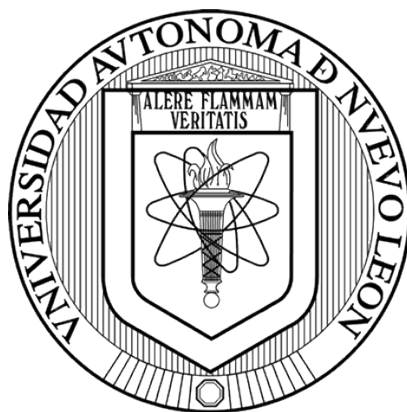


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**HOSPITAL UNIVERSITARIO “DR. JOSÉ ELEUTERIO GONZÁLEZ”**



**EFFECTOS DE LA MUSICA EN PRUEBAS DE ESFUERZO  
EN CORREDORES AMATEUR**

**Por**

**DR. OSCAR OMAR DIAZ BOTELLO**

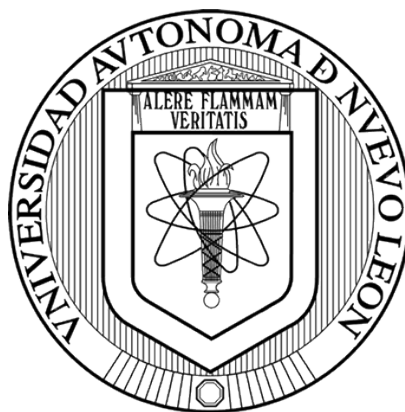
**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALIDAD EN MEDICINA DEL DEPORTE Y REHABILITACIÓN**

**Febrero 2025**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**HOSPITAL UNIVERSITARIO “DR. JOSÉ ELEUTERIO GONZÁLEZ”**



**EFFECTOS DE LA MUSICA EN PRUEBAS DE ESFUERZO  
EN CORREDORES AMATEUR**

**Por**

**DR. OSCAR OMAR DIAZ BOTELLO**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE  
ESPECIALIDAD EN MEDICINA DEL DEPORTE Y REHABILITACIÓN**

**Director de tesis**

**DR. MCs. TOMAS JAVIER MARTINEZ CERVANTES PhD**

**Febrero 2025**

**EFFECTOS DE LA MUSICA EN PRUEBAS DE ESFUERZO  
EN CORREDORES AMATEUR**

Aprobación de la Tesis



**Dr. MCs. Tomás Javier Martínez Cervantes PhD**

**Director de Tesis**

**Coordinador de Enseñanza**

**Medicina del Deporte y Rehabilitación**



**Dr. med. Oscar Salas Fraire**

**Codirector de Tesis**

**Medicina del Deporte y Rehabilitación**



**Dr. José Ángel Garza Cantú**

**Jefe de Departamento**

**Medicina del Deporte y Rehabilitación**



**Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez**

**Subdirector de Estudios de Posgrado**

## Prólogo

El presente trabajo tiene como objetivo formar parte de la evidencia necesaria para obtener el grado de especialista en Medicina del Deporte y Rehabilitación Física.

En nuestra especialidad las pruebas de esfuerzo son uno de los tantos procedimientos que se realizan con regularidad, por lo tanto, saber como la música puede influir en los resultados en un sector específico de deportistas puede dar lugar a que en un futuro este tipo de investigación se realice en población deportista diferente y por qué no, también en población general que se somete a este tipo de evaluaciones.

Gran parte de la idea por realizar este trabajo viene dada por el gusto por la rama de la fisiología del deporte, de poder observar y analizar las variables que obtenemos al realizar las pruebas de esfuerzo, así como de ser capaces de demostrar si la música influye o no en estos resultados. Esto me permitió adentrarme más en los aspectos técnicos de este tipo de evaluaciones y conocer las relaciones que tienen entre sí los resultados obtenidos.

Sabemos que a nivel mundial la mayoría de las personas que realizan algún tipo de deporte son muy afines por escuchar música durante la práctica de este, por lo tanto, es de gran interés el saber si esto es sólo para sentir mayor confort durante las sesiones de ejercicio o si la música nos ayuda alcanzar un mayor rendimiento físico.

A nivel nacional no existe una amplia literatura que nos ayudará a tener una base científica de resultados obtenidos en investigaciones previas. Ciertamente, que a nivel mundial existe mayor evidencia en investigaciones relacionadas a estos temas, de igual forma no fue fácil el darle forma al trabajo ya que los trabajos previos no presentaban el enfoque similar al nuestro.

Me siento orgullo de haber concluido este estudio y de demostrar como la música influye en las pruebas de esfuerzo, esperando que este estudio sirva como pivote para continuar investigando los efectos de la música en otro tipo de deportistas y de población general.

## Agradecimientos

Agradecer de manera especial a todo el servicio de Medicina del Deporte y Rehabilitación por todo el apoyo brindado durante toda mi estancia en la especialidad, por las facilidades brindadas para realizar mi rotación internacional, así como por el apoyo moral brindado en la etapa más difícil de mi vida.

Gracias a mis profesores de la especialidad, especialmente al Dr. Oscar Salas por haberme dado la oportunidad de haber cursado la residencia en este hospital, por el apoyo para mi rotación y por las enseñanzas brindadas durante los 4 años. Agradezco a la Dra. Karina Salas por sus enseñanzas y su apoyo en la etapa más dura que desafortunadamente me tocó vivir mientras cursaba mi residencia, esa atención y apoyo brindado no lo olvidaré.

Gracias al Dr. Tomás por sus consejos y apoyo para poder llevar a cabo este trabajo, gracias por las enseñanzas brindadas durante mi estancia de residente.

Agradezco al Dr. Carlos Barrón por su amistad y su entrega en las enseñanzas brindadas durante toda la especialidad. Así mismo agradezco al Dr. Angel González por sus enseñanzas y la insistencia para esforzarme a ser mejor residente día a día.

Agradezco a mis compañeros de residencia por su apoyo, compañía, aventuras y enseñanzas durante los 4 años que nos tocó compartir juntos. Siempre los tendré presentes y espero que sigan siendo igual de exitosos como hasta hoy.

Para Alex, Said, Keyla y David no tengo palabras para agradecerles su compañía, sus consejos, apoyo y tantas aventuras que nos tocó compartir el tiempo que estuvimos juntos. Definitivamente sin ustedes esta residencia no hubiera sido la misma.

Agradezco de forma muy especial y cariñosa a mi compañera de vida durante esta etapa, por sus palabras, por sus consejos, por su apoyo en todo momento y por estar disponible para mí para cualquier situación que se me presentaba. Siempre tendrás un lugar especial en mi corazón.

Y el agradecimiento más especial para mi familia. Mi hermana Angélica por su apoyo desde que presenté mi examen a la residencia hasta que la culminé; a Nenita por siempre estar al tanto de todo lo que necesitaba; Armando por ser mi ejemplo a seguir y corregirme cuando lo necesitaba; Osvaldo por esa compañía e impulso a convertirme en mejor médico y persona.

A mi papá no tengo palabras para expresarle todo el agradecimiento y apoyo durante esta etapa, me quedaría corto con cualquier tipo de agradecimiento que pudiera hacerle en estas páginas, es el mejor ejemplo de vida que puedo tener.

A mi mamá por nunca abandonarme y hacerse sentir en cada paso que doy, por siempre ser mi mayor impulso y porque sé que disfrutas este logro igual que yo desde donde estés, te llevo siempre conmigo, te amo.

## Dedicatoria

Para mis maravillosos hermanos,  
mi ejemplar padre y mi amada madre,  
sé que algún día nos volveremos a ver.



## TABLA DE CONTENIDO

Prólogo .....	¡Error! Marcador no definido.
Agradecimientos .....	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria .....	¡Error! Marcador no definido.
TABLA DE CONTENIDO .....	¡Error! Marcador no definido.
LISTA DE FIGURAS .....	VIII
LISTA DE TABLAS .....	¡Error! Marcador no definido.
LISTA DE ABREVIATURAS .....	¡Error! Marcador no definido.
1 INTRODUCCION .....	¡Error! Marcador no definido.
2 MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.1 Prueba de esfuerzo en banda sin fin .....	4
2.1.2 Consumo máximo de oxígeno .....	6
2.1.3 Frecuencia cardiaca máxima .....	7
2.1.4 Percepción del esfuerzo.....	8
2.1.5 Generalidades del atletismo .....	11
2.1.6 Tipos de corredores .....	12
2.1.7 Historia de la música en el deporte.....	13
2.2 Definición del problema.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3 Justificación.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4 Hipótesis.....	¡Error! Marcador no definido.
2.5 Objetivos .....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.1 Objetivo primario .....	¡Error! Marcador no definido.
2.5.2 Objetivos secundarios .....	¡Error! Marcador no definido.
2.6 Preguntas de investigación.....	16
3 ANTECEDENTES .....	¡Error! Marcador no definido.
4 MATERIAL Y MÉTODOS .....	¡Error! Marcador no definido.

4.1 Características del estudio.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.1.1 Diseño de estudio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.1.2 Lugar o sitio del estudio .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.1.3 Universo de trabajo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.1.4 Criterios de inclusión .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.1.5 Criterios de exclusión.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.2 Descripción de la metodología .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.3 Consideraciones éticas .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
4.4 Plan de análisis estadístico .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
5 RESULTADOS.....	26
5.1 Muestra y datos de los sujetos.....	26
5.2 Prueba de esfuerzo sin música .....	26
5.3 Prueba de esfuerzo con música .....	27
5.4 Análisis estadístico.....	29
6 DISCUSION.....	31
7 LIMITACIONES.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
8 FORTALEZAS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9 CONCLUSIONES.....	37
10 FUTURAS INVESTIGACIONES.....	38
11 BIBLIOGRAFÍA .....	39
RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO .....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Banda sin fin y monitor

Figura 2. Escala percepción esfuerzo Borg

Figura 3. Relación entre el esfuerzo percibido (escala de Borg) y la frecuencia cardíaca

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados pruebas de esfuerzo

## LISTA DE ABREVIATURAS

**VO<sub>2</sub> máx:** consumo máximo de oxígeno

**HTA:** hipertensión arterial

**DM2:** diabetes mellitus tipo 2

**FC máx:** frecuencia cardiaca máxima

**%:** porcentaje

**PE:** percepción del esfuerzo

**DT:** distancia total

**mL/min:** mililitros por minuto

**mL/kg/min:** mililitros por kilo por minuto

**mmol.L:** mili moles por mililitro

**a.C.:** antes de Cristo

**bpm:** beats por minuto

**dB:** decibeles

**ppm:** pulsaciones por minuto

**km/hr:** kilómetros por hora

**DE:** desviación estándar

**IMC:** índice de masa corporal

**kg/m<sup>2</sup>:** kilogramos por metro cuadrado

**lpm:** latidos por minuto

**RIC:** rango intercuartil

**mmHg:** milímetros de mercurio

## 1 INTRODUCCION

Las evaluaciones de la capacidad física aeróbica mediante pruebas de esfuerzo en banda sin fin es algo que como especialistas en medicina del deporte realizamos en nuestra práctica médica diaria. Este tipo de evaluación nos ayuda a dar diagnósticos de la capacidad cardiopulmonar al individuo evaluado mediante el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx), haciendo recomendaciones para mejorar esta constante vital mediante la prescripción de ejercicio y por consiguiente tener un mejor estado de salud y capacidad física para realizar sus actividades diarias y/o deportivas.

Además, en personas con patologías de base ya establecidas (HTA, DM2, Sx. Metabólico, entre otras) podemos ver cómo se comportan sus constantes vitales durante la prueba y así dosificar de mejor forma el ejercicio en estos grupos especiales de población.

La prueba de esfuerzo en banda sin fin es un test que se realiza en un laboratorio de pruebas de esfuerzo, equipado, controlado y alejado del ruido externo. En él están presentes 2 o 3 evaluadores (usualmente médicos) y la persona evaluada. En la mayoría de estos laboratorios la prueba se lleva a cabo en silencio, sólo con el ruido que provoca la banda sin fin y el corredor al ejercer la zancada sobre ella. Son pruebas de tipo incrementales en donde el evaluado inicia a una inclinación y velocidad determinada y cada cierto periodo de tiempo (usualmente 2-3 minutos) la velocidad va aumentando. El objetivo es lograr que la persona evaluada llegué a su esfuerzo máximo y eso se logra saber con los criterios de maximalidad (meseta de  $VO_2$ , %FC máx, percepción del esfuerzo, niveles de lactato, coeficiente respiratorio).

Con este tipo de pruebas de esfuerzo somos capaces de medir el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx), la frecuencia cardíaca máxima alcanzada (FC máx), la percepción de

esfuerzo percibida durante la prueba de esfuerzo mediante la escala de Borg (PE), la distancia total recorrida durante toda la prueba (DT), entre otras variables que son de gran interés conocer para las personas evaluadas (usualmente deportistas).

El atletismo (específicamente la carrera) es un deporte practicado en todo el mundo, que en tiempos recientes ha ganado bastante popularidad en población joven y adulta, haciendo que su evaluación y el buscar mejorar el rendimiento de los competidores de manera legal sea un tema de interés en nuestra especialidad médica.

Esta actividad deportiva es llevada a cabo en calles, carreteras, montaña, pistas cerradas, estadios olímpicos, entre muchos lugares más, siendo de fácil acceso para toda la población.

Es bien sabido que corredores durante sus entrenamientos e incluso durante competencias optan por escuchar música de su agrado para estar en una mayor zona de confort y con la liberación de endorfinas que esto conlleva, tener mejores rendimientos físicos (Mosquera, 2013).

Se ha observado que, al escuchar alguna música agradable, se pueden activar sustancias químicas en el sistema nervioso central, estimulándose la producción de neurotransmisores como la dopamina, las endorfinas y la oxitocina, experimentándose un estado que favorece la alegría y el optimismo en general (Jauset, 2008).

Se ha demostrado que la música reduce poderosamente la percepción de fatiga y esfuerzo a través de la disociación y distracción durante el ejercicio (Ballman et al. 2019).

La sincronización de la música y el ejercicio puede resultar en una mejor economía en marcha, eficiencia y rendimiento global (Bacon et al. 2012).



Se sabe que la música influye en la actuación del ejercicio a través de tres mecanismos principales: psicológico, fisiológico y psicofisiológico. De forma psicológica interviene en el afecto, estado de ánimo y la percepción subjetiva de la fatiga. En lo fisiológico aumenta el consumo de oxígeno, la distribución del flujo sanguíneo, la respuesta hormonal y el metabolismo del lactato. En cuanto a lo psicofisiológico influye en la motivación, en la disociación del entorno y el control autonómico (Terry et al. 2020).

En este sentido, la respuesta emocional surgida ante los estímulos musicales no son homogéneas, sino que resultan muy diferentes entre una persona y otra, por lo que resulta complejo descifrar cuál es agradable o desagradable, ya que se reflejaría en función de las experiencias individuales de cada ser y sus procesos de aprendizaje previos (González, 1999).

El objetivo de realizar pruebas de esfuerzo en banda sin fin y que el evaluado escuche música de su agrado en todo momento, es valorar si se producen cambios en las variables medidas y qué tan significativos son estos cambios; o en caso contrario, ver si los cambios son nulos.

A nivel mundial se han realizado pocos estudios tratando de documentar lo antes mencionado. Es por eso por lo que resulta de interés realizar un ensayo de estas características en nuestro hospital y así sentar un precedente para futuras investigaciones en esta área.

## 2 MARCO TEORICO

### 2.1.1 Pruebas de esfuerzo en banda sin fin

La prueba de esfuerzo o ergometría consiste en someter al paciente a un ejercicio físico progresivo, controlado, cuantificable y por ello reproducible para estudiar las respuestas del aparato cardiovascular en una situación de máximo esfuerzo. El ejercicio se realiza en una cinta sin fin (treadmill) o bien en una bicicleta ergométrica (cicloergómetro). (Valle, 2019).

La banda sin fin (ver figura 1) es el método de esfuerzo más ampliamente utilizado.

Consiste en una cinta sin fin movida por motor eléctrico y sobre la que el paciente debe correr a distintas velocidades y pendientes según el protocolo usado. Es más caro, requiere mayor espacio y es más ruidoso que la bicicleta, y el trazado ECG puede estar más afectado por los movimientos. Sin embargo, es un ejercicio más fisiológico, al que el paciente está más acostumbrado y que no necesita aprendizaje previo. Es conveniente que la banda sin fin tenga pasamanos a ambos lados y una barra frontal, aunque el apoyo en ellos facilita el trabajo del paciente aumentando el tiempo de esfuerzo y falseando la capacidad funcional calculada (incrementándola hasta en un 20%) (Arós et al. 2000).

El protocolo óptimo de ejercicio debe tener un aumento gradual de trabajo y que el aumento no sea tan grande; duración óptima de la prueba de 8-12 minutos; que las etapas duren de 2-3 minutos (Griffin, 2019).

La dificultad del ejercicio se va aumentando, tratando de conseguir el máximo de las variables estudiadas, pero podría detenerse antes si se presentaran síntomas como dolor de pecho, dificultad para mantener una respiración normal, mareos, sensación inminente de

síncope, fatiga intensa o si el electrocardiograma refleja alguna anomalía en el registro cardíaco (Vilcant et al. 2022).

Existen varios criterios llamados de maximalidad, entre los cuales se encuentran:

- Meseta de VO<sub>2</sub>. Diferencias entre las 2 últimas cargas de trabajo de <150 mL/min y/o <2 mL/kg/min
- % FC máx >95% o diferencia de <2 latidos en la última etapa
- Percepción del esfuerzo en la escala de Borg >18 (>9 en la escala modificada)
- Niveles de lactato superior a 8 mmol.L
- Coeficiente respiratorio >1.1

Sin embargo, no existe consenso en el número de criterios que se deben cumplir para asegurar una prueba máxima (Casajús et al. 2009).



*Figura 1. Banda sin fin y monitor*

### 2.1.2 Consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx)

Uno de los parámetros más relevantes en la evaluación funcional es el consumo máximo de oxígeno (Hill et al. 1923).

El VO<sub>2</sub> máx se refiere a la tasa más alta en la que el oxígeno puede ser tomado y consumido por el cuerpo durante el ejercicio intenso (Bassett et al. 2000).

El VO<sub>2</sub> más se define como la capacidad máxima integrada de los sistemas cardiopulmonar, nervioso y musculoesquelético para absorber, transportar y utilizar el oxígeno; es el principal indicador de la capacidad aeróbica de una persona y varía dependiendo de la edad, capacidad física y patologías de base. (Poole et al. 2008).

La mayoría de los investigadores consideran el VO<sub>2</sub> máx como la mejor medida objetiva de laboratorio para determinar la capacidad aeróbica máxima (Wilmore et al. 2004), aunque el saber si se ha obtenido el valor máximo o no durante una prueba de esfuerzo es un motivo de debate aún hoy en día (Midgley et al. 2007).

Se conocen diferentes métodos que nos ayudan a obtener el valor que se requiere, a través de mediciones indirectas apoyados de fórmulas, un ejemplo de ellas es la de Pugh (Pugh, 1970), otra son las del Colegio Americano de Medicina del Deporte (American College of Sports Medicine, 2021), así como de forma directa con el análisis de gases inspirados y expirados en ergoespirometría (Riebe et al. 2017).

El VO<sub>2</sub> máx lo podemos presentar de dos maneras: como VO<sub>2</sub> máx absoluto expresado en litros de oxígeno por minuto (L/min) y como VO<sub>2</sub> máx relativo expresado en mililitros de oxígeno por kilogramos de peso corporal por minuto (ml/kg/min). A día el más utilizado en

los registros científicos es el VO<sub>2</sub> máx relativo ya que aquí se toma en cuenta el peso del paciente y por lo tanto nos da un valor más acorde (McArdle et al. 2010).

Desde hace tiempo se tiene evidencia que hay una relación estrecha entre el VO<sub>2</sub> máx y la FC máx, lo que nos ayuda a que en dado caso que solo conozcamos 1 de estas 2 variables en un paciente, se pueda hacer un aproximado de la variable no conocida (Bouzas-Marins et al. 2010).

### 2.1.3 Frecuencia cardíaca máxima (FC máx)

Representa el número máximo de latidos por minuto que puede alcanzar el corazón en un esfuerzo máximo. Es un parámetro empleado para ayudar en la planificación de la actividad física o establecer algunos diagnósticos clínicos. Este valor puede ser de utilidad para calcular la intensidad al realizar ejercicios aeróbicos (Marins et al. 2007).

Este factor tiene una alta variación entre la población incluso de la misma edad o de la misma raza, siendo influenciada por factores internos como la edad, grado de entrenamiento físico, sistema nervioso central; así como por factores externos, por ejemplo, el tipo de ejercicio, la temperatura, la altitud, entre otras, que la pueden afectar (Povea et al. 2018).

Existen dos formas en las que se puede obtener la FC máx: de manera directa, con pruebas de esfuerzo máximo; o la indirecta, por medio de ecuaciones de predicción (Portuguez Molina et al. 2023). Este último método destaca por la facilidad para la obtención, en comparación a la realización de una prueba ergométrica (Machado et al. 2011).

La frecuencia cardíaca máxima teórica o esperada para el individuo es un cálculo para estimar la FC máx si no tenemos un valor verdadero del paciente medido en un test de

intensidad máxima. Debe quedar claro que la FC máx teórica tiene muchas limitaciones (nivel de entrenamiento, patologías de base, consumo de fármacos) por lo que a veces estará lejos del valor real. Las formas más utilizadas para obtener este valor es a través de varias fórmulas, dentro de las más usadas son las de Fox (220-edad) (Astrand et al. 1960), y la de Tanaka ( $208 - (\text{edad} \times 0.7)$ ) (Tanaka et al. 2001). Siempre se debe de tener claro que estas son fórmulas que nos dan una estimación de la FC máx y no el valor real.

La más utilizada en el transcurso de los años ha sido la de Fox, aunque hay estudios que comprueban su baja fiabilidad y de los datos que presentan una desviación de hasta 12 latidos por minuto respecto a las pruebas de esfuerzo en ergometría (Gellish et al. 2007). Agregado a este inconveniente, se ha demostrado que esta fórmula sobrestima los valores en personas jóvenes (usualmente a este grupo pertenecen los corredores) y los subestima en personas mayores; también se conoce ahora que la FC máx no disminuye un latido por año, como propone la fórmula, sino aproximadamente 0.7 latidos cada año (Povea et al. 2018).

#### 2.1.4 Percepción del esfuerzo (PE)

Se entiende por esfuerzo percibido el acto de detectar e interpretar sensaciones que provienen del cuerpo durante el ejercicio (Noble et al. 1996).

La percepción del esfuerzo ante un ejercicio físico es una determinación subjetiva que incorpora información del medio interno y externo del cuerpo. A mayor frecuencia e intensidad de las señales que se perciben, más intensa es la sensación de la actividad física. La percepción del esfuerzo refleja la interacción entre la mente y el cerebro, es decir, que este parámetro psicológico está relacionado con muchos eventos que ocurren en el cuerpo durante el ejercicio físico. Es un valor subjetivo ya que el paciente percibe un nivel de

intensidad, pero este no puede ser totalmente reproducible o no se puede comprobar por el evaluador (Suárez, et al. 2019).

Existe evidencia que un incremento de la ventilación pulmonar, incremento del VO<sub>2</sub> máx, aumento de la acidosis metabólica, disminución en los niveles de ATP y disminución de las reservas musculares y hepáticas de glucógeno están asociados a una percepción del esfuerzo más intensa (Alvero, 2005).

Para poder representar la percepción de esfuerzo percibida por el individuo se utilizan escalas numéricas, siendo una de las más utilizadas la Escala de Borg que tiene 15 escalas de valoración en números arábigos del 6-20 (ver figura 2). La escala inicia en el número 6 que corresponde al esfuerzo percibido en reposo y debería ir aumentando conforme aumenta la carga de trabajo en la banda sin fin, aunque en algunos pacientes esto no sucede, lo que sería motivo de estudio del paciente (Pollock et al. 1986). Se considera criterio de maximalidad un nivel superior a 18 (algunos autores establecen el límite en 17).

6	No se siente nada
7	Extremadamente suave
8	
9	Muy suave
10	
11	Suave
12	
13	Ligeramente fuerte
14	
15	Fuerte
16	
17	Muy fuerte
18	
19	Muy, muy fuerte
20	Esfuerzo máximo

*Figura 2. Escala percepción de esfuerzo Borg*

Existe una escala de Borg modificada, que es una escala clásica numérica del 1 al 10, en donde el criterio de maximalidad se considera arriba de 9 (Borg et al. 2006). Aquí el valor en reposo es 1 y conforme aumenta el nivel de intensidad aumenta el valor numérico, siendo el máximo el 10.

Se ha intentado demostrar una relación entre la frecuencia cardíaca y el nivel de intensidad subjetiva medida con la escala de Borg. Se ha encontrado en algunas investigaciones una alta correlación, demostrándose que el nivel basal de intensidad (6) correspondería con una FC de 60 lpm y conforme aumenta el nivel de intensidad va aumentando el nivel de la FC, aunque no en todos los paciente se presenta esta relación, como ya se mencionó previamente (Weston et al. 2006; Coquart et al. 2009).

Aunque se ha demostrado que, para alcanzar un alto grado de eficacia y precisión en la utilización de la escala de Borg, como sistema de valoración de la intensidad del esfuerzo, resulta necesario un cierto periodo de familiarización del participante con la escala, ya que las primeras veces puede ser algo confuso entender los valores y esto nos puede sesgar los resultados (Faulkner et al. 2007).

<b>Escala de Borg</b>	<b>Frecuencia cardiaca</b>
6	60-70
7 Muy, muy suave	70-80
8	80-100
9 Muy suave	90-110
10	100-120
11 Bastante suave	110-130
12	120-140
13 Algo duro	130-150
14	140-160
15 Duro	150-170
16	160-180
17 Muy duro	170-190
18	180-200
19 Muy, muy duro	190-210
20	200-220

*Figura 3. Relación entre el esfuerzo percibido (Escala de Borg) y la frecuencia cardiaca.*



### 2.1.5 Generalidades de atletismo

El atletismo es un grupo amplio de disciplinas deportivas que consiste en correr, caminar, saltar o lanzar. Pueden ser prácticas en donde solo se realice una actividad de las mencionadas previamente o en donde se combinen 2 o más (Olivera, 2003).

El atletismo es la actividad deportiva en donde se expresan las habilidades motrices de correr, saltar y lanzar de forma más pura aprendidas por el ser humano. La variedad de disciplinas que comprende hace que se complique ofrecer una definición estandarizada del mismo, aunque existe una gran cantidad de propuestas taxonómicas que las clasifican, varias de ellas las hacen atendiendo a su componente técnico, otras se enfocan en el componente táctico, o en las propias habilidades motrices que intervienen (Gómez et al. 2013).

El atletismo es el grupo de disciplinas deportivas que más se practica a nivel universal ya que a día de hoy sigue siendo el más natural y práctico de los deportes; todos los grandes juegos deportivos que se practican en la actualidad se componen de sus elementos: velocidad, resistencia, potencia, fuerza y flexibilidad (Bravo et al. 1990).

Respecto al deporte específico de carrera, este se realiza con determinadas medidas y en distintos lugares, como puede ser en pista, pista cubierta, circuito al aire libre, etc.

La carrera comenzó a utilizarse en el año 776 a.C. y es uno de los deportes más antiguos de la historia (Apunte de cátedra, 2017).

Correr es uno de los deportes más populares a nivel mundial, por su facilidad para practicarse en cualquier espacio, ya que no amerita vestimenta de difícil acceso y porque no requiere inversiones económicas significativas.

En las competiciones de carrera, lo único que se requiere es correr hasta llegar a la meta antes que tus rivales.

Normalmente estas carreras no tienen un número limitado de participantes, pero las reglas pueden variar dependiendo de la organización (World athletics, 2020).

#### 2.1.6 Tipos de corredores

Se definen los siguientes tipos de corredores:

1. Corredor ocasional (corre un máximo 1-2 veces por semana). Es un corredor que no se prepara ni participa en competencias, no cuenta con demasiado tiempo para entrenar y por lo tanto tampoco le da tanta importancia a sus hábitos de la vida diaria. No suele invertir grandes recursos en el caso de presentar algún tipo de lesión o para el consumo de suplementos deportivos. No suele estar asesorado por entrenadores, médico del deporte, nutriólogos o algún otro profesional de la salud dedicado a la actividad deportiva.
2. Corredor ocio/salud. Es un tipo de corredor que se entrena y prepara con el objetivo de participar en carreras, pero no corre para competir, lo hace para mantenerse más activo y tener beneficios en su salud. Es una persona que sale varios días de la semana a correr (suelen ser de 4-5 días) y forma parte de algún club o grupos de corredores.
3. Corredor amateur competitivo. Se trata de un corredor que tiene un nivel de preparación con el objetivo de superarse día a día y cuenta con un gran compromiso en la consecución de metas. Tiene una alta motivación personal como de las personas que lo rodean para lograr su metas, mostrando un alto

nivel de frustración si no las consigue. Está asesorado por un grupo multidisciplinario que lo conforma uno o más de los siguientes profesionales de la salud: médico del deporte, preparador físico, fisioterapeuta, nutricionista, psicólogo deportivo. Suele competir en varias pruebas de distintas distancias (incluso maratones) y en diferentes superficies (concreto, tartán tierra). En caso de lesión busca una atención médica rápida, así como una óptima recuperación, invirtiendo grandes recursos económicos en caso de ser necesarios.

4. Corredor de élite. Es el grupo menos numeroso pero el que presenta el nivel más alto de entrenamiento y competencia. Se prepara para competir a nivel profesional, presentando una mejora continua de su rendimiento deportivo. Si presenta algún tipo de lesión la recuperación rápida es vital, en muchas ocasiones los tiempos de retorno a la actividad deportiva están condicionados por la llegada a tiempo a competiciones (Úbeda, 2019).

#### 2.1.7 Historia de la música en el deporte

El origen mejor documentado del uso de la música en la práctica deportiva en la sociedad occidental conduce hasta los inicios de la cultura griega (año 1100 a.C.).

Para los griegos, la música tenía un origen divino. Tenía el poder mágico de purificar el cuerpo, la mente y curar enfermedades.

Atletas y músicos comenzaron a participar en certámenes públicos, especialmente durante la celebración de las olimpiadas (año 776 a.C.), eventos de carácter ritual donde preferentemente debían participar músicos profesionales.

Algunos otros eventos en donde también participaron atletas y músicos fueron los juegos Píticos, en Delfos, y las Panateneas, en Atenas.

Desde los primeros juegos olímpicos oficiales de la historia, que datan de 1896 en Grecia; la música y el deporte han estado en constante relación (Beyer, 2019). En esa ocasión, se hizo el primer cántico del himno olímpico, el cual fue interpretado por nueve bandas y un grupo de 150 voces, en donde participaron miembros de todas las sociedades musicales de Grecia (Villanueva, 2016).

## 2.2 Definición del problema

Actualmente se sabe que las pruebas de esfuerzo son una valoración que nos permiten valorar múltiples respuestas fisiológicas en la persona evaluada. Estas respuestas se pueden ver influenciadas por diversos factores internos como externos, así como con el conocimiento que tenga el evaluado del procedimiento a realizar.

Al momento de realizar una prueba de esfuerzo, nuestros objetivos son hacer que el individuo llegue a su máximo esfuerzo, para posteriormente evaluar las variables de consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardíaca, percepción del esfuerzo y distancia recorrida. Muchos de los individuos no llegan a su máximo esfuerzo, ya sea por falta de estímulos externos, mala aptitud física, problemas clínicos de base o en casos raros presentar alguna lesión/molestia cuando se está realizando la prueba de esfuerzo.

La música es un factor externo que puede modificar las respuestas fisiológicas como son el consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardíaca, la percepción del esfuerzo y la distancia recorrida, por lo tanto, es de importancia valorar el grado de influencia que esta tiene al momento de realizar una prueba de esfuerzo.

### 2.3 Justificación

Actualmente a nivel mundial se encuentran pocos estudios que nos describan los efectos de la música en variables como el consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardíaca, la percepción del esfuerzo y la distancia recorrida en una prueba de esfuerzo, tanto en corredores amateur como en otro grupo de población deportiva.

Por lo tanto, documentar y analizar estas respuestas, nos puede generar resultados que permita dar sustento al uso de música en la preparación diaria de los corredores, así como durante la competencia con el beneficio que esta nos daría.

Agregado a esto, el realizar las pruebas con música del agrado de la persona evaluada, nos puede ayudar a ser más objetivos con los resultados en este tipo de relación música-prueba de esfuerzo.

### 2.4 Hipótesis

#### **Hipótesis 1**

Los corredores amateurs presentarán un aumento en el consumo máximo de oxígeno, disminución en la frecuencia cardíaca, disminución de la percepción del esfuerzo y aumento en la distancia recorrida al realizar la prueba de esfuerzo con música de su agrado en comparación a la prueba de esfuerzo sin música.

#### **Hipótesis 0**

Los corredores amateurs no presentarán un aumento en el consumo de oxígeno, una disminución en la frecuencia cardíaca, disminución de la percepción del esfuerzo y

aumento en la distancia recorrida al realizar la prueba de esfuerzo con música de su agrado en comparación a la prueba de esfuerzo sin música.

## 2.5 Objetivos

### 2.5.1 Objetivos primarios

Analizar los cambios en el consumo máximo de oxígeno en la prueba de esfuerzo en banda: una basal (sin música) y una realizada escuchando música.

Analizar los cambios de la percepción del esfuerzo en la prueba de esfuerzo en banda: una basal (sin música) y una realizada escuchando música.

### 2.5.2 Objetivos secundarios

Analizar los cambios de la frecuencia cardíaca en la prueba de esfuerzo en banda: una basal (sin música) y una realizada escuchando música.

Analizar los cambios en la distancia máxima alcanzada en la prueba de esfuerzo en banda: una basal (sin música) y una realizada escuchando música.

## 2.6 Preguntas de investigación

¿La música de preferencia mejora significativamente el VO<sub>2</sub> máx en comparación con una prueba sin música?

¿Existen diferencias significativas en la percepción del esfuerzo en una prueba de esfuerzo con música en comparación a una sin música?

¿Cambian los valores de la frecuencia cardíaca al realizar una prueba de esfuerzo con música a una sin música?

¿Los corredores alcanzan distancias más largas al realizar una prueba de esfuerzo con música en comparación a una sin música?

### 3 ANTECEDENTES

A día de hoy todos los estudios que han investigado cómo influye el escuchar música durante la práctica deportiva, han coincidido en la capacidad de esta para minimizar la sensación de esfuerzo percibida y fatiga, la ayuda para focalizar la atención del sujeto en el ejercicio que está realizando y disuadir de estímulos externos que puedan alterar su rendimiento. Es de destacar la importancia que tiene el ritmo de la música, ya que hay una predisposición innata del ser humano a sincronizar movimientos con el ritmo de la melodía que se está reproduciendo, por lo que, con un ritmo musical alto, mayor a 100 bpm (beats por minuto) los actos motores se convierten en más eficaces, influyendo por lo tanto en una mejora del rendimiento físico. (Yanguas, 2006).

En uno de los primeros estudios que se realizó con base a esta temática a principios del siglo pasado (McDougal, 1902), se demostró que el ritmo es la principal característica de la música que influye en la ejecución de movimientos, debido a la capacidad que tiene el ser humano de sincronizar sus movimientos deportivos con el ritmo de la música, siendo favorecidos por aquella música que presenta un alto número de beats por minuto. Hasta medio siglo después no se volvieron a hacer investigaciones significantes en este tema; en esta ocasión con (Dillon, 1952) y (Beisman, 1967), los cuales otorgaron a la música un papel de facilitadora en el proceso de aprendizaje o de mejora de nuevas habilidades motoras como correr, saltar, lanzar, atrapar, entre otras (Guillen et al. 2015).

En la década de los setenta se demostró y atribuyó a la música un efecto ergogénico, ya que se pudo demostrar que el sistema nervioso puede atender únicamente a un estímulo externo durante la realización de la práctica deportiva; así como también la música ayudaba a retrasar la aparición de la fatiga durante el ejercicio a través de la estimulación del sistema nervioso central con la consecuente liberación de sustancias químicas que generan un estado confort (Lucaccini et al. 1972).

Años después (Copeland et al. 1991) analizaron los efectos que presentan diversos tipos de música sobre el rendimiento físico. Para ello, seleccionaron a 24 jóvenes sanos, distribuidos aleatoriamente en tres grupos de 8 individuos cada uno, a los que se les realizó una prueba de esfuerzo en una banda sin fin hasta presentar un nivel de fatiga que los obligara a detener el ejercicio. El grupo 1 estuvo acompañado de música de alta intensidad (75-85 dB) y de ritmo rápido (140 bpm), la música del grupo 2 baja de intensidad (60-70 dB) y de ritmo más lento (100 bpm), y el grupo 3 es un grupo control sin música. Durante el estudio se analizaron variables como la frecuencia cardíaca, la sensación de esfuerzo percibido a través de la escala de Borg y el tiempo de duración hasta la aparición de la fatiga. Los resultados obtenidos mostraron que en el grupo 2 la frecuencia cardíaca y la percepción del esfuerzo percibido eran menores que en el grupo 1 y 3; además se demostró que los grupos de estudio 1 y 2 presentaron una distancia recorrida mayor en comparación con el grupo 3.

En otro estudio realizado en España, en donde se comparó el efecto de la música en el rendimiento físico, el esfuerzo percibido y la motivación, no encontró diferencias significativas entre el ejercicio realizado con música y sin música. Cabe resaltar que aquí los participantes no seleccionaron la música que se escucharía durante la prueba, ya que esta fue seleccionada por los investigadores (Guillen et al. 2015).



Se llevó a cabo un estudio por Aburto y Aragón (2017) sobre el ritmo de la música y la relación que este presentaba con el ejercicio físico en una prueba en cicloergómetro de piernas. Los participantes seleccionaron su música preferida la cual debía estar en un rango de repeticiones entre 120-140 bpm. Se demostró que el efecto de relación música-ejercicio físico solamente fue significativo cuando la música tenía repeticiones de 140 bpm, pero no se lograron encontrar diferencias a 120 bpm.

En el estudio de (Carrasco, 2016), afirma que en las sesiones en las que se desarrollaron los test escuchando canciones con tempo musical superior a  $>100$  ppm se lograron puntuaciones inferiores en el esfuerzo percibido, contrario a cuando las piezas musicales tenían un tempo musical inferior a  $<100$  ppm. Este estudio respalda el conocimiento que el tempo musical de las canciones tiene una fuerte relación en la percepción de esfuerzo percibido por el individuo cuando este supera los 100 ppm. Queda por demostrar si esta variación también se presenta con diferentes estilos de música y con mayores o menores decibeles.

En 2020 se realizó un estudio en Brasil en donde se comparaban pruebas de esfuerzo realizada con música y sin música de preferencia, en 20 sujetos activos que tuvieran mínimo 2 años de experiencia con ejercicios de carrera semanal, con un protocolo que iniciaba la carrera a 7 km/hora e incrementaba 1 km/hora cada 3 minutos. Se midieron las variables de lactato, frecuencia cardíaca, esfuerzo percibido y tiempo total de esfuerzo antes y después del umbral de intensidad anaeróbica. Se demostraron cambios en los niveles de lactato, frecuencia cardíaca, esfuerzo percibido y tiempo total de esfuerzo, principalmente en el grupo poblacional femenino una vez superado el umbral de intensidad anaeróbica (Rasteiro et al. 2020).

En 2023 se realizó un estudio en donde 40 atletas universitarios se monitorizaron sus entrenamientos por 5 semanas. Las primeras 4 semanas el entrenamiento lo realizaban escuchando música y la última semana realizaron el entrenamiento sin música. Al finalizar el entrenamiento se les preguntaba la intensidad subjetiva del ejercicio y su desempeño. La música tenía que ser seleccionada de uno de los siguientes géneros musicales: country, rock, pop y rap.

El objetivo fue ver si la música generaba cambios en el entrenamiento y además observar qué tipo de música presentaba mayores cambios.

Los resultados mostraron que el rap y el pop impactaron más en la resistencia y rendimiento de los atletas, mientras que el rock y el country lo hicieron de menor forma, aunque fue mayor que sin música.

Fue notorio observar que los atletas presentaron mejor rendimiento con cualquier tipo de música que con ninguno (Parnell et al. 2023).

## 4 MATERIALES Y METODOS

### 4.1 Características del estudio

#### 4.1.1 Diseño de estudio:

- Estudio cuasiexperimental (prospectivo). Diseño cuasiexperimental prospectivo de tipo cruzado con análisis complementarios de asociación.

#### 4.1.2 Lugar o sitio del estudio

- Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

#### 4.1.3 Universo de trabajo (población de estudio)

- Se reclutarán como mínimo 23 corredores amateurs entre 18-60 años que pertenezcan a un grupo de corredores en algún municipio de la zona metropolitana de Nuevo León.

#### 4.1.4 Criterios de inclusión

- Corredores que cumplan con la definición de “corredor amateur competitivo”.
- Pertenecer a un grupo de corredores de la zona metropolitana de Nuevo León.
- Rango de edad de 18-60 años.
- Corredores aparentemente sanos o sin diagnósticos médicos de enfermedades crónico-degenerativas.

#### 4.1.5 Criterios de exclusión

- No cumplir con la definición de “corredor amateur competitivo”.
- No pertenecer a un grupo de corredores de la zona metropolitana de Nuevo León.
- No cumplir con el rango de edad de 18-60 años.
- Corredores con cardiopatías, neumopatías, nefropatías o alguna enfermedad crónicodegenerativa.

#### 4.2 Descripción de la metodología

Se conseguirá a un grupo de corredores amateur de la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León, no tendrá un límite mínimo de experiencia de los corredores. Se les pedirá de manera individual que seleccionen/creen una lista de reproducción con música de su

agrado, la cual será entregada al evaluador quien la reproducirá en una bocina portátil el día de la prueba con música.

Se realizará una primera visita al departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación en el Hospital Universitario de Monterrey con duración de 1 hora, en donde se les dará el consentimiento informado el cual firmarán en caso de estar de acuerdo con los procedimientos a realizar, en presencia de 2 testigos. Posterior a esto, se someterá a una prueba de esfuerzo con o sin música (selección aleatoria) con protocolo de Kindermann a nuestra población de corredores. Este consiste en una prueba escalonada, con mesetas, aeróbica máxima, incremental. Consiste en iniciar a 6 km/h con una inclinación del 5% que se mantiene constante durante toda la prueba, compuesta por etapas de 3 minutos continuos en trote sobre la cinta rodante, alternando con periodos de descanso de 30 segundos con parada total del trote. Se realizan incrementos de velocidad de 2 km/h al avanzar cada etapa durante el periodo de descanso, con el consiguiente reingreso del paciente a la nueva velocidad establecida. La prueba finaliza eventualmente hasta la fatiga del paciente, dolor torácico, de miembros pélvicos o por incapacidad de mantener el ritmo de la velocidad a la que se encuentra en ese momento (Kindermann et al., 1980).

A la semana de haber realizado la primera prueba de esfuerzo, se realizará una segunda prueba de esfuerzo siguiendo el mismo protocolo. La segunda prueba será contraria a la realizada en la primera visita (si realizó previamente con música, en esta ocasión será sin música y viceversa).

La música se les reproducirá en una bocina colocada a un costado de la banda sinfín. Se utilizará la misma bocina en todos los corredores.

30 minutos previos a la prueba se les limitará el escuchar música de su preferencia ya sea en auriculares o en bocina, esto con el objetivo de evitar influencia previa de la música.

Se les pedirá que durante esta semana de espacio entre las pruebas no modifiquen sus variables de entrenamiento ni consuman productos que puedan alterar los resultados de la segunda prueba. En caso de tener alguna enfermedad/lesión en este periodo, se eliminará al sujeto del estudio.

Se les pedirá que previo a la realización de cada prueba tengan un descanso mínimo de 48 horas, esto con el objetivo de controlar factores externos que puedan alterar los resultados. No se limitará la hidratación previa a la prueba; una vez iniciada la prueba no se podrán hidratar hasta el termino de esta.

Es importante que la segunda prueba se realice una semana después que la primera, ya que si la realizamos antes los resultados pueden estar influenciados por fatiga física o mental del paciente; al contrario, si la realizamos pasada una semana los resultados se pueden ver influenciados por cambios de hábitos nutricionales del paciente, cambios en su metodología del entrenamiento o somos más propensos a que surja algún tipo de inconveniente.

Al término de la primera prueba de esfuerzo, no se le darán los resultados al corredor, esto con el objetivo de evitar que el participante sepa hasta que etapa llegó o qué distancia recorrió y a la prueba subsecuente esto nos puede sesgar los resultados, ya que se podrían centrar más en superar los resultados de la primera prueba y no tanto en realizar la segunda prueba y que los resultados sean independientes de los obtenidos en la prima evaluación.

Los resultados se les entregarán hasta el término de la segunda prueba, haciéndose un resumen de los resultados y comparando la primera prueba con la segunda.

En caso de detectarse alguna anomalía durante su monitorización cardíaca al realizar la prueba de esfuerzo, se le brindará la orientación pertinente al sujeto de investigación para una adecuada valoración por médico especialista.

Las variables por medir serán: consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardíaca, esfuerzo percibido por la escala de Borg y la distancia total recorrida; haciéndose una comparación de los resultados obtenidos entre la prueba de esfuerzo basal y la prueba de esfuerzo con música.

Para la determinación del consumo máximo de oxígeno absoluto y el relativo se utilizará la fórmula de Pugh:  $VO_2 \text{ máx} = \text{velocidad máxima (km/h)} \times 3.656 - 3.99$  (Pugh, 1970). Esta fórmula nos realiza la estimación de forma indirecta, lo que no ayudará tener resultados exactos del  $VO_2 \text{ máx}$ , ya que no toma en cuenta variables como la edad, el peso, la distancia total alcanzada, entre otras. Se debe tener en cuenta esta limitación para en estudios futuros hacer el análisis con espirometría.

#### 4.3 Consideraciones éticas

De acuerdo al reglamento de la ley general de salud en material de investigación para la salud, artículo 17 fracción II se considera como un estudio con riesgo mínimo ya que se utilizarán procedimientos como toma de electrocardiogramas, realizar ejercicio moderado en voluntarios sanos. Sin embargo, para mantener la confidencialidad de los sujetos de estudio solo tendrán acceso a la base de datos las personas involucradas en el proyecto las cuales se encuentran señaladas en el grupo de trabajo. Los sujetos de estudio serán identificados por su número de registro en la base de datos. Datos sensibles de los sujetos

de estudio no serán publicados en ningún trabajo de publicación relacionado a este proyecto.

Será aprobado por los comités de Ética de Investigación y de Investigación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”.

#### 4.4 Plan de análisis estadístico

En la estadística descriptiva se reportarán frecuencias y porcentajes para variables categóricas. Para las variables cuantitativas se reportarán medidas de tendencia central y dispersión (media/mediana; desviación estándar/rango intercuartil).

En la estadística inferencial se evaluará la distribución de la muestra por medio de la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Se compararán variables categóricas por medio de la prueba de Chi cuadrado de Pearson o test exacto de Fisher. Para comparar grupos independientes se utilizarán las pruebas de T-student y/o U de Mann Whitney. Se utilizarán los coeficientes de correlación de Pearson y Spearman para identificar el grado de asociación entre variables continuas.

Se considerará un valor de  $P < 0.05$  y un intervalo de confianza al 95% como estadísticamente significativo. Se utilizará el paquete estadístico SPSS versión 25.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Muestra y datos de los sujetos

Se analizaron un total de 23 sujetos con una edad media de 30.87 años (DE 6.3) con un peso medio de 74.87kg (DE 9.92), una talla media de 1.72m (DE 0.7) y un IMC medio de 25.11 kg/m<sup>2</sup> (DE 1.97).

Los sujetos en promedio tenían 12-18 meses de experiencia practicando carrera, a excepción de 2 sujetos que tenían aproximadamente 4-5 años.

Los 23 sujetos tenían entrenamientos similares: corrían de 5-6 veces por semana, alcanzando 50-60 kilómetros corridos a la semana.

No hubo pérdidas de los sujetos, los mismos 23 que iniciaron el estudio fueron los 23 que lo terminaron.

### 5.2 Prueba de esfuerzo sin música

Durante la realización de la prueba de esfuerzo se encontró que los valores de frecuencia cardiaca alcanzados fueron de 105 lpm (RIC 100 – 111) a los 6 minutos, 139 lpm (RIC 136 – 151) a los 8 minutos, 164 lpm (DE 7.8) a los 10 minutos, 179 lpm (DE 7.0) a los 12 minutos, 185 lpm (DE 7.6) a los 14 minutos.

En la recuperación se obtuvieron una frecuencia cardiaca media de 140 lpm (DE 8.4) al minuto, 104 lpm (DE 8.5) a los 3 minutos y una mediana de 82 lpm (RIC 76 – 87) a los 5 minutos.

En la percepción de esfuerzo realizado se encontraron puntajes medianos de 8 puntos (RIC 8 – 9) en la escala de Borg a los 6 minutos, 12 puntos (RIC 10 – 13) a los 8 minutos, 15



puntos (RIC 14 – 16) a los 10 minutos, 18 puntos (RIC 17 – 20) a los 12 minutos y 20 puntos (RIC 19 – 20) a los 14 minutos.

El consumo de oxígeno medio fue de 49.85 (DE 4.56) y la distancia total media realizada durante la prueba fue de 2.06 km (DE 0.44)

### 5.3 Prueba de esfuerzo con música

Durante la realización de la prueba de esfuerzo se encontró que los valores de frecuencia cardíaca alcanzados fueron de 102 lpm (RIC 100 – 110) a los 6 minutos, 136 lpm (RIC 134 – 146) a los 8 minutos, 162 lpm (RIC 156 – 162) a los 10 minutos, 179 lpm (DE 7.8) a los 12 minutos, 185 lpm (DE 5.8) a los 14 minutos y 191 lpm (DE 8.0) a los 16 minutos.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las frecuencias cardíacas máximas alcanzadas a los 6 minutos ( $p=0.002$ ), 8 minutos ( $p=0.001$ ) y a los 10 minutos ( $p=0.015$ ).

En la recuperación se obtuvieron una frecuencia cardíaca media de 141 lpm (DE 10.0) al minuto, una frecuencia cardíaca mediana de 104 lpm (RIC 98 – 110) a los 3 minutos y de 80 lpm (RIC 75 – 85) a los 5 minutos.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las frecuencias cardíacas en la recuperación a los 5 minutos ( $p=0.007$ )

En la percepción de esfuerzo realizado se encontraron puntajes medianos de 8 puntos (RIC 7 – 8) en la escala de Borg a los 6 minutos, una media de 10.74 puntos (DE 1.76) a los 8 minutos, 13.91 puntos (DE 1.78) a los 10 minutos, 17.13 puntos (DE 2.0) a los 12 minutos y una mediana de 20 puntos (RIC 20 – 20) a los 14 minutos.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la percepción de esfuerzo a

los 6 minutos ( $p < 0.001$ ), 8 minutos ( $p = 0.001$ ), 10 minutos ( $p < 0.001$ ) y 12 minutos ( $p < 0.001$ ).

El consumo de oxígeno medio fue de 51.03 (DE 4.54) y la distancia total media realizada durante la prueba fue de 2.18 km (DE 0.44).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los consumos de oxígeno ( $p < 0.001$ ) y las distancias alcanzadas ( $p < 0.001$ ).

Con los hallazgos obtenidos podemos respaldar los hallazgos encontrados en estudios previos, Se obtuvo una mejora en los valores del VO<sub>2</sub> máx, una disminución en los valores de la FC, de la PE, así como una mayor DT recorrida.

En los estudios analizados no se describen específicamente los resultados por cada etapa de la prueba de esfuerzo como lo hicimos nosotros, ellos lo hacen de forma global al término de la prueba de esfuerzo, por lo que es difícil comparar si otros estudios los cambios también fueron mayores en las etapas iniciales tales como fue en nuestra investigación y que en etapas finales los cambios que produce la música no fueran tan evidentes.

Al momento de realizar las pruebas de esfuerzo, en la primera visita en la valoración de la tensión arterial en reposo uno de los corredores presentó cifras prehipertensivas (130/85) la cual no contraindicaba el ser incluido en el estudio. En la segunda visita el mismo corredor presentó cifras hipertensivas (140/90), concluyó el estudio sin inconvenientes.

Al momento de la entrega de los resultados, se le sugirió e indicó que tenía que ser evaluado y se le diera seguimiento por un médico especialista.

Tabla 1. Resultados pruebas de esfuerzo

	Prueba de esfuerzo sin música	Prueba de esfuerzo con música	p-valor
<b>Frecuencia cardíaca máxima</b>			
<b>6 minutos</b>	105 (100 – 111)	102 (100 – 110)	0.002
<b>8 minutos</b>	139 (136 – 151)	136 (134 – 146)	0.001
<b>10 minutos</b>	164 (7.8)	162 (156 – 162)	0.015
<b>12 minutos</b>	179 (7.0)	179 (7.8)	0.345
<b>14 minutos</b>	185 (7.6)	185 (5.8)	0.506
<b>Frecuencia cardíaca recuperación</b>			
<b>1 minuto</b>	140 (8.4)	141 (10.0)	0.499
<b>3 minutos</b>	104 (8.5)	104 (98 – 110)	0.707
<b>5 minutos</b>	82 (76 – 87)	80 (75 – 85)	0.007
<b>Esfuerzo percibido</b>			
<b>6 minutos</b>	8.0 (8.0 – 9.0)	8.0 (7.0 – 8.0)	<0.001
<b>8 minutos</b>	12.0 (10.0 – 13.0)	10.74 (1.76)	0.001
<b>10 minutos</b>	15.0 (14.0 – 16.0)	13.91 (1.78)	<0.001
<b>12 minutos</b>	18.0 (17.0 – 20.0)	17.13 (2.0)	<0.001
<b>14 minutos</b>	20.0 (19.0 – 20.0)	20.0 (20.0 – 20.0)	0.180
<b>Consumo de oxígeno</b>	49.85 (4.56)	51.03 (4.54)	<0.001
<b>Distancia total</b>	2.06 (0.44)	2.18 (0.44)	<0.001

Resultados presentados en media (DE)/ mediana (RIC)

#### 5.4 Análisis estadístico

En la estadística descriptiva se reportaron medidas de tendencia central y dispersión (media/mediana; desviación estándar [DE]/rango intercuartil [RIC]) para variables numéricas.

En la estadística inferencial se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la distribución de la muestra. Para comparar variables numéricas dependientes se utilizaron

las pruebas de T-Student para muestras relacionadas y la prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Se tomaron valores de  $p \leq 0.05$  y un intervalo de confianza del 95% como estadísticamente significativo. Se utilizó el paquete estadístico IBM Corp. SPSS 29 para la realización del análisis.

## 6 DISCUSION

El objetivo principal de este estudio fue ver el comportamiento que presentan las variables analizadas (VO<sub>2</sub> máx, FC, PE, DT) durante las pruebas de esfuerzo al realizar una prueba en banda sin fin escuchando música del agrado del corredor y una realizada sin escuchar música, esto con el fin de objetivar si el escuchar música seleccionada por la persona que realiza el ejercicio ayuda a tener mejores resultados en las variables que se analizan y por lo tanto un mayor rendimiento físico al realizar ejercicio de carrera.

Entre los datos obtenidos, podemos ver que el consumo de oxígeno fue significativamente más alto en las pruebas de esfuerzo realizadas con música, esto se encuentra en relación a la distancia total alcanzada que también fue mayor en las pruebas de esfuerzo con música, respaldando 2 de las hipótesis de los objetivos primarios y secundarios del estudio.

Cabe destacar que el cálculo del consumo de oxígeno fue de manera indirecta con la fórmula de Pugh, como se menciona previamente con las limitaciones que conlleva el uso de esta fórmula.

La FC presentó valores inferiores significativos en la prueba de esfuerzo con música en comparación con la prueba sin música, siendo mayor en las primeras etapas de la prueba. Esto puede ser entendido que en las primeras etapas la música provoca un mayor estado de confort, perdiéndose su efecto a nivel de la FC en niveles con necesidad de un esfuerzo físico mayor.

Así mismo, en los minutos de recuperación a los 1 y 3 minutos las diferencias fueron mínimas, presentando una significancia a los 5 minutos en favor de la prueba de esfuerzo sin música, cuando el paciente ya se encuentra con suficiente tiempo de descanso y sus variables fisiológicas vuelven lo más cercano a su estado basal.

La PE medida con la escala de Borg presentó menores niveles en la prueba de esfuerzo con música en las primeras 4 etapas de la prueba (6, 8, 10 y 12 km/hr), igualándose en la etapa de los 14 km/hr. Este hecho se explica ya que en la etapa de los 14 km/hr la mayoría de los participantes perciben el nivel máximo de esfuerzo, siendo el motivo de detención de la prueba, por lo que aquí el nivel de variación es nulo.

Con los resultados obtenidos, podemos ver que la música seleccionada por los participantes del estudio presentó su mayor influencia en las primeras 3-4 etapas (6, 8, 10, 12 km/hr) de la prueba de esfuerzo en la FC y la PE, que son las etapas donde los participantes comienzan a acostumbrarse a estar arriba de la banda sin fin y en donde las variables fisiológicas medidas todavía no están cercanas a su nivel máximo esperado para las características del sujeto. En etapas donde estas variables están llegando a su nivel máximo (12, 14 km/hr), la música va perdiendo influencia en el corredor, ya que el sujeto se enfoca en mantenerse arriba de la banda y pierde el estímulo externo proporcionado por la música.

A nivel de la distancia total alcanzada la música presenta beneficios en la prueba con música, ya que el mayor estado de confort que se presentan en las primeras etapas de la prueba hace que el corredor llegue menos fatigado a las etapas posteriores y por consiguiente su duración de la prueba sea mayor, dando como resultado una mayor distancia recorrida y un mayor consumo máximo de oxígeno.

De las 46 pruebas realizadas en los 23 sujetos evaluados, en 40 de las pruebas el motivo de suspensión de la prueba fue que los corredores presentaron fatiga de miembros pélvicos, 5 fue por disnea asociada al esfuerzo y 1 por presentar dolor en la región plantar del pie derecho, que cedió al estar en reposo.

Ninguno presentó anomalías en el registro electrocardiográfico, así como tampoco ninguna prueba tuvo que ser suspendida por algún dato clínico de alarma.

Al momento de analizar si las pruebas realizadas presentaron criterios de maximalidad, que en nuestro estudio fueron tomados los siguientes:

- % FC máx >95% o diferencia de <2 latidos en la última etapa
- Percepción del esfuerzo en la escala de Borg >18

nos dimos cuenta que de las 46 pruebas hechas todas al menos cumplían una de estas características, en 41 pruebas se presentaron los 2 criterios y en 5 solo uno, que en todos los casos fue el Borg >18.

El resto de los criterios de maximalidad descritos en el inicio de este trabajo (meseta VO<sub>2</sub>, niveles de lactato, coeficiente respiratorio) no fueron tomados en cuenta ya que nuestro trabajo no midió este tipo de variables.

Es de destacar, que las hipótesis verdadera planteadas se pueden respaldar con los resultados obtenidos, justificando el haber realizado este tipo de estudio novedoso en nuestro hospital y con el tipo de población realizado.

Otro aspecto importante que no era objetivo de este estudio, pero que resulta de gran interés es describir que, de los 23 sujetos analizados con una media de 30 años, llama la atención que el IMC medio fue de 25.11 kg/m<sup>2</sup>, ya que esto los cataloga dentro de la categoría de sobrepeso según la OMS. La mayoría de los participantes en el estudio (21 sujetos) tenían en promedio 12-15 meses de haber iniciado a entrenar de forma más regular (3-5 veces por semana) y realizaban carreras de competencia cada 3-4 meses. Los otros 2 sujetos eran corredores con 4-5 años de experiencia, entrenamiento 6 veces a la semana y carreras de

competencia cada 2-3 meses. Esto puede explicar por qué varios de los participantes estuvieron con un IMC encima del valor esperado.

En el análisis del tipo de música, la mayoría de los corredores eligió música de tipo electrónica o rock en inglés, siendo un dato extra que puede resultar de interés para estudios en un futuro.

### 6.1 Aplicación práctica

Resulta de importancia el recomendar el uso de música del agrado de los corredores en sesiones de ejercicio en donde se mantendrá la intensidad en un nivel leve-moderado, ya que en nuestro estudio se demostró que en estas etapas es en donde la música tiene mayores efectos sobre el corredor.

Otro de las recomendaciones que se hace, es que en competencias o en entrenamientos en donde la intensidad será alta, se puede utilizar música en etapas iniciales para ayudar al corredor a estar en un mayor estado de confort y presentar menos fatiga; se hace la observación que en etapas avanzadas donde la intensidad es alta la música parece no presentar gran ayuda para el participante.



## 7 LIMITACIONES

Dentro de los problemas que se presentaron, fue el hacer el análisis del consumo de oxígeno de manera indirecta con fórmula y no de forma directa con una espirometría, ya que esto puede sub/sobre estimar los valores reales del consumo de oxígeno.

Otro problema es que, al realizar el estudio de este tipo, no se pueden medir los 5 criterios de maximalidad descritos inicialmente, ya que para 2 de ellos (meseta de VO<sub>2</sub> y cociente respiratorio) se necesita realizar las pruebas con máscara de gases y para el otro criterio (lactato) se necesitan tomas de muestras de sangre.

Otro aspecto que se pudo mejorar es conseguir una muestra de corredores que tuvieran mayor tiempo practicando este tipo de deporte, ya que probablemente su rendimiento durante la prueba hubiese sido mayor y por lo tanto haber tenido más cantidad de datos para ser analizados, haciendo que el estudio fuese más completo.

Al momento de hacer un análisis de la música seleccionada por los corredores, nos podemos dar cuenta que la mayoría eligió música de tipo electrónica o rock en inglés. En este tipo de música los pulsos por minuto son en promedio >130, lo que limita saber si con música con pulsos por minuto más bajo también se presenten este tipo de resultados.

## 8 FORTALEZAS

Una de las fortalezas fue el haber sido claro con los participantes en la primera visita y todos entendieron muy bien la metodología, presentándose con su lista de música ya creada, música seleccionada por ellos y que se pudo escuchar correctamente durante la prueba de esfuerzo.

Los 23 sujetos iniciales tuvieron seguimiento a la semana, no se presentó ninguna pérdida de sujeto.

Otro aspecto importante es que la prueba se realizó con equipo de alta calidad, en óptimas condiciones de funcionamiento y bajo un ambiente hospitalario, haciendo fácil la vigilancia y el actuar de forma rápida de haberse presentado algún incidente, cosa que no fue necesaria.

Al ser todos participantes del mismo grupo de corredores, la muestra es bastante homogénea en cuenta a las características de ellos y también en la distancia total recorrida durante las pruebas de esfuerzo. A excepción de 2 corredores que su nivel era superior al resto ya que tenían mayores años de experiencia practicando ejercicio de carrera.

Al realizar la búsqueda previa de bibliografía, es el primer estudio de estas características que se realiza en México, aumentando la importancia de hacer este tipo de investigación.

## 9 CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos, atendiendo a las características de los participantes, en este estudio podemos concluir que se demostró un valor significativo en las variables medidas (VO<sub>2</sub> máx, FC, PE y DT) al realizar la prueba de esfuerzo con música seleccionada por el propio participante en comparación con la prueba realizada sin música.

Los resultados fueron más notables en las primeras 4 etapas de la prueba, desapareciendo en las etapas posteriores.

Los resultados obtenidos en este estudio nos demuestra que el realizar ejercicio tipo carrera escuchando música de agrado para el corredor nos puede estimular a tener un mayor rendimiento físico.

Nuestros hallazgos son preliminares y abre la puerta a demostrar si los resultados obtenidos en la banda sin fin son equiparables a realizar el ejercicio con música en pistas al aire libre, techadas, en montaña o cualquier otro lugar que no sea un laboratorio de pruebas de esfuerzo.

A los profesionales de la salud que se especializan en la prescripción de ejercicio y en realizar pruebas de esfuerzo, el uso de música durante las pruebas nos ayuda a tener resultados favorables en las variables obtenidas. Se incita que al momento de realizar la prescripción de ejercicio del individuo, se le sugiera que realice el ejercicio escuchando música de su agrado, esto le ayudará a cumplir con las recomendaciones dadas y se obtendrán mejores resultados para en su rendimiento físico a futuro.

## 10 FUTURAS INVESTIGACIONES

Por un lado, con vistas a futuras investigaciones se propone la utilización de diferentes tipos de música, en donde los gustos musicales sean más variados, lo que hará que haya mayor variedad en los estilos musicales, así como en los beats por minuto que tiene cada tipo de música.

Se sugiere realizar estudios comparativos entre los distintos tipos de corredores, desde los elite hasta los corredores ocasionales, esto con el objetivo de ver si en estos grupos de participantes los hallazgos son similares o existe alguna diferencia que pueda estar dada por la experiencia de los participantes y su capacidad física.

Se sugieren estudios con deportistas practiquen otros tipos de deporte (ejemplo natación, ciclismo, etc.) para ver si los resultados que obtuvimos con este tipo de deportistas se puede presentar en otros.

También consideramos interesante realizar estudios en poblaciones de determinadas edades (ejemplo tercera edad, niños de corta edad...) para establecer en qué medida la preferencia por un tipo de música puede ser más o menos determinante en la adherencia al ejercicio.

## 10 BIBLIOGRAFIA

1. Aburto, J., Aragón, L. (2017). Refinando el tempo de la música para un efecto ergogénico durante el ejercicio de ciclismo estacionario. *Pensar en Movimiento. Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 15(2), 13-25.
2. Alvero Cruz, J.R. (2005). Pruebas de campo para la prevención de riesgos en el deporte. *Junta Andaluz del deporte. Vol. 1.*
3. Apunte de cátedra, Ciclo lectivo. (2017). *Atletismo. Periodismo deportivo III.*
4. Arós, F., Boraita, A., Alegría, E., Alonso, Á.M., Bardají, A., Lamiel, R., et al. (2000). Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo. *Revista Española de Cardiología*. 53(8):1063–94.
5. Astrand, P.O. (1960). Aerobic work capacity in men and woman with specialreference to age. *Acta Physiol Scand* 49, (supl 169).
6. Bacon, C., Myers, T., Karageorghis, C. (2012). Efecto de la sincronización de movimiento de música en el consumo de oxígeno en el ejercicio. *J. Deportivo Med. El físico. Apto*;52:359.
7. Ballmann, C.G., Maynard, D.J., Lafoon, Z.N., Marshall, M.R., Williams, T.D., Rogers, R.R. (2019). Efectos de la escucha preférea de la música preferenpuesta versus no preferentes en la interpretación de prueba anagerada de Wingate *Anaerobic Test. Deportes*;7:185.
8. Bassett, D.R., J.R., Howley, E.T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*. 32:70-84.

9. Beisman, A. (1967). Effect of rhythmic accompaniment upon learning of fundamental motor skills. *Research Quarterly*, 38, 172-176.
10. Beyer, F. (2019). Panorama general de la música y el deporte en la Grecia Antigua. Unidades de Apoyo para el Aprendizaje. CUAED/Facultad de Música-UNAM.
11. Borg, E., Kaijser, L. (2006). A comparison between three rating scales for perceived exertion and two different work tests. *Scand J Med Sci Sports*. 16:57-69.
12. Bouzas, J.C., Ottoline, N.M., y Delgado, M. (2010). Aplicaciones de la frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 45(168), 251-258.
13. Bravo, J., Pascua, M., Gil, F., Ballesteros, J.M. y Campra, E. (1990). Atletismo (I). Carreras y marcha. Madrid: Comité Olímpico Español.
14. Carrasco, A. (2016). La influencia de la música y el ejercicio físico en la preparación física y psicológica. *Emotion. Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, (6), 3-18.
15. Casajús, J.A., Piedrafita, E., Aragonés, M.T (2009). Criterios de maximalidad en pruebas de esfuerzo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 9 (35) pp. 217-231.
16. Copeland, B., Franks, D. (1991) Effects of types and intensities of background music on treadmill endurance. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 31, 100-103.
17. Coquart, J., Legrand, R., Robin, S., Duhamel, A., Matran, R., Garcin, M. (2009). Influence of successive bouts of fatiguing exercise on perceptual and physiological markers during an incremental exercise test. *Psychophysiology*. 46:209-216.
18. Dillon, E. (1952). A study of the use of music as an aid in teaching swimming. *Research Quarterly*, 23, 1-8.

19. Faulkner, J., Parfitt, G., Eston, R. (2007). Prediction of maximal oxygen uptake from the ratings of perceived exertion and heart rate during a perceptually regulated sub-maximal exercise test in active and sedentary participants. *EurJ Appl Physiol.* 101:397-407.
20. Gellish, R.L., Goslin, B.R., Olson, R.E., McDonald, A., Russi, G.D., Moudgil, V.K. (2007). Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 39(5), 822-829.
21. Gómez, A., Valero, A. (2013). El atletismo desde una perspectiva pedagógica. *Revista digital acción motriz.* Vol. 11 (2).
22. González, J. (1999). *El sentido de la obra musical y literaria.* Barcelona: Universidad de Murcia.
23. Griffin, B.P. (2019). *Manual of Cardiovascular Medicine.* 5ta edición. Lippincott Williams & Wilkins.
24. Guillén, F., Ruiz, Z. (2015). Influence of Music on Physical Performance, Perceived Exertion and Motivation. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol.15 (60) pp. 701-717.
25. Hill, A.V., Lupton, H. (1923). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Q J Med* 16: 135-171.
26. Jauset, J. (2008). *Música y Neurociencia: la musicoterapia sus fundamentos, efectos y aplicaciones terapéuticas.* Barcelona: Editorial UOC.
27. Kindermann, W., Schramm, M., Keul, J. (1980). Aerobic Performance Diagnostics with Different Experimental Settings. *International Journal of Sports Medicine,* 01(03), 110–114.

28. Lucaccini, L.F., Kreit, L.H. (1972). Music. En W. P. Morgan (Ed.), Ergogenic aids and muscular performance (pp. 240-245). New York: Academic Press.
29. MacDougal, R. (1902). The relation of auditory rhythm to nervous discharge. *Psychological Review*, 15(40), 460-480.
30. Machado, F.A., Denadai, B.S. (2011). Validez de las ecuaciones predictivas de la frecuencia cardíaca máxima para niños y adolescentes. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 97(2), 136-140.
31. Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. (2021). Wolter Kluwer. 4ta edición.
32. Marins, J., Delgado, M. (2007). Empleo de ecuaciones para predecir la frecuencia cardíaca máxima en carrera para jóvenes deportistas. *Archivos de Medicina del Deporte*. 29(18):112-120.
33. McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L. (2010). *Exercise physiology*. 7ma. Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins.
34. Midgley, A., McNaughton, L.R., Polman, R., Marchant, D. (2007). Criteria for Determination of Maximal Uptake. A brief critique and recommendations for the future research. *Sports Med* 37 (12): 1019-1028.
35. Mosquera, I. (2013). Influencia de la música en las emociones. *Realitas, Revista de Ciencias Sociales, Humanas y Artes*, 1(2), 34-38.
36. Noble, B., Robertson, R. (1996). *Perceived exertion*. Champaign, ILL: Human Kinetics.
37. Olivera, J. (2003). 1169 ejercicios y juegos de Atletismo. Vol. I. Barcelona: Paidotribo.



38. Ortín, F.J., Fajardo, J., García de Alcaráz, A. (2018). Influencia de la música y la compañía sobre la percepción del esfuerzo y el estado de ánimo en corredores amateur. *Cuadernos de psicología del deporte*, 18(2), 110-124.
39. Parnell, M., Thompson, K., King, M., Pitts, M., White, R., Hyder, J. (2023). Different genres of music affect an athlete's performance and endurance. *Scupstate Research Symposium*.
40. Pollock, M.L., Jackson, A.S., Foster, C. (1986). The use of the perception scale for exercise prescription. In: *The Perception of Exertion in Physical Work*, G. Borg and D. Ottoson (Eds.). London: MacMillan. Pp. 161-176.
41. Poole, D.C., Wilkerson, D.P., Jones, A.M. (2008). Validity of criteria for establishing maximal O<sub>2</sub> uptake during ramp exercise tests. *Eur J Appl Physiol*. 102:403–410.
42. Portuguez, P., Aragón, L.F. (2023). Las ecuaciones predictoras de frecuencia cardiaca máxima no superan prueba clave de validación externa. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 21(2).
43. Povea, C. E., Cabrera, A. (2018). Utilidad práctica de la monitorización de la frecuencia cardiaca durante el ejercicio. *Revista Colombiana de Cardiología*, 25(3), 169-173.
44. Pugh, L.G.C.E. (1970). Oxygen intake in track and treadmill running with observations on the effect of air resistance. *The Journal of Physiology*, 207(3), 823–835.
45. Rasteiro, F.M., Messias, L.H.D., Scariot, P.P.M., Cruz, J.P., Cetein, R.L., Gobatto, C.A., et al. (2020). Effects of preferred music on physiological responses, perceived

- exertion, and anaerobic threshold determination in an incremental running test on both sexes. PLoS ONE 15(8): e0237310.
46. Reglamento de competición técnico. (2020). World Athletics. Edición.
  47. Riebe, D., Ehrman, K.J., Liguori, G., Magal, M. (2017). ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Vol 35 (Tenth Edit). Wolters Kluwer.
  48. Suárez, D., Del Valle, M. (2019). Borg Scale and Intensity in Running and Specific Tennis Training. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 19 (75) pp. 399-413.
  49. Tanaka, H., Monahan, K.D., Seals, D.R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. Journal of the American College of Cardiology, 37(1), 153-156.
  50. Terry, P.C., Karageorghis, C.I., Curran, M.L., Martin, O.V., Parsons Smith, R.L. (2020). Efectos de la música en el ejercicio y el deporte: Una revisión meta-analítica. Psicol. Bull;146:91.
  51. Úbeda, V. (2019). Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.
  52. Vilcant, V., Zeltser, R. (2022). Treadmill stress testing. National Library of Medicine.
  53. Villanueva, Beto. (2016). La historia de la música en los juegos olímpicos: el himno olímpico. 2016, de entératedf.com
  54. Weston, M., Bird, S., Helsen, W., Nevill, A., Castagna, C. (2006). The effect of match standard and referee experience on the objective and subjective match workload of English Premier League referees. J SciMed Sport. 9:256-262.
  55. Wilmore, J.H., Costill, D.L. (2004). Physiology of sport and exercise. 3rd edition. Human Kinetics, Champaign IL. p. 271-304.

56. Yanguas, J. (2006). Influencia de la música en el rendimiento deportivo. *Apunts Sports Medicine*, 41, 155-165.

## **RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO**

**Dr. Oscar Omar Díaz Botello**

Candidato para el grado de

**Especialidad en Medicina del Deporte y Rehabilitación**

Nombre de tesis: **Efectos de la música en pruebas de esfuerzo en corredores amateur**

Campo de Estudio: Medicina del Deporte y Rehabilitación

Biografía:

Datos personales: Nacido en Jerez, Zacatecas, el 17 de mayo de 1995, hijo de Armando Díaz García y Ma. Elena Botello Trujillo.

Educación: Egresado de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Zacatecas con el grado de Licenciatura en Médico Cirujano y Partero en 2020.

Rotaciones:

Médico fuerzas básicas Tigres UANL 2023-2024

Internacional intervencionismo musculoesquelético 2024