciones que me ha otorgado a lo largo de este camino, su presencia en mi vida ha sido mi mayor sustento y fuente de inspiración para persistir.

Agradezco a mis padres, Susana y Antonio, quienes con su arduo trabajo me brindaron la oportunidad de culminar esta etapa en mi vida, por su amor incondicional, su apoyo constante e inquebrantable y sus constantes sacrificios. Estoy eternamente agradecida por su apoyo, no encuentro las palabras suficientes para expresar mi gratitud por brindarme todo lo necesario para alcanzar mis metas, gracias por sus consejos, por motivarme y siempre confiarme en mi.

A mi primo Mateo, por contribuir en gran parte en este último paso, ha sido fuente de inspiración en múltiples ocasiones, con su cariño, su apoyo y alegría, me contagió su optimismo y me recordó el verdadero propósito de mi esfuerzo.

A mi familia, por su constante aliento y su amor incondicional, su apoyo emocional y comprensión durante cada etapa fueron mi mayor motivación para continuar, por celebrar cada pequeño avance y

recordarme la importancia de disfrutar cada proceso. Su apoyo ha sido el mejor regalo en esta recta final.

De la misma manera, agradezco a mi amiga Elizabeth por haber sido mi compañera en este viaje desde el primer día, por su amistad, por sus palabras de aliento en cada momento y las incontables noches de estudio. Gracias por sus consejos, por cada risa y por haber hecho de este camino mucho más llevadero.

Finalmente, a mi tutor, Lcdo. Mg Stalin Javier Caiza Lema, le agradezco por compartir sus amplios conocimientos conmigo, por su orientación y apoyo en la elaboración de este proyecto de investigación.

Morales Luisa, Zaida Lizbeth

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii
DERECHOS DE AUTOR iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v
DEDICATORIA vi
AGRADECIMIENTO viii
ÍNDICE GENERAL x
ÍNDICE DE TABLAS xii
RESUMEN xiii
ABSTRACT xiv
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 2
MARCO TEÓRICO 2
1.1. Antecedentes Investigativos 2
1.2 Objetivos 13
1.2.1 Objetivo General 13
1.2.2 Objetivos Específicos: 13
CAPÍTULO II 14
METODOLOGÍA 14
2.1 Materiales 14
2.1.1 Otros Materiales 14
2.2 Métodos 14
2.2.1 Tipo y nivel de investigación 15
2.2.2 Selección del área o ámbito de estudio 15

2.2.3 Técnicas 15
2.2.4 Población o Muestra 15
2.2.5 Criterios de inclusión y exclusión 16
2.2.6 Hipótesis del estudio 16
2.2.7 Descripción 16
2.2.8 Aspectos éticos 18
CAPÍTULO III 20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 20
3.1 Análisis e interpretación de datos 20
3.2 Discusión 24
CAPÍTULO IV 27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 27
4.1 Conclusiones 27
4.2 Recomendaciones 27
Bibliografía 28
ANEXOS 33
Anexo 1. Resolución de la modalidad de titulación 33
Anexo 2. Carta de compromiso 34
Anexo 3. Consentimiento informado por representación 35
Anexo 4. Ficha de recolección de datos y Test 37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos sociodemográficos..... 20
Tabla 2. Evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria..... 21
Tabla 3. Comparación los resultados de los 3 dispositivos..... 22
Tabla 4. Comparación de la frecuencia cardiaca máxima tomada con los dispositivos y la frecuencia cardiaca máxima estimada..... 23
Tabla 5. Análisis de concordancia de los dispositivos..... 24

“NIVEL DE CONCORDANCIA DE LOS RELOJES INTELIGENTES PARA ESTIMACIÓN DEL TRABAJO ANAERÓBICO EN JÓVENES DEPORTISTAS”

Autora: Morales Luisa, Zaida Lizbeth

Tutor: Lcdo. Mg. Caiza Lema, Stalin Javier

Fecha: Julio, 2025

RESUMEN

El baloncesto es uno de los deportes que más se práctica en el Ecuador especialmente por los jóvenes, esta disciplina requiere de un alto rendimiento del sistema cardiorrespiratorio, para estos deportistas resulta indispensable evaluar de manera eficaz este sistema durante la actividad física. Existen pruebas específicas como la ergoespirometría que es utilizada por deportistas de alto rendimiento, sin embargo, existen alternativas como los relojes inteligentes. Por este motivo el presente proyecto tuvo como objetivo determinar el nivel de concordancia entre los dispositivos para la medición del umbral anaeróbico. La investigación se enmarcó en un diseño no experimental con un enfoque cuantitativo, además, se habla de un estudio de tipo descriptivo transversal porque se realizó una sola evaluación a los participantes. La población fue seleccionada por medio de un muestreo a conveniencia con un total de 30 participantes jóvenes de 12 a 15 años de la Escuela de formación de básquet “The Blue Hawks” de la ciudad de Ambato. Se realizó la evaluación usando tres dispositivos al mismo tiempo (Apple watch series 6, Xiaomi band 8 y banda Moofit hr8) los cuales registraron la frecuencia cardíaca de cada participante durante el Test Course Navette. Los resultados mostraron que entre los dispositivos Banda vs Apple existe una excelente fiabilidad (CCI=0.961-0.980), por otro lado, la congruencia de Apple vs Xiaomi (CCI=0.878-0.935) fue ligeramente superior a Banda vs Xiaomi (CCI=0.860-0.925). Demostrando que la concordancia entre la Banda Moofit hr8 y el Apple watch series 6 es alta en comparación con el Xiaomi Band 8, todo esto durante la actividad física.

PALABRAS CLAVES: SALUD DIGITAL, WEARABLE, METABOLISMO ANAERÓBICO, TECNOLOGÍA, ATLETAS

“LEVEL OF AGREEMENT BETWEEN SMARTWATCHES FOR ESTIMATING ANAEROBIC WORKLOAD IN YOUNG ATHLETES”

Author: Morales Luisa, Zaida Lizbeth
Tutor: Lcdo. Mg. Caiza Lema, Stalin Javier
Date: Julio, 2025

ABSTRACT

Basketball is one of the most popular sports in Ecuador, especially among young people. This discipline requires high cardiorespiratory performance, and for these athletes, it is essential to effectively assess this system during physical activity. Specific tests, such as ergospirometry, are used by high-performance athletes; however, alternatives exist, such as smartwatches. For this reason, the present project aimed to determine the level of agreement between devices for measuring the anaerobic threshold. The research was framed within a non-experimental design with a quantitative approach. Furthermore, it is considered a descriptive cross-sectional study because only one assessment was performed on the participants. The population was selected through convenience sampling, with a total of 30 young participants, ages 12 to 15, from “The Blue Hawks" basketball training school in the city of Ambato. The evaluation was carried out using three devices at the same time (Apple Watch Series 6, Xiaomi Band 8 and Moofit HR8 Band), which recorded the heart rate of each participant during the Navette Test Course. The results showed that there is excellent reliability between the Band vs Apple devices (ICC = 0.961-0.980), on the other hand, the congruence of Apple vs Xiaomi (ICC = 0.878-0.935) was slightly higher than Band vs Xiaomi (ICC = 0.860-0.925). Demonstrating that the concordance between the Moofit HR8 Band and the Apple Watch Series 6 is high compared to the Xiaomi Band 8, all this during physical activity.

KEY WORDS: DIGITAL HEALTH, WEARABLE, ANAEROBIC METABOLISM, TECHNOLOGY, ATHLETES

INTRODUCCIÓN

En Ecuador, según un estudio realizado por el ministerio del deporte se menciona que el baloncesto es uno de los deportes que más se práctica, siendo este el 3.5% de la población ecuatoriana que mayoritariamente son jóvenes (1).

El básquet es un deporte que demanda un alto gasto metabólico, donde prima el componente anaeróbico, por lo cual el sistema cardiorrespiratorio debe responder a unas altas tasas de oxidación por las que transcurre el deportista, el poder estimar de forma óptima el tiempo que le lleva al deportista alcanzar niveles de fatiga que limiten su desempeño se ha vuelto un evento de alto interés dentro de los profesionales dedicados a la prescripción del ejercicio (2).

Existen pruebas específicas para la evaluación de la respuesta respiratoria, cardíaca y metabólica, como en este caso la ergoespirometría es el "gol standard" para la estimación de este componente, sin embargo, existen otras alternativas como los relojes inteligentes de nueva generación.

Según estudios realizados a deportistas, se indica sustancial la medición de esta capacidad, dado que la evaluación del sistema anaeróbico en entornos deportivos a menudo se ve limitada por la escasa disponibilidad de equipos especializados y personal capacitado (3). Los relojes inteligentes ofrecen una solución mucho más práctica y económica para realizar estas evaluaciones, por lo que se menciona que en el futuro tienen un potencial significativo para mejorar la toma de frecuencia de muestreo y la continuidad del seguimiento de esta en comparación con otros métodos convencionales y más costosos (4,5).

En regiones donde las personas se ven imposibilitadas de acceder a equipos clínicos para la valoración objetiva de la capacidad cardiorrespiratoria se debe pensar en alternativas como los relojes inteligentes, sin embargo, al existir una gama infinita de estos dispositivos hace que exista dudas sobre la mejor opción, el poder comparar diferentes dispositivos e identificar que tan precisos son estos equipos para medir la capacidad anaeróbica a través de la estimación de frecuencia cardíaca lograran que los usuarios elijan la opción más confiable y adaptada a sus objetivos deportivos o de salud.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. **Antecedentes Investigativos**

Pay et al. (2023) "**Arrhythmias Beyond Atrial Fibrillation Detection Using Smartwatches: A Systematic Review"**, el objetivo de este estudio es revisar la detectabilidad de arritmias cardíacas con registros de ECG de un solo canal, este es un estudio sistemático. Esta investigación incluyó: 22 pacientes de 14 informes de casos o series de casos y 4 estudios de cohorte que evaluaron diversas arritmias. Para la intervención, los relojes inteligentes utilizados incluyeron principalmente el Apple Watch y, en menor medida, el Samsung Galaxy Fit. Entre los resultados obtenidos se mencionan que se detectaron arritmias como taquicardia ventricular, bloqueo auriculoventricular completo, taquicardia supraventricular, y aleteo auricular. Concluyendo que los relojes inteligentes tienen un potencial significativo para detectar arritmias cardíacas y estos dispositivos pueden complementar los métodos tradicionales en la práctica clínica (6).

Li et al. (2023) "**Impaired night-time mobility in patients with Parkinson's disease: a systematic review"**, el objetivo del estudio es revisar la movilidad nocturna deteriorada (IBM) en pacientes con enfermedad de Parkinson (EP), busca identificar las causas, métodos de evaluación y opciones de tratamiento para la IBM, así como explorar la relación entre la IBM y otros síntomas. Este es un estudio sistemático, el cual incluyó: 1,407 pacientes con EP, 520 personas en riesgo de desarrollar EP, 478 controles sanos. La IBM está positivamente correlacionada con la duración y severidad de la EP, la disfunción motora y la calidad del sueño, la movilidad nocturna deteriorada es un síntoma común y a menudo pasado por alto en la EP. El estudio sugiere que el uso de dispositivos de monitoreo más amigables para el usuario y la infusión continua de dopaminérgicos pueden mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes con EP (7).

Bird et al. (2020) "**Assessment of Hypertension Using Clinical Electrocardiogram Features: A First-Ever Review",** el objetivo de este estudio es analizar sobre el uso de la morfología de la onda del electrocardiograma (ECG) para medir la presión arterial (PA) o identificar la hipertensión, además, busca determinar si hay características específicas del ECG que puedan usarse solas para medir la PA o identificar la hipertensión. Este estudio se trata de una revisión sistemática, donde se analizaron 35 artículos. Los estudios incluidos reclutaron participantes de la población general o basados en su presión arterial. En los resultados se encontraron varios parámetros del ECG que podrían ser prometedores para monitorear la PA, incluyendo la dispersión de la onda P, la dispersión del QTc, la prolongación del QTc, el intervalo TpTe y la relación TpTe/QTc. El estudio concluye que ciertos parámetros del ECG, muestran potencial para ser utilizados en la identificación de la hipertensión. Sin embargo, se necesita más investigación (8).

Dell'Era et al. (2024) **"Exactitud del Xiaomi Mi Band 4 para contabilizar pasos en adultos con enfermedades respiratorias crónicas. Estudio de concordancia"**, el objetivo es evaluar la exactitud del XMB4 para cuantificar los pasos caminados en pacientes con enfermedades respiratorias crónicas (ERC). Además, se busca determinar si la velocidad de la marcha y la distancia influyen en su exactitud, y evaluar su viabilidad y usabilidad. Este es un estudio de concordancia, en el cual participaron 33 adultos mayores de 18 años con diversas ERC. Para la evaluación se utilizó espirometría forzada, evaluación de la disnea y caminatas con registro de pasos, distancia y velocidad por el XMB4 y comparación con video-filmación. Los resultados en cuanto a la exactitud se mencionan que los pasos registrados por el XMB4 fueron equivalentes a los de la video-filmación en las diferentes caminatas. En conclusión, el XMB4 tiene una exactitud aceptable para medir pasos en pacientes con ERC, excepto en caminatas muy cortas. Es viable y fácil de usar, lo que lo convierte en una opción útil en programas de rehabilitación pulmonar (4).

Pérez et al. (2022) **"Monitorización de la frecuencia cardiaca en personas con movilidad reducida mediante tecnología no invasiva",** su objetivo es desarrollar un sistema de monitorización basado en un reloj inteligente que permita medir, monitorizar y almacenar la frecuencia cardíaca (FC) de personas con movilidad reducida en tiempo real. Este es un estudio experimental de validación, los participantes fueron personas con movilidad reducida. Las evaluaciones realizadas fueron la toma de la FC medida utilizando el reloj inteligente TicWatch Pro 3 y se realizó una comparación con el TicWatch Pro 3 frente a un Apple Watch. Para la ejecución se realizaron pruebas de esfuerzo y pruebas en condiciones reales. En los resultados se observó que los valores de FC obtenidos con el TicWatch Pro 3 fueron similares a los del Apple Watch. Además, el sistema desarrollado permite una monitorización continua y en tiempo real, mejorando la frecuencia de muestreo y la continuidad de medición en comparación con otros relojes comerciales, igualmente, existe una buena aceptación por parte de los usuarios (9).

Shenglong et al. (2024) **"Validez de Tres Relojes Inteligentes en la Estimación del Gasto Energético Durante la Marcha y la Carrera al Aire Libre"**, el objetivo es evaluar la validez de los relojes inteligentes Apple Watch Series 6 (AW), Garmin FENIX 6 (GF) y Huawei Watch GT 2e (HW) en la estimación del gasto energético durante la marcha y la carrera al aire libre. Este es un estudio experimental de validación, en el cual participaron 20 adultos jóvenes con un peso normal y que realizan ejercicio recreativo regular. Evaluaciones realizadas: gasto energético (EE) medido mediante calorimetría indirecta. Protocolo de ejercicio: los participantes caminaron 2 km a 6 km/h y corrieron 2 km a 10 km/h en una pista de 400 metros. Los participantes usaron simultáneamente los tres relojes inteligentes, colocados aleatoriamente en ambas muñecas. En conclusión, los resultados indican que los relojes inteligentes probados muestran una validez moderada en las estimaciones del EE para caminar y correr al aire libre. El Huawei Watch GT 2e mostró el mejor rendimiento general, seguido por el Apple Watch Series 6 (10).

Alòs et al. (2024) **“La salud móvil en atención primaria. Nuevos desafíos en el desarrollo de soluciones para promover la actividad física y el bienestar**”, el objetivo es analizar el potencial y los desafíos de la integración de tecnologías móviles, como teléfonos y relojes inteligentes, en la atención primaria para promover la actividad física y el bienestar de los pacientes. Este estudio es una revisión y análisis de la literatura. Evaluaciones realizadas: análisis de estudios previos sobre las intervenciones de salud móvil (mSalud) en la promoción de la actividad física y el bienestar. Entre los resultados se identificaron estudios que muestran mejorías clínicas significativas en la promoción de la actividad física y la reducción del comportamiento sedentario mediante el uso de aplicaciones móviles y dispositivos inteligentes. El estudio concluye que, aunque las tecnologías móviles tienen un gran potencial para mejorar la promoción de la actividad física y el bienestar en atención primaria, es necesario abordar las barreras y limitaciones existentes (11).

Garnacho et al. (2021) **“Reliability and Validity of the Polar V800 Sports Watch for Estimating Vertical Jump Height”,** el objetivo es evaluar la fiabilidad y validez del Polar V800 para medir la altura del salto vertical en hombres jóvenes físicamente activos. Este es un estudio experimental de validación y fiabilidad. Sus participantes constaron de 22 hombres jóvenes físicamente activos, para la evaluación de la fiabilidad se realiza la comparación de las mediciones obtenidas por el Polar V800 y para la validez se realiza la comparación de las mediciones obtenidas simultáneamente utilizando una plataforma de fuerza, una cámara de alta velocidad y el Polar V800 durante las pruebas. Para la intervención se utiliza un protocolo de calentamiento y se implementaron pruebas de salto realizados en una plataforma de fuerza mientras se registraban simultáneamente con el Polar V800 y una cámara de alta velocidad. Los resultados indicaron una alta fiabilidad en las pruebas de salto, entre el Polar V800 y la plataforma de fuerza. En conclusión, el reloj ofrece información válida y fiable sobre el rendimiento en altura de salto vertical (5).

Behrens et al. (2022) **"The validity and reliability of counter movement jump height measured with the Polar Vantage V2 sports watch"**, el objetivo es evaluar la validez y fiabilidad de la altura del salto medida por el reloj deportivo Polar Vantage V2 en comparación con una plataforma de fuerza. Tipo de estudio: Estudio experimental de validación y fiabilidad. Consta de 15 participantes adultos sanos con edades entre 20 y 42 años. Evaluaciones realizadas: Comparación de la altura del salto medida por el reloj, con la calculada mediante el tiempo de vuelo en una plataforma de fuerza. Para la intervención se inició con un protocolo de calentamiento, seguido de pruebas de salto, dando como resultados que la altura medida por el Polar Vantage V2 fue de 29.93 cm y por la plataforma de fuerza fue de 30.24 cm, se evidencio una alta correlación entre ambos métodos. En conclusión, el reloj deportivo es una herramienta válida y fiable para medir la altura media del salto con en adultos sanos, este dispositivo permite realizar pruebas de manera sencilla y económica. (12)

Guo et al. (2022) "**Digital Devices for Assessing Motor Functions in Mobility-Impaired and Healthy Populations: Systematic Literature Review",** el objetivo es describir sobre tecnologías portátiles y móviles que se utilizan para evaluar las funciones motoras en adultos con movilidad reducida y saludables, y evaluar el grado en que estos dispositivos proporcionan medidas clínicamente válidas de la función motora en estas poblaciones. Tipo de Estudio: Revisión sistemática, el estudio revisa 91 publicaciones. Se identificaron 42 dispositivos de detección de movimiento, principalmente acelerómetros y sensores de movimiento, así como dispositivos electrónicos personales y consolas de entretenimiento. No hubo diferencias significativas en la validez entre evaluaciones en laboratorio y en el hogar. Se concluye que los datos de sensores pueden clasificar y cuantificar el estado de diversas condiciones neurológicas, aunque se necesita más investigación para estandarizar y validar estas tecnologías. (13)

Woelfle et al. (2023) **"Wearable Sensor Technologies to Assess Motor Functions in People With Multiple Sclerosis: Systematic Scoping Review and Perspective",** el estudio tiene como objetivo proporcionar una visión general de las tecnologías de sensores portátiles utilizadas para evaluar la función motora en personas con esclerosis múltiple (EM). Se realizó una revisión sistemática de 308 estudios, la mayoría con adultos con EM. Los sensores más utilizados fueron acelerómetros triaxiales, colocados en la cintura, muñeca y parte baja de la espalda. Los resultados mostraron que la actividad física fue el dominio más evaluado (63.6%), seguido de la marcha (26.3%), destreza o temblor (12.3%) y equilibrio (11%). Se encontraron asociaciones significativas entre las características de los dispositivos y las medidas clínicas de la gravedad de la EM. Las tecnologías de sensores portátiles demostraron ser sensibles a los cambios a lo largo del tiempo y a las intervenciones. Aunque el monitoreo continuo con estos sensores podría optimizar la gestión de la EM, existen obstáculos para su adopción clínica completa, como la falta de armonización y transparencia en los métodos y resultados reportados. (14)

Mason et al. (2023) **"Wearables for Running Gait Analysis: A Systematic Review",** el estudio revisa 131 artículos sobre el uso de tecnología portátil para analizar la marcha en corredores adultos, enfocándose en la validez, fiabilidad y aplicación de estas tecnologías. Tipo de estudio: revisión sistemática. La mayoría de los estudios se centraron en corredores recreativos jóvenes y adultos, utilizando principalmente unidades de medición inercial (IMU) y sensores de presión en las plantillas de los zapatos. Los resultados más comunes fueron el tiempo de contacto con el suelo, la longitud y frecuencia de zancada, y la aceleración tibial. La mayoría de los estudios se realizaron en interiores con cintas de correr. Los dispositivos portátiles demostraron ser generalmente válidos y fiables, aunque la validez y fiabilidad dependieron de la ubicación del dispositivo y el protocolo de prueba. La tecnología portátil ofrece una alternativa viable a las evaluaciones tradicionales, pero se necesita más investigación para estandarizar la metodología y validar la tecnología en diferentes contextos. (15)

Oh et al. (2023) **"Workout with a Smartwatch: A Cross-Sectional Study of the Effects of Smartwatch Attributes on Flow Experience and Exercise Intentions Depending on Exercise Involvement",** el objetivo de este estudio fue explorar la relación de las características de los relojes inteligentes durante el ejercicio, es un estudio de tipo transversal basado en encuestas, con un enfoque cuantitativo. Para esta investigación se realizó con 600 participantes que eran usuarios habituales de los smartwatches en Corea del Sur, reclutados mediante muestreo aleatorio multietapa, se utilizaron escalas Likert para de esta manera medir los atributos de los smartwatches, Los datos se analizaron con modelos estadísticos avanzados (CFA y SEM). En cuanto a los resultados se evidencio que todos los atributos como la interactividad, autonomía, portabilidad, conveniencia y novedad experiencial tuvieron un impacto positivo significativo en la experiencia de flujo. En conclusión, se menciona que los smartwatches pueden motivar la adherencia al ejercicio al mejorar la experiencia de flujo, además, de esta manera se implementan pautas para el diseño de smartwatches y estrategias en el sector de la salud y la tecnología (16).

Jamieson et al. (2024) **"Accuracy of smartwatches for the remote assessment of exercise capacity",** su objetivo es evaluar la precisión de dos smartwatches como el Garmin Vivoactive 4 y Fitbit Sense para medir la distancia recorrida, el conteo de pasos y la frecuencia cardíaca (FC) durante pruebas estandarizadas, este es un estudio piloto transversal con diseño experimental, utilizando un enfoque cuantitativo para comparar mediciones de smartwatches con estándares de referencia. En este estudio participaron 16 adultos jóvenes y sanos, se realizaron 3 pruebas (test de caminata de 6 minutos - 6MWT, test de escalón de 3 minutos - 3MST y test de levantamiento de silla 10 veces - 10CRT), la comparación se realizó mediante estándares de referencia (rueda métrica, contador manual y ECG para FC). Los smartwatches pueden medir con precisión la FC en reposo y recuperación, así como el conteo de pasos, pero su

exactitud disminuye durante el ejercicio intenso. Garmin superó a Fitbit en precisión general (17).

Wang, (2023) **"A review of heart rate measurements for smartwatches"**, el objetivo principal de este estudio es analizar y comparar los dos principales métodos de medición de frecuencia cardíaca (FC) utilizados en los smartwatches (fotopletismografía por reflexión de luz y detección por electrodos), este estudio se realiza mediante una revisión teórica y comparativa de tecnologías. De acuerdo con los análisis técnicos se menciona que el método de reflexión de luz usa sensores ópticos para detectar cambios en el flujo sanguíneo, mientras que el método de electrodos mide señales eléctricas cardíacas. La evaluación del hard se hizo por medio de un estudio de circuitos en dispositivos representativos (Apple Watch para reflexión óptica y Huawei Watch para electrodos). En los resultados se pudo demostrar que en el método de reflexión de luz permite medir FC y saturación de oxígeno en monitoreo continuo durante actividades físicas. Por otro lado, el método de electrodos presenta mayor precisión en condiciones estáticas y bajo consumo energético. En conclusión, los smartwatches con sensores ópticos son ideales para monitoreo continuo durante actividades dinámicas, mientras que los basados en electrodos ofrecen mayor precisión en reposo (18).

Khushhal et al. (2024) **"Accuracy of Apple Watch to Measure Cardiovascular Indices in Patients with Chronic Diseases: A Cross-Sectional Study"**, el objetivo de este estudio es evaluar la precisión del Apple Watch para medir la frecuencia cardíaca (HR) y la saturación de oxígeno (SpO_2) en pacientes con enfermedades crónicas, comparándolo con dispositivos estándar como el pulsioxímetro y banda pectoral Polar, este es un estudio de tipo transversal. En este estudio participaron 41 pacientes hombres con enfermedades crónicas. La HR se registró cada 30 segundos con el Apple Watch y banda pectoral Polar, la SpO_2 se midió 5 veces antes y después del ejercicio con el Apple Watch y el pulsioxímetro. Para el análisis estadístico se realizó la correlación de Pearson/Spearman para comparar dispositivos, gráficos Bland-

Altman para evaluar concordancia. En los resultados se pudo evidenciar en cuanto a la SpO_2 existe una correlación fuerte entre Apple Watch y pulsioxímetro, al igual que la toma de la HR. En conclusión, el Apple Watch demostró ser válido para medir HR y SpO_2 en pacientes con enfermedades crónicas, con alta correlación con dispositivos estándar (19).

Danielsson et al. (2024) **"Accuracy of the Apple Watch Series 4 and Fitbit Versa for Assessing Energy Expenditure and Heart Rate of Wheelchair Users During Treadmill Wheelchair Propulsion: Cross-sectional Study",** su objetivo principal es evaluar la precisión del Apple Watch (AW) Series 4 (modo silla de ruedas) y el Fitbit Versa (modo de carrera en cinta) para estimar el gasto energético (EE) y la frecuencia cardíaca (HR) durante la propulsión en silla de ruedas, comparándolos con dispositivos de referencia. Este es un estudio de tipo transversal. En este estudio participaron 20 usuarios de silla de ruedas y 20 personas sin discapacidad, se realizaron tres sesiones de prueba, con diferentes inclinaciones de cinta y velocidades crecientes, cada sesión incluyó tres etapas de propulsión en silla de ruedas, se midió el EE mediante ergoespirometría (Vyntus CPX) y la HR con un monitor Polar H10. Los participantes usaron el AW Series 4 y el Fitbit Versa en la muñeca no dominante. En los resultados se pudo observar que el AW subestimó el EE, mientras que el Fitbit sobrestimó el EE. Por otro lado, la toma de la HR en ambos dispositivos fue subestimada. En conclusión, ni el AW Series 4 ni el Fitbit Versa demostraron ser suficientemente precisos para estimar el EE o la HR durante la propulsión en silla de ruedas (20).

Odeh et al. (2024) **"Recent Advances in the Wearable Devices for Monitoring and Management of Heart Failure",** el objetivo principal de este artículo es revisar los últimos avances en dispositivos wearables para el monitoreo y manejo de la insuficiencia cardíaca (IC). Este estudio se trata de una revisión sistemática, en el cual se revisaron estudios publicados los cuales usaron dispositivos comerciales (smartwatches, parches ECG, sensores de SpO_2). Los wearables se categorizaron según su función (monitoreo de signos vitales, actividad física, detección temprana de descompensación). En los

resultados se observó que los dispositivos como el Samsung Galaxy Watch y parches ECG (VitalPatch) demostraron precisión en medir presión arterial, frecuencia cardíaca y SpO_2. En la actividad física los dispositivos como Fitbit y Apple Watch ayudaron a correlacionar niveles de actividad con resultados clínicos, además, los sensores de bioimpedancia (ReDS™) identificaron signos de congestión pulmonar. Los wearables representan una herramienta prometedora para el manejo de la IC, pero su implementación requiere superar barreras técnicas y éticas, junto con validación clínica rigurosa y educación a pacientes y profesionales (21).

Jafari et al. (2024) **"Impact of Wearable Technology on Heart Failure Management"**, el objetivo principal de esta investigación es evaluar el impacto de la tecnología wearable en el manejo de la insuficiencia cardíaca (IC), enfatizando su potencial para el monitoreo continuo. Este estudio se trata de una revisión sistemática que analiza estudios publicados entre 2010 y 2024. Los relojes inteligentes (Fitbit, Apple Watch) recolectaron los datos en monitoreo de frecuencia cardíaca y actividad física. Los sensores de bioimpedancia (BioZ, "Volum") detectaron retención de líquidos en IC. Desfibriladores wearables (WCD) se utilizado en la prevención de muerte súbita. Estos dispositivos fueron de gran ayuda en el monitoreo continuo de parámetros fisiológicos (bioimpedancia, frecuencia cardíaca), además se demostró beneficioso en la reducción de hospitalizaciones mediante detección temprana de descompensaciones. Los wearables representan una herramienta prometedora para el manejo de la IC, pero su adopción pretende superar barreras técnicas, éticas y económicas. (22).

Chalmers et al. (2022) **"Stress Watch: The Use of Heart Rate and Heart Rate Variability to Detect Stress: A Pilot Study Using Smart Watch Wearables",** este estudio tuvo como objetivo determinar si los cambios en la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) podían predecir la calidad de la respuesta al estrés agudo y evaluar si los niveles basales de estrés afectan los cambios en la VFC después del estrés. El estudio incluyó a 60 participantes, 30 estudiantes de

medicina y 30 individuos de la población general, se utilizó la Prueba de Estrés Social de Trier para inducir estrés agudo, y se registraron datos de ECG y FitBit para medir la VFC y la frecuencia cardíaca. Los resultados del estudio mostraron que hubo diferencias significativas en los parámetros de VFC entre los estados de reposo y estrés. Hubo un aumento significativo en la potencia de baja frecuencia (LF) en ambos grupos y un aumento significativo en la potencia de muy baja frecuencia (VLF) y alta frecuencia (HF) durante el estrés en la cohorte de estudiantes de medicina. Además, se encontró que los niveles basales de ansiedad se correlacionan con los cambios en VLF, LF y la relación LF:HF (23).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar el nivel de concordancia entre los dispositivos para la medición del umbral anaeróbico

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Evaluar la capacidad cardiorrespiratoria de los jóvenes deportistas mediante el test de Course Navette
- Comparar los valores obtenidos con los diferentes dispositivos durante la realización de la prueba en jóvenes deportistas
- Analizar la concordancia entre dispositivos para la estimación del trabajo anaeróbico

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Test Course Navette

La prueba de Course Navette o prueba de carrera de 20 metros es un test de aptitud cardiorrespiratoria, en el cual se mide la potencia aeróbica máxima e indirectamente el consumo de oxígeno máximo. Al iniciar la prueba, los participantes comenzarán caminando y la finalizan corriendo, desplazándose de un lugar a otro a una distancia de veinte metros al ritmo transmitido por una señal sonora que acelera de manera progresiva. El momento en el que el participante interrumpe la prueba, es el indicador de su resistencia cardiorrespiratoria. (24)

Validez:

La validez para este Test es aceptable, ya que se identificó correlaciones entre 0,50-0,90 en un amplio rango de edades desde los 8 a los 47 años. Además, se ha demostrado en varios estudios de alta calidad que existe un gran nivel de fiabilidad del test realizado en niños, adolescentes y adultos donde puede apreciarse que las correlaciones entre test y retest es de 0,73 y 0,97(25).

2.1.1 Otros Materiales

- Resma de hojas
- Esferos
- Impresiones
- Computadora
- Parlante
- Apple watch series 6
- Xiaomi Mi Band 8
- Banda moofit hr8

2.2 Métodos

2.2.1 Tipo y nivel de investigación

Este proyecto es de tipo no experimental con un enfoque cuantitativo debido a que se elaboró un análisis estadístico de la concordancia de la frecuencia cardíaca obtenida por diferentes relojes inteligentes llevando a la capacidad cardiorrespiratoria máxima a los participantes, además, se habla de un estudio de tipo descriptivo transversal porque se va a realizó una sola evaluación a los participantes.

2.2.2 Selección del área o ámbito de estudio

Ámbito de estudio:

- **Campo:** Salud
- **Aspecto:** Rendimiento anaeróbico en jóvenes deportistas
- **Cantón:** Ambato
- **Lugar:** Escuela de formación de básquet "The Blue Hawks"
- **Tiempo:** Marzo - Julio 2025
- **Línea de investigación:** Salud Humana
- **Sublínea:** Salud digital

2.2.3 Técnicas

Para la ejecución de este proyecto de investigación se realizó mediante la técnica de observación por medio de la utilización de la prueba de Course Navette para de esta manera inducir a la capacidad aeróbica máxima de los jóvenes deportistas, asimismo, con los diferentes dispositivos se identificó la concordancia de los datos obtenidos.

2.2.4 Población o Muestra

Para llevar a cabo este proyecto de investigación, la población de estudio fueron jóvenes deportistas de la Escuela de formación de básquet "The Blue Hawks" que está conformado por 50 jóvenes, sin embargo, la población a trabajar se la obtuvo por medio de un muestreo por conveniencia, aplicando criterios de

inclusión y exclusión se determinó 30 participantes. Se realizó la evaluación a todos los participantes del estudio.

2.2.5 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

- Deportistas amateurs de 12 años a 15 años
- Deportistas amateurs de ambos sexos
- Deportistas amateurs que practiquen básquet mínimo un año

Criterios de exclusión

- Deportistas amateurs con hipertensión arterial
- Deportistas amateurs con asma
- Deportistas amateurs que presentan obesidad
- Deportistas amateurs con lesiones de tobillo resientes
- Deportistas amateurs con cirugías recientes

2.2.6 Hipótesis del estudio

H0: Las diferentes marcas y modelos de relojes inteligentes no ofrecen resultados igualmente precisos al estimar el trabajo anaeróbico en jóvenes deportistas.

H1: Las diferentes marcas y modelos de relojes inteligentes ofrecen resultados igualmente precisos al estimar el trabajo anaeróbico en jóvenes deportistas.

2.2.7 Descripción

- **Socialización del proyecto**

Para la realización de este proyecto en primera instancia fue socializado a la directora de la escuela de formación de básquet “The Blue Hawks” de la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, a la cual se entregó una carta compromiso al finalizar la socialización **(ANEXO 2)**, como siguiente punto se proporcionó la información necesaria sobre el proyecto a los padres de familia y jóvenes que pertenecen a esta escuela , se dio a conocer cómo se realizará la evaluación y recolección de datos, se respondió a todas las dudas

existentes. Posteriormente se presentó un consentimiento informado por representación para cada padre de familia. **(ANEXO 3)**

- Evaluación

Se inició la evaluación con la población obtenida mediante el muestreo y aplicación de criterios de inclusión y exclusión, que fueron 30 participantes, posteriormente se empleó el test a 3 participantes diarios durante un lapso de 3 semanas, la evaluación se realizó en las canchas de la escuela de formación de básquet The Blue Hawks, el tiempo estimado para la evaluación fue de 15 minutos por integrante y se le ubicaron los 3 dispositivos al mismo tiempo para de esta manera obtener el registro de su frecuencia cardíaca durante la prueba, para lo cual cada uno acudió con ropa cómoda, no debían consumir algún tipo de energizante o realizar actividades de esfuerzo previo a la prueba. El test que se aplicó fue: Test Course Navette **(ANEXO 4)**

- **Procedimiento**

En primera instancia se colocó los 3 dispositivos al participante a evaluar, antes de iniciar con la prueba se registró edad, peso, talla, FC basal tomada por los tres dispositivos y tiempo de entrenamiento, se estimó la frecuencia cardiaca máxima mediante la fórmula de Inbar (FC máx.: 205.8 – (0.685 x edad)). Es importante mencionar, que además se realizó la evaluación individualmente, de esta manera se explicó a cada joven que el test finalizará cuando se detenga porque alcanzó la fatiga o cuando por 2 veces consecutivas no llega a pisar detrás de la línea al sonido del «beep». Los participantes corrieron el mayor tiempo posible entre 2 líneas separadas por 20 m ida y vuelta, el ritmo de carrera fue impuesto por una señal sonora, las primeras etapas se iniciaron con una velocidad baja e incrementó conforme avanzaban los niveles, cada uno corrió hasta alcanzar la fatiga, una vez finalizada la prueba se registró la distancia recorrida, velocidad alcanzada, FC obtenida por los 3 dispositivos (***apple watch series 6, Xiaomi mi band 8 y banda moofit hr8***) y la escala de disnea de Borg para la percepción del esfuerzo.

- Sistematización

El análisis de los datos en primera instancia paso por un período de recolección de datos a través del programa Excel, una etapa posterior se realizó un análisis estadístico con el uso del sistema SPSS donde fueron analizados a través de estadística descriptiva (porcentaje y desviación estándar). Por otro lado, se determinó la presencia de normalidad a través de prueba de Shapiro-Wilks ($n<30$), la corroboración de la hipótesis se realizó a través de las pruebas de ANOVA. La toma de datos se la efectuó mediante una ficha de recolección en donde se identifica a cada integrante mediante el código **"PI"** y el número de participante, por ejemplo, **"PI01"**; además, se registró: edad, peso, talla, tiempo de entrenamiento, género, FC, IMC, escala de BORG y la FC obtenida por cada dispositivo **(ANEXO 4)**

2.2.8 Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación fue aprobado por el comité de bioética CEISH con resolución Nro. 010-CEISH-UTA-2025. Además, esta investigación fue de riesgo medio, ya que se elaboró una sola evaluación por persona, en donde se indujo al esfuerzo máximo del deportista, por lo cual se tuvo cuidado con cada participante ya que podían presentar lesiones musculoesqueléticas leves, como distensión ligamentaria o musculares e incluso caídas. Los participantes de este proyecto de investigación fueron libres de optar por abandonar de manera libre y voluntaria cuando ellos lo consideren pertinente, siempre y cuando sea informado al evaluador. Sin que esto tuviera repercusión alguna.

Este proyecto de investigación se rigió a lo establecido en el **artículo 381** de la Constitución de la República, "El Estado protegerá, promoverá y coordinará la cultura física que comprende el deporte, la educación física y la recreación, como actividades que contribuyen a la salud, formación y desarrollo integral de las personas; impulsará el acceso masivo al deporte y a las actividades deportivas a nivel formativo, barrial y parroquial; auspiciará la preparación y participación de los y las deportistas en competencias nacionales e internacionales, que incluyen los Juegos

olímpicos y Paraolímpicos; y fomentará la participación de las personas con discapacidad.” (26)

Además, se tuvo en cuenta lo que menciona el **artículo 3** de la Ley del Deporte, Educación Física y Recreación determina que “la práctica del deporte, educación física y recreación debe ser libre y voluntaria y constituye un derecho fundamental y parte de la formación integral de las personas”. De la misma manera, el **artículo 24** menciona que “Las personas tienen derecho a la recreación y al esparcimiento, a la práctica del deporte y al tiempo libre. (27)

También, en el **artículo 6** de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Registro de Datos Públicos menciona que declara confidenciales los datos de carácter personal, como la ideología, afiliación política o sindical, etnia, estado de salud. Por lo tanto, el acceso a estos datos sólo será posible con autorización expresa del titular de la información, por mandato de la ley o por orden judicial” (28).

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis e interpretación de datos

Una vez concluida la evaluación y recolección de datos en la escuela de formación de básquet "The Blue Hawks" sobre el nivel de concordancia de los relojes inteligentes para la estimación del trabajo anaeróbico en jóvenes deportistas, se obtuvieron los siguientes resultados:

Datos sociodemográficos

La muestra total del estudio fue de 30 participantes, en cuanto a los datos sociodemográficos y antropométricas de los participantes, el 66.70% fueron hombres (20 participantes) y el 33.30% mujeres (10 participantes), es decir, la mayor parte de la población constaron de hombres. La edad media de los participantes fue de 13.86 años (± 1.25). El peso promedio de la población fue de 52.76 kg con una desviación de ± 4,87 y la talla promedio fue de 1.60 m (± 0.08). En cuanto el índice de masa corporal promedio de la muestra fue de 20.39 kg/m², presentando una desviación estándar de ± 1,08. Los resultados demuestran que el 90% presenta un peso normal y el 10% tiene un peso bajo según los estándares internacionales. Los años de entrenamiento representado en meses presenta un promedio de 24.30 meses con una desviación estándar de ± 13,12. ***(Tabla 1)***

Tabla 1. Datos sociodemográficos

Muestra total: (n=30)

Características	Media/Frecuencia (n)	Desviación Estándar/%
Sexo		
Hombres	20	66,70%
Mujeres	10	33,30%
Edad (años)	13,86	± 1,25
Peso (Kg)	52,76	± 4,87
Talla (m)	1,60	± 0,08
IMC (kg/m2)	20,39	± 1,08
Bajo peso	3	10%
Peso normal	27	90%
Sobrepeso	0	0%
Obesidad	0	0%
Años de entrenamiento (meses)	24,30	± 13,12

Fuente: Base de datos

Elaborado por: Morales Zaida

Para evaluar la capacidad cardiorrespiratoria de los participantes, se realizó una segmentación de la muestra en dos grupos el primero de 12 – 13 años y el segundo de 14 – 15 años mediante el análisis de estadísticos descriptivos. Los resultados obtenidos al realizar el Test Course Navette que permitió evaluar el componente anaeróbico, evidenció que la media de la distancia recorrida en el grupo de niños de 12 – 13 años es de 263,63 m (± 100,72), en la velocidad la media es de 8,45 k/h (± 2,16), en cuanto a la escala de esfuerzo de Borg modificada se aprecia que la media es de 6,80 (± 1,32), interpretado como una percepción de esfuerzo fuerte y el VO2 máx presentó un promedio de 34,33 (± 10,79), definido como ligeramente debajo del promedio.

En el segundo grupo de 14 – 15 años se evidenció que en la distancia recorrida tuvo un promedio de 640 m (±295,14), en cuanto a la velocidad el promedio de este grupo fue de 10,21 k/h (±0,75) siendo esta superior a la del grupo anterior, mientras que la escala de Borg se observó una media de 7,15 (±1,70) interpretado como una percepción de esfuerzo muy fuerte y el VO2 máx obtuvo un promedio de 39,35 (±3,89) considerado como un potencial aceptable. ***(Tabla 2)***

Tabla 2. Evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria

EDAD				
	12 – 13 años		**14 – 15 años**	
	Media	**Desviación**	**Media**	**Desviación**
Distancia recorrida (m)	263,63	± 100,72	640,00	±295,14
Velocidad (k/h)	8,45	± 2,16	10,21	±0,75
Borg	6,80	± 1,32	7,15	±1,70
VO2 máx	34,33	± 10,79	39,35	±3,89

Fuente: Base de datos

Elaborado por: Morales Zaida

Por otra parte, se realizó análisis exhaustivo en busca de normalidad en las variables mediante pruebas estadísticas (Shapiro- Wilk). Los análisis revelaron que solamente las variables Peso (p=0.528) y algunas mediciones de frecuencia cardíaca como: FC basal Banda p=0.201, FC basal Apple p=0.070, FC basal Xiaomi p=0.142, FC máx Banda p=0.337, FC máx Apple p=0.335, FC máx Xiaomi p=0.223) presentaron una distribución normal (p>0.05), siendo aptas para el uso de pruebas paramétricas. Por el contrario, la mayoría de las variables, incluyendo Edad (p=0.000), Talla (p=0.033), Sexo (p=0.000), Años de entrenamiento (p=0.000), Velocidad (p=0.000), Distancia recorrida (p=0.001), IMC (p=0.016), VO2 Máx (p=0.000) y la escala BORG (p=0.005) mostraron distribuciones no normales (p≤0.05), requiriendo el uso de estadísticos no paramétricos.

Para comparar los resultados de los dispositivos se realizó el análisis por medio de la prueba T de Student para muestras emparejadas que reveló diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en las medidas de frecuencia cardíaca basal entre los tres dispositivos comparados. La comparación entre la Banda y el Apple Watch mostró una diferencia media de 0.60 lpm ($p = 0.006$), mientras que la Banda versus el reloj Xiaomi presentó la mayor discrepancia (1.93 lpm, $p = 0.000$). De la misma manera, el Apple Watch contra el reloj Xiaomi discreparon en 1.33 lpm ($p = 0.000$). Todos los intervalos de confianza al 95% no incluyeron el cero, confirmando la significancia estadística de estas diferencias. Estos hallazgos mostraron particularmente que el reloj Xiaomi registra valores más altos que los otros dispositivos. ***(Tabla 3)***

Tabla 3. Comparación los resultados de los 3 dispositivos

PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS

		Media	Desv. Desviación	Sig. (bilateral)
Par 1	**FC BASAL BANDA VS FC BASAL APPLE**	0,60	1,10	0,00
Par 2	**FC BASAL BANDA VS FC BASAL XIAOMI**	1,93	0,90	0,00
Par 3	**FC BASAL APPLE VS FC BASAL XIAOMI**	1,33	1,15	0,00

Fuente: Base de datos

Elaborado por: Morales Zaida

Los resultados exponen diferencias sistemáticas y estadísticamente significativas ($p<0.05$) entre los distintos métodos de medición para la frecuencia cardíaca. Las comparaciones con la frecuencia cardíaca máxima estimada revelaron discrepancias importantes (17.1-21.3 lpm, p=0.000), indicando que los dispositivos portátiles pueden subestimar esta medida. Mientras que la Banda y el Apple Watch mostraron mediciones equivalentes (diferencia -0.3 lpm, p=0.455), el reloj Xiaomi presentó valores significativamente más altos (3.9-4.2 lpm mayores que los otros dispositivos, $p\leq0.002$). Estos hallazgos sugieren que la FC máxima estimada no es comparable con las mediciones de los tres dispositivos, además, existe variabilidad significativa entre marcas de dispositivos, siendo el reloj Xiaomi el que proporciona valores más elevados. ***(Tabla 4)***

Tabla 4. Comparación de la frecuencia cardiaca máxima tomada con los dispositivos y la frecuencia cardiaca máxima estimada

PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS

		Media	Desv. Desviación	Sig. (bilateral)
Par 1	**FC MÁX ESTIMADA VS FC MÁX BANDA**	17,37	11,89	0,00
Par 2	**FC MÁX ESTIMADA VS FC MÁX APPLE**	17,07	10,92	0,00
Par 3	**FC MÁX ESTIMADA VS FC MÁX XIAOMI**	21,27	12,01	0,00
Par 4	**FC MÁX BANDA VS FC MÁX APPLE**	-0,30	2,16	0,45
Par 5	**FC MÁX BANDA VS FC MÁX XIAOMI**	3,90	6,26	0,00
Par 6	**FC MÁX APPLE VS FC MÁX XIAOMI**	4,20	5,61	0,00

Fuente: Base de datos

Elaborado por: Morales Zaida

Con el fin de identificar la concordancia de los relojes inteligentes se realizó el análisis utilizando el coeficiente de correlación intraclase (CCI), el cual arrojo los siguientes resultados, la frecuencia cardiaca basal obtenido por los tres dispositivos presentó un alto nivel de concordancia entre ellos (Banda vs Apple CCI=0.971-0.985, Banda vs Xiaomi CCI=0.980-0.990, Xiaomi vs Apple CCI=0.969-0.984). Por otro lado, la frecuencia cardiaca estimada frente a la obtenida por los relojes

inteligentes mostró CCI no significativos (p>0.497) con valores negativos o cercanos a cero, evidenciando falta de concordancia. Sin embargo, entre dispositivos Banda vs Apple se mantuvo una excelente fiabilidad (CCI=0.961-0.980), mientras que la congruencia de Apple vs Xiaomi (CCI=0.878-0.935) fue ligeramente superior a Banda vs Xiaomi (CCI=0.860-0.925). ***(Tabla 5)***

Tabla 5. *Análisis de concordancia de los dispositivos*

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN INTRACLASE

	Correlación intraclase[b]		
	CCI	**Límite inferior**	**Límite superior**
FC BASAL BANDA VS FC BASAL APPLE	,993[c]	0,985	0,997
FC BASAL BANDA VS FC BASAL XIAOMI	,995[c]	0,990	0,998
FC BASAL XIAOMI VS FC BASAL APPLE	,992[c]	0,984	0,996
FC MAX ESTIMADA VS FC MAX BANDA	-,068[c]	-1,244	0,492
FC MAX ESTIMADA VS FC MAX APPLE	-,057[c]	-1,220	0,497
FC MAX ESTIMADA VS FC MAX XIAOMI	,002[c]	-1,096	0,525
FC MAX BANDA VS FC MAX APPLE	,991[c]	0,980	0,996
FC MAX BANDA VS FC MAX XIAOMI	,925[c]	0,842	0,964
FC MAX APPLE VS FC MAX XIAOMI	,935[c]	0,864	0,969

Fuente: Base de datos

Elaborado por: Morales Zaida

3.2 Discusión

La toma de la frecuencia cardiaca (FC) durante la actividad física es primordial para estimar la carga de entrenamiento en todo tipo de atletas como los basquetbolistas. En investigaciones recientes se ha evaluado la fiabilidad de los Smart watch como un dispositivo portátil para la medición de la FC, teniendo en cuenta que estos equipos son mucho más accesibles desde lo económico (22).

En este proyecto, se realizó una comparación de las medidas de la FC adquiridas con la Banda Moofit HR8, Apple Watch Series 6 y Xiaomi Mi Band 8, instrumentos más empleados en el ámbito del deporte, durante la realización del Test Course Navette el cual permitió llevar a la máxima capacidad cardiorrespiratoria a cada participante. El análisis estadístico realizado mediante el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI), demostró mayor concordancia entre el Apple Watch Series 6 y la banda Moofit HR8 durante la actividad física (CCI=0.961-0.980), lo cual hace presumir una alta fiabilidad del cálculo de la FC medida durante ejercicios de alta intensidad. Este hallazgo concuerda con estudios como el de Paluch et al., (2024), los cuales mencionan que el Apple Watch presentó mayor precisión en la monitorización de la FC en actividades dinámicas, esto se comprobó mediante la correlación de los datos del ECG y la banda pectoral, además menciona que los relojes inteligentes pueden tener ciertas limitaciones ya que su precisión puede verse afecta por el tono de piel, la sudoración, IMC y tipo de actividad realizada (29). Por otro lado, el reloj Xiaomi Mi Band 8 a pesar de demostrar un índice de correlación aceptable (Apple vs Xiaomi CCI=0.878-0.935; Banda vs Xiaomi CCI=0.860-0.925) en comparación de los otros dispositivos, demostró ligeras diferencias como lo establece Azilah Atan et al., (2024), el cual menciona que, a pesar de existir discrepancias mínimas en ciertas medidas de la FC, el rendimiento del dispositivo aun es satisfactorio para el uso diario (30).

En estudios como en el de Wang, (2023), señala que el Apple Watch supera en precisión a otros dispositivos en entornos dinámicos. No obstante, no todos los relojes inteligentes están diseñados para ser utilizados durante la actividad física, ya que dispositivos como el Apple Watch utilizan el método de fotopletismografía por reflexión de luz son mucho más precisos para monitoreo continuo de la FC durante actividades dinámicas, mientras que los basados en electrodos ofrecen mayor precisión en reposo (19).

Además, en esta investigación, aunque no se valoró el tiempo de duración de la batería de los dispositivos pudiese ser un factor que condicione la sensibilidad de estos relojes, ya que al ser utilizados durante el entrenamiento que en ciertos casos puede ser prolongado el procesamiento de los datos en tiempo real puede agotar la carga de la batería de forma puntual sobre el Apple Watch, mientras que la batería

del reloj Xiaomi y la banda poseen mucha más duración. En el estudio de Homayounfar et al. (2020) se explica que el tener un monitoreo continuo de la frecuencia cardiaca puede ser un condicionante al desgaste de la batería, sin embargo, no sería el factor principal (31).

En la actualidad los relojes inteligentes son utilizados para evaluaciones de otros parámetros como el conteo de pasos, gasto energético y frecuencia cardiaca durante del monitoreo del sueño. Como menciona en su investigación Miller et al. (2022) que los relojes inteligentes permiten obtener la FC durante el tiempo de sueño los cuales obtuvieron una alta concordancia con el electrocardiograma, es decir, tienen una alta fiabilidad para la evaluación práctica del monitoreo del sueño (32). Además, Fuller et al. (2020) manifiesta que los Smart watch como Xiaomi, Apple, Samsung, Fitbit y Garmin presentan datos altamente fiables en la evaluación interdispositivos para el conteo de pasos y la FC (33). De la misma manera se han realizado investigaciones del uso de los Smart watch en enfermedades crónicas las cuales permiten mantener un monitoreo continuo de la variabilidad de la frecuencia cardíaca como en el estudio de Li et al. (2023) en donde demuestra que los relojes inteligentes constituyen avance revelador para la monitorización de la variabilidad de la FC, brindando nuevas herramientas satisfactorias en el tema de salud mental, cardiovascular y metabólica (34).

Las limitaciones que se observaron en este proyecto de investigación es que el proyecto se realizó con una sola población de deportistas en este caso basquetbolistas de un cierto rango de edad (12 – 15 años), es decir, la muestra del estudio no representa la diversidad de deportistas ya que en varios estudios se centraron en atletas de élite. La falta de recursos para la obtención de más relojes inteligentes para realizar una comparación más amplia de las distintas marcas que existen en el mercado. Por otro lado, existe la carencia de la comparación con un "Gold standard" como referencia para validar las mediciones de FC obtenidas por los dispositivos.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Los relojes inteligentes, en especial el Apple Watch Series 6 y la Banda Moofit HR8 demostraron ser herramientas fiables para la medición de la frecuencia cardíaca durante actividades físicas de alto gasto metabólico como en el Test Course Navette, lo que sugiere ser de gran utilidad para entrenadores y deportistas, para monitorear la carga del entrenamiento. Por otro lado, el reloj Xiaomi Mi Band 8, aunque su resultado fue aceptable, demostró ligeras discrepancias durante movimientos bruscos. Es decir, el uso de estos dispositivos en deportes que implican movimientos explosivos aún necesita de validación adicional. Por lo cual, este estudio respalda el uso de estos dispositivos como instrumentos accesibles a la población de gran utilidad para la medición del componente anaeróbico, aun así, enfatiza la importancia de adquirir herramientas validadas y siempre tener en cuenta las limitaciones técnicas que presenta cada dispositivo.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda que en futuras investigaciones se pueda realizar con una muestra más extensa en otros deportes para elevar la validez de los estudios.
- En futuras investigaciones se debería evaluar a largo plazo los cambios de la frecuencia cardiaca por las adaptaciones al ejercicio.
- Este estudio sugiere tener un método de altamente validado para realizar el análisis comparativo de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio.
- Realizar la evaluación de costo – efectividad de los relojes inteligentes frente a los dispositivos médicos convencionales.

Bibliografía

1. Ministerio del Deporte. Encuentro activo del deporte para el desarrollo. 2022.

2. Castillo D, Raya-González J, Scanlan AT, Sánchez-Díaz S, Lozano D, Yanci J. The influence of physical fitness attributes on external demands during simulated basketball matches in youth players according to age category [Internet]. Physiology & Behavior. 2021 May. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031938421000469?via%3Dihub

3. Ernesto Tauda M, Cruzat Bravo E, Castro Núñez H, Ergas Schleef D. Revisión sistemática Concepts of anaerobic capacity and power: systematic review of terminology update [Internet]. Vol. 62, Retos. 2025. Available from: https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index

4. Dell'Era S, Gimeno E, Ayleen N, Castellano M, Turón G, Bykhovsky I, et al. Exactitud del Xiaomi Mi Band 4 para contabilizar pasos en adultos con enfermedades respiratorias crónicas. Estudio de concordancia. Respirar. 2024 Jun 1;16(2).

5. Garnacho-Castaño M V., Faundez-Zanuy M, Serra-Payá N, Maté-Muñoz JL, López-Xarbau J, Vila-Blanch M. Reliability and validity of the polar v800 sports watch for estimating vertical jump height. J Sports Sci Med. 2021 Mar 1;20(1):149–57.

6. Pay L, Yumurtaş AÇ, Satti DI, Hui JMH, Chan JSK, Mahalwar G, et al. Arrhythmias beyond atrial fibrillation detection using smartwatches: A Systematic Review. Anatol J Cardiol. 2023;27(3):126–31.

7. Li S, Lin Q, Bao Y, Feng Y, Li D, Zhang C. Impaired night-time mobility in patients with Parkinson's disease: a systematic review. Vol. 15, Frontiers in Aging Neuroscience. Frontiers Media SA; 2023.

8. Bird K, Chan G, Lu H, Greeff H, Allen J, Abbott D, et al. Assessment of hypertension using clinical electrocardiogram features: A First-Ever Review. Vol. 7, Frontiers in Medicine. Frontiers Media S.A.; 2020.

9. Perez N, Uriarte A, Vermander P, Mancisidor A, Cabanes I. Monitorización de la frecuencia cardíaca en personas con movilidad reducida mediante tecnología no invasiva. In: XLIII Jornadas de Automática: libro de actas: 7, 8 y 9 de septiembre de 2022, Logroño (La Rioja). Servizo de Publicacións da UDC; 2022. p. 122–7.

10. Shenglong L, Xiuqiang Wang, Tao Z, Si Man L, Sulin C, Wu Y, et al. Validez de tres relojes inteligentes en la estimación del gasto energético durante la marcha y la carrera al aire libre - grupo sobre entrenamiento. Revista de Educación Física. 2024 Aug 27;

11. Alòs F, Aldon Mínguez D, Cárdenas-Ramos M, Cancio-Trujillo JM, Cánovas Zaldúa Y, Puig-Ribera A. Mobile health in primary care. New challenges in the development of solutions to promote physical activity and well-being. Aten Primaria. 2024 Aug 1;56(8).

12. Behrens M, Hermassi S, Moir GL, Gruber M. The validity and reliability of counter movement jump height measured with the Polar Vantage V2 sports watch. 2022 Oct.

13. Guo CC, Chiesa PA, de Moor C, Fazeli MS, Schofield T, Hofer K, et al. Digital devices for assessing motor functions in mobility-impaired and healthy populations: systematic literature review. Vol. 24, Journal of Medical Internet Research. JMIR Publications Inc.; 2022.

14. Woelfle T, Bourguignon L, Lorscheider J, Kappos L, Naegelin Y, Jutzeler CR. Wearable sensor technologies to assess motor functions in people with multiple sclerosis: systematic scoping review and perspective. Vol. 25, Journal of Medical Internet Research. JMIR Publications Inc.; 2023.

15. Mason R, Pearson LT, Barry G, Young F, Lennon O, Godfrey A, et al. Wearables for running gait analysis: A Systematic Review. Vol. 53, Sports

Medicine. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2023. p. 241–68.

16. Oh J, Kim D. Workout with a Smartwatch: A Cross-Sectional Study of the Effects of smartwatch attributes on flow experience and exercise intentions depending on exercise involvement. Healthcare (Switzerland). 2023 Dec 1;11(23).

17. Jamieson A, Jones S, Chaturvedi N, Hughes AD, Orini M. Accuracy of smartwatches for the remote assessment of exercise capacity. Sci Rep. 2024 Dec 1;14(1):22994.

18. Wang Y. A review of heart rate measurements for smartwatches. Vol. 2022, Highlights in Science, Engineering and Technology TPCEE. 2023.

19. Khushhal AA, Mohamed AA, Elsayed ME. Accuracy of apple watch to measure cardiovascular indices in patients with chronic diseases: A Cross Sectional Study. J Multidiscip Healthc. 2024;17:1053–63.

20. Danielsson ML, Vergeer M, Plasqui G, Baumgart JK. Accuracy of the apple watch series 4 and fitbit versa for assessing energy expenditure and heart rate of wheelchair users during treadmill wheelchair propulsion: Cross-sectional Study. JMIR Form Res. 2024;8.

21. Odeh VA, Chen Y, Wang W, Ding X. Recent advances in the wearable devices for monitoring and management of heart failure. Vol. 25, Reviews in Cardiovascular Medicine. IMR Press Limited; 2024.

22. Jafari N, Yousefi Ghalati S, Shahabi Raberi V, Moalemi S, Amin A. Impact of wearable technology on heart failure management. Galen medical journal. 2024;13:1–11. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/39483862

23. Chalmers T, Hickey BA, Newton P, Lin CT, Sibbritt D, McLachlan CS, et al. Stress watch: The use of heart rate and heart rate variability to detect stress: A pilot study using smart watch wearables. Sensors. 2022 Jan 1;22(1).

24. Montoro J. Revisión de artículos sobre la validez de la prueba de course navette para determinar de manera indirecta el vo 2 max general. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2003;3(11):173–81. Available from: http://cdeporte.rediris.es/revista/revista11/revision.htm

25. García GC, Secchi JD. 20 meters shuttle run test with stages of one minute. An original idea that has lasted for 30 years. Vol. 49, Apunts Medicina de l'Esport. Elsevier Doyma; 2014. p. 93–103.

26. Legislativo D. Constitución de la república del Ecuador. Vol. 449, Registro Oficial. 2008. Available from: www.lexis.com.ec

27. Reglamento general ley del deporte, educación física y recreación. 2020. Available from: www.lexis.com.ec

28. Luis S, Badillo F, Oficial R, De Mi EC. Ley orgánica del sistema nacional de registro de datos públicos. 2017. Available from: www.lexis.com.ec

29. Paluch K, Szypuła Z, Nowak A, Bochenek O, Koper M, Kałuża J, et al. Accuracy of wrist-worn heart rate monitors: a comprehensive review of smartwatches in exercise monitoring. quality in sport. 2024 Nov 14;32:55350. Available from: https://apcz.umk.pl/QS/article/view/55350

30. Azilah Atan S, Jakiwa J, Azli MS, Rustam S, Zaki I. Validation of mi band smart watch for fitness tracking. Vol. 3, Journal of Medical Devices Technology. 2024.

31. Homayounfar M, Malekijoo A, Visuri A, Dobbins C, Peltonen E, Pinsky E, et al. Understanding smartwatch battery utilization in the wild. Sensors (Switzerland). 2020 Jul 1;20(13):1–29.

32. Miller DJ, Sargent C, Roach GD. A validation of six wearable devices for estimating sleep, heart rate and heart rate variability in healthy adults. Sensors. 2022 Aug 1;22(16).

33. Fuller D, Colwell E, Low J, Orychock K, Ann Tobin M, Simango B, et al. Reliability and validity of commercially available wearable devices for

measuring steps, energy expenditure, and heart rate: Systematic Review. Vol. 8, JMIR mHealth and uHealth. JMIR Publications Inc.; 2020.

34. Li K, Cardoso C, Moctezuma-Ramirez A, Elgalad A, Perin E. heart rate variability measurement through a smart wearable device: another breakthrough for personal health monitoring? Vol. 20, International Journal of Environmental Research and Public Health. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2023.

ANEXOS

Anexo 1. Resolución de la modalidad de titulación



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
CONSEJO DIRECTIVO

Resolución Nro. UTA-CD-FCS-2025-0569

Ambato, 25 de febrero de 2025

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud, mediante sesión ordinaria del 24 de febrero de 2025, en conocimiento del acuerdo UTA-UAT-FCS-2025-0015-A, suscrito por la Dra. Zenia Batista Castro, sugiriendo se apruebe el trabajo de titulación del/la señor/ita **MORALES LUISA ZAIDA LIZBETH** con cédula de ciudadanía 1850344167 estudiante de la Carrera de Fisioterapia, para el periodo académico ordinario marzo – julio 2025, de conformidad al numeral 6.1 del **"INSTRUCTIVO DEL REGLAMENTO PARA LA TITULACIÓN DE GRADO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO"**, aprobado mediante resolución **CAU-P-681-2023** del 29 de noviembre de 2023. ; al respecto.

CONSEJO DIRECTIVO, RESUELVE:

APROBAR el trabajo de titulación del/la señor/ita **MORALES LUISA ZAIDA LIZBETH** con cédula de ciudadanía 1850344167 estudiante de la Carrera de Fisioterapia, para el periodo académico ordinario marzo – julio 2025, según el siguiente detalle:

Modalidad	**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**
Tema	NIVEL DE CONCORDANCIA DE LOS RELOJES INTELIGENTES PARA LA ESTIMACIÓN DEL TRABAJO ANAERÓBICO EN JÓVENES DEPORTISTAS
Tutor	Licenciado Mg. Stalin Javier Caiza Lema

Documento firmado electrónicamente

Dr. José Luis Herrera López
PRESIDENTE CONSEJO DIRECTIVO - FCS

Referencias:
- UTA-UAT-FCS-2025-0015-A

Anexos:
- 1. solicitud MORALES_LUISA_ZAIDA_LIZBETH.pdf
- 2. CERTIFICADO DE HABILITACIÓN MORALES LUISA ZAIDA LIZBETH_ FISIOTERAPIA.pdf
- Morales Zaida-signed.pdf

DRA. SARA CAMACHO ESTRADA, PH.D
RECTORA

Dirección: Av. Colombia y Chile
Teléfono: (593) 2521134 / 0996588223
Ambato - Ecuador

www.uta.edu.ec

1/2

Anexo 2. Carta de compromiso

CARTA DE COMPROMISO

Ambato, 27/01/2025

Dra. Esp. Zenia Batista

Presidente
Unidad de Titulación
Carrera de Fisioterapia
Facultad de Ciencias de la Salud

Adriana Patricia Guerra Mazón en mi calidad de directora de la escuela de formación de básquet **"The Blue Hawks"**, me permito poner en su conocimiento la aceptación y respaldo para el desarrollo del trabajo de titulación: **"NIVEL DE CONCORDANCIA DE LOS RELOJES INTELIGENTES PARA LA ESTIMACIÓN DEL TRABAJO ANAERÓBICO EN JÓVENES DEPORTISTAS"** propuesto por la estudiante **Zaida Lizbeth Morales Luisa**, portador/a de la Cédula de Ciudadanía: **1850344167**, estudiante de la carrera de Fisioterapia de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Ambato.

A nombre de la Institución a la cual represento, me comprometo a apoyar en el desarrollo del proyecto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

Atentamente.

Adriana Patricia Guerra Mazón
Directora de la escuela de formación de básquet "The Blue Hawks"
CI: 1715511141
No. Celular: 0983634756

Anexo 3. Consentimiento informado por representación

SECCIÓN II: CONSENTIMIENTO INFORMADO

A. DECLARATORIA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____ como representante legal de ……., declaro que he leído el documento de consentimiento, que he comprendido los riesgos y beneficios de mi representado al participar; el responsable ha respondido a todas mis preguntas, mediante explicación satisfactoria, conozco que la decisión de autorizar la participación de mi representado es libre y voluntaria, por lo que consiento libremente que sea incluido y se le realicen los procedimientos propuestos en el estudio, sé que tengo el derecho de retíralo de la investigación en cualquier momento, sin que esto afecte las atenciones a las que tiene derecho, solamente debo informar al investigador.

Al firmar el documento de consentimiento informado, en calidad de representante legal de…… NO renuncio a ninguno de los derechos que por ley le corresponden. Se que se me entregará una copia de este documento como representante legal, una vez suscrito el mismo por las partes.)

Fecha	Nombres completos del representante legal	Cédula Identidad	Firma
dd/mm/aaaa			

Fecha	Nombres completos del investigador responsable de obtener el CI	Cédula Identidad	Firma
dd/mm/aaaa			

B. DECLARACIÓN DEL ASENTIMIENTO INFORMADO

ASENTIMIENTO INFORMADO

Yo, ... entiendo que la investigación consiste en determinar el nivel de concordancia entre los dispositivos para la medición del umbral anaeróbico

Entiendo que se hará una prueba en donde debo iniciar la prueba caminando y la finalizan corriendo, desplazándome de un punto a otro a una distancia de veinte metros de distancia al ritmo dado por una señal sonora que acelera de manera progresiva, usando 3 dispositivos al mismo tiempo los cuales verificaran mi frecuencia cardiaca durante la prueba.

Y sé que puedo elegir participar en la investigación o no hacerlo, así como retirarme cuando quiera. S*e me ha leído la información* y la entiendo. Me han respondido las preguntas y sé que puedo hacer preguntas más tarde, si las tengo.

Por lo antes indicado:

Acepto participar en la investigación ☐

No acepto participar en la investigación ☐

Fecha	Nombres completos del participante	Cédula Identidad	Firma o huella digital
dd/mm/aaaa			

Fecha	Nombres completos del investigador responsable de obtener el CI	Cédula Identidad	Firma
dd/mm/aaaa			

Anexo 4. Ficha de recolección de datos y Test

FICHA

Código:		**Peso:**	
Edad:		**Talla:**	
Género:		**IMC:**	
Tiempo de entrenamiento:		**BORG**	

FC MAX (INBAR):

FC INICIAL		
XIAOMI BAND 8	**PULSOMETRO MOOFIT HR8**	**APPLE WATCH SERIES 6**

TEST COURSE NAVETTE



Etapa	Vel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	8,5	20	40	60	80	100	120	140								
2	9	160	180	200	220	240	260	280	300							
3	9,5	320	340	360	380	400	420	440	460							
4	10	480	500	520	540	560	580	600	620							
5	10,5	640	660	680	700	720	740	760	780	800						
6	11	820	840	860	880	900	920	940	960	980						
7	11,5	1000	1020	1040	1060	1080	1100	1120	1140	1160	1180					
8	12	1200	1220	1240	1260	1280	1300	1320	1340	1360	1380					
9	12,5	1400	1420	1440	1460	1480	1500	1520	1540	1560	1580					
10	13	1600	1620	1640	1660	1680	1700	1720	1740	1760	1780	1800				
11	13,5	1820	1840	1860	1880	1900	1920	1940	1960	1980	2000	2020				
12	14	2040	2060	2080	2100	2120	2140	2160	2180	2200	2220	2240	2260			
13	14,5	2260	2280	2300	2320	2340	2360	2380	2400	2420	2440	2460	2480	2500		
14	15	2520	2540	2560	2580	2600	2620	2640	2660	2680	2700	2720	2740	2760		
15	15,5	2780	2800	2820	2840	2860	2880	2900	2920	2940	2960	2980	3000	3020		
16	16	3040	3060	3080	3100	3120	3140	3160	3180	3200	3220	3240	3260	3280		
17	16,5	3300	3320	3340	3360	3380	3400	3420	3440	3460	3480	3500	3520	3540	3560	
18	17	3580	3600	3620	3640	3660	3680	3700	3720	3740	3760	3780	3800	3820	3840	
19	17,5	3860	3880	3900	3920	3940	3960	3980	4000	4020	4040	4060	4080	4100	4120	4140
20	18	4160	4180	4200	4220	4240	4260	4280	4300	4320	4340	4360	4380	4400	4420	4440

NIVEL ALCANZADO	
DISTANCIANCIA ALCANZADA	

FC FINAL		
XIAOMI BAND 8	**PULSOMETRO MOOFIT HR8**	**APPLE WATCH SERIES 6**

Anexo 5. Recolección de datos y evaluación del componente anaeróbico









