



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), mayo-junio 2024,
Volumen 8, Número 3.

https://doi.org/10.37811/cl_rem.v8i3

**CARACTERÍSTICAS DEL VO₂ MÁX. UMBRAL
DE LACTATO Y POTENCIA ANAERÓBICA DE
UNA PATINADORA DE CARRERAS DOS
VECES CAMPEONA MUNDIAL**

**CHARACTERISTICS OF VO₂MAX, LACTATE THRESHOLD
AND ANAEROBIC POWER OF A TWO-TIME WORLD
CHAMPION FEMALE RACE SKATER**

Sergio Adolfo Sánchez Benítez
Investigador Independiente , Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11659

Características del Vo₂ Máx. Umbral de Lactato y Potencia Anaeróbica de una Patinadora de Carreras Dos Veces Campeona Mundial

Sergio Adolfo Sánchez Benítez

sergioadolfospeed@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-0257-4441>

Investigador Independiente

Colombia

RESUMEN

El patinaje se considera uno de los deportes nacionales con la mayor exposición y mérito a nivel mundial para Colombia, es por esto, que la presente investigación caracteriza la información relevante obtenida de una patinadora dos veces campeona mundial en patinaje de carreras que entrena a 2800 m s. n. m. con un enfoque principal en sus características del VO₂max, umbral de lactato y potencia anaeróbica, para poder establecer o no, si son las adaptaciones fisiológicas en la deportista por el entrenamiento en alturas lo que permite identificarse como campeona mundial y otro tipo de competencias en los 10000 metros, esto con el fin de desarrollar una proyección de entrenamiento para nuevos talentos basados en el aprovechamiento de la altura geográfica en el territorio y de esta manera estar monitoreando su condición física a través de la caracterización de estas variables fisiológicas y haciendo de esta, una herramienta muy útil para la selección de nuevos campeones

Palabras clave: Potencia anaeróbica, proyección de entrenamiento, VO₂max, umbral de lactato

Characteristics of Vo₂max, Lactate Threshold and Anaerobic Power of a Two-Time World Champion Female Race Skater

ABSTRACT

Skating is considered one of the national sports with the greatest exposure and merit worldwide for Colombia, which is why this research characterizes the relevant information obtained from a two-time world champion skater in racing skating who trains at 2800 m s. n. m in height with a main focus on its characteristics of V_{O2}max, lactate threshold and anaerobic power, to be able to establish or not, whether it is the physiological adaptations in the athlete due to training at heights that allow her to identify herself as a world champion and others types of competition in the 10000 meters this in order to develop a training projection for new talents based on the use of geographical height in the territory and in this way be monitoring their physical condition through the characterization of these physiological variables and making this a very useful tool for selectin new champions.

Keywords: Anaerobic power, training projection, V_{O2}max, lactate threshold

Artículo recibido 25 abril 2024

Aceptado para publicación: 28 mayo 2024



INTRODUCCION

El patinaje de velocidad sobre ruedas, también denominado patinaje de velocidad en línea, es una de las modalidades que más rápido se ha desarrollado dentro del deporte del patinaje, sobre todo en su aspecto competitivo a nivel mundial. Una de las principales razones para que esto suceda es gracias a las oportunidades que provee a los deportistas para superarse al encontrar cada vez más formas de competencia (Lozada J. , 2015). Dado que es un deporte que demanda una alta preparación física y mental, se reconoce y caracteriza como un deporte aeróbico, ya que requiere demandas constantes de oxígeno para el cuerpo, al igual que se requiere una alta demanda anaeróbica, por la necesidad de explosión en las pruebas cortas o de velocidad, los sprints en las carreras largas y las escaladas (Rangel & González, 2012). Todo esto, ya sea para la consecución y sumatoria de puntos o para evitar quedar por fuera de la prueba en las carreras por eliminación. En el ámbito del deporte y en las ciencias aplicadas al ejercicio, en palabras de Hernández (2008), se es muy reconocido que a mayor o menor profundidad aquellos aspectos relacionados con el concepto fisiológico tales como, consumo de oxígeno, Umbral de lactato (LT), y Potencia anaeróbica entre otras, mayor es su relación con el nivel de condición física de un atleta (Hernández, 2008).

Una inmensa cantidad de estudios experimentales se han realizado con el fin de establecer sus determinantes fisiológicos, sus factores limitantes y su contribución al rendimiento en diferentes actividades deportivas, puesto que son parámetros que se puede evaluar en un deportista hoy en día, dado que los atletas tienden cada vez más a especializarse en una determinada disciplina deportiva, es lógico que existan diferencias significativas en el entrenamiento. Sin embargo, sorprendentemente se han realizado pocos análisis acerca del entrenamiento en patinadores de carreras. (Ogueta & García, 2016)

Es por lo anterior, que el presente estudio está direccionado a entender y explicar la correlación bioquímica y fisiológica entre el V_{O_2max} , el Umbral de Lactato y la Potencia Anaeróbica en los deportistas del patinaje de carreras generando así una proyección de crecimiento para los participantes de este deporte en el país.



La investigación, cuenta con una valoración de composición corporal y tres test de esfuerzo físico, detallados, realizados a la patinadora, campeona mundial de dos medallas de oro, con el fin de entender sus niveles de rendimiento y enfocar la proyección de nuevos patinadores a estos niveles.

Descripción del estudio

Planteamiento del problema

De acuerdo con García (2010), la manera en que se observa y se vive el deporte ha tenido una transformación sustancial a lo largo del tiempo, esto, generado principalmente por el aumento de competitividad y retos a nivel mundial, ha permitido la integración de muchos sujetos al mundo del deporte, incluyendo el patinaje; alejando los prejuicios, se ha alcanzado un equilibrio y una madurez en cada una de las competencias y modalidades de cada deporte (García, 2010).

El patinaje de carreras, aunque muy competitivo a nivel de Colombia y con un sin número de títulos mundiales que ha dado muchas satisfacciones tanto a deportistas como aficionados y a pesar de su gran auge y desarrollo no forma parte del programa de Juegos Olímpicos

Este deporte en particular, demanda una alta preparación física y se puede considerar como un deporte aeróbico, ya que requiere demandas constantes de oxígeno, adicionalmente, posee un requerimiento anaeróbico elevado que se genera por el poder de explosión energético en las pruebas cortas. El patinaje es un deporte que combina la fuerza, la resistencia y la habilidad específica para la ejecución de los ejercicios de obstáculos. (Rangel & González, 2012)

De hecho, en el deporte, existe un elemento fundamental en términos de competencia que tiene como finalidad la determinación del rendimiento de los deportistas antes, durante y después de una prueba, así mismo garantizar un resultado más eficaz, este elemento es el VO_2max .

El VO_2max , para los autores Lozada, et. al. y Álvarez, et. al. es reconocido como el factor más preciso e importante para determinar el nivel de la condición física de los deportistas a nivel cardiovascular y respiratorio. Tomando como base lo anterior es correcto decir que esta es una capacidad primordial para los practicantes de los deportes en general, y en este caso para los deportistas del patinaje de carreras sobre ruedas, específicamente de los 10.000 metros. (Lozada, Hoyos, Santos, Castilla, & Aduén, 2019) (Alvarez, Medina, Giménez, Manonelles, & Corona, 2001)



Así mismo, Salazar y Jiménez establecen, con un estudio realizado a jugadores de fútbol, que los niveles de $VO_2\text{max}$ sustentan la capacidad aeróbica máxima de los mismos y, a su vez, lo consideran un “factor clave en el fútbol moderno”. Por lo tanto, en el mismo documento establecen que un alto valor de $VO_2\text{max}$ es lo que permite al jugador cubrir grandes distancias en el campo de juego y a sí mismo llevar a cabo jugadas de largo tiempo como los sprints y acciones de alta intensidad. (Salazar & Jiménez, 2018)

De hecho, se considera que la capacidad que tiene un deportista para mejorar una marca deportiva individual, en palabras de Jaramillo y Narváez: “(...) está directamente relacionado con el sistema de transporte del oxígeno por su cuerpo a través de la ventilación y la circulación (factor central), así como por la capacidad del tejido muscular para utilizar el oxígeno administrado (factor periférico)” (Jaramillo & Narváez, 2011)

Por otro lado, el umbral de lactato, determinado como la intensidad de ejercicio en la que el lactato empieza a acumularse en la corriente sanguínea (Mico, 2004).

El entrenamiento de la resistencia aeróbica, relacionado con los márgenes de $VO_2\text{max}$ y el umbral de lactato, se considera como uno de los más importantes para el desarrollo de pruebas de fondo en la modalidad de patinaje de carreras, dado que esto permite al deportista adquirir los resultados deseados.

Ahora bien, no en todos los deportes es necesario el conocer sobre el umbral de lactato, la frecuencia cardíaca o el máximo de $VO_2\text{max}$, sin embargo, el presente estudio está enfocado en la caracterización de una deportista del patinaje, ganadora de dos medallas mundiales y que se reconoce por llevar a cabo sus entrenamientos en gran altura. Es importante resaltar, que el presente documento tiene un sesgo debido al término de la pandemia asociada con el COVID – 19, si bien el estudio tiene un enfoque meramente característico y de proyección, los datos y resultados de la patinadora no se encuentran en su máximo debido al tiempo de confinamiento ocurrido previamente en el año 2020 y se tuvo en cuenta a lo largo de la investigación para dar las conclusiones y recomendaciones adecuadas.

Es así, que se presenta el planteamiento de este estudio, con el fin de establecer cuáles son los posibles beneficios o desventajas del entrenamiento en alturas sobre las características mencionadas anteriormente teniendo en cuenta sus adaptaciones fisiológicas.

La anterior información, hace parte del sustento de la investigación con la premisa de generar un margen significativo de caracterización para el patinaje.

Pregunta problema

¿Cuáles son las características del $\dot{V}O_2\text{max}$, umbral de lactato y potencia anaeróbica de una patinadora dos veces campeona mundial en patinaje de carreras que entrena a 2800m s.n. m.?

Preguntas específicas

- ¿Cuáles son las características del nivel de $\dot{V}O_2\text{max}$ en una patinadora dos veces campeona mundial en patinaje de carreras que entrena a 2800m s. n. m.?
- 2 ¿Cuál es el umbral de lactato en una patinadora dos veces campeona mundial en patinaje de carreras que entrena a 2800m s. n. m.?
- 3 ¿Cuál es la potencia anaeróbica en una patinadora dos veces campeona mundial en patinaje de carreras que entrena a 2800m s. n. m.?

OBJETIVOS

Objetivo general

Caracterizar las variables fisiológicas a una doble campeona mundial de patinaje de carreras para, tenerlas en cuenta en el desarrollo de metodologías más apropiadas basado en los resultados obtenidos.

Objetivos específicos

- Explicar la importancia que tiene el consumo máximo de oxígeno para dar a conocer su relevancia o no en el patinaje de carreras.
- Analizar el impacto que tienen en las características fisiológicas en el entrenamiento del patinaje de carreras en una altura moderada para determinar la relación entre estas y la obtención de las medallas de oro en los campeonatos.



- Describir la potencia anaeróbica con el fin de indicar su importancia en la definición de una competencia

Antecedentes de pruebas con $\dot{V}O_2\text{max}$ en deportistas

En 1974 se realizó un estudio donde se pretendía evaluar si había diferencia en el $\dot{V}O_2\text{max}$ al ejercitar determinados músculos (cadena cinética superior y cadena cinética inferior), pues consideraban que el oxígeno aumentaba al ser medido durante el trabajo máximo de un brazo o el trabajo máximo con una pierna, a pesar de que es considerablemente menor que el obtenido corriendo, en bicicleta o en Esquí country. (Casas, 2008)

Ramos, et. al. en el 2018, realizaron un estudio donde se describieron las características fisiológicas de los ciclistas competitivos, dicho estudio concluyo que al igual que muchos otros atletas de resistencia, (14 ciclistas de carretera) poseen valores excepcionalmente altos de $\dot{V}O_2\text{max}$, pues aparentemente ciclistas bien entrenados poseen características metabólicas de alto calibre.

Dichos atletas con entrenamiento de resistencia, que para un período de tres años el $\dot{V}O_2\text{max}$ en uno de los ciclistas fue de 79,6, 82,8 y 82,2 ml-kg-min dándole así un tercer lugar en su lista superado por el Esquí el cual catalogo como el deporte que tiene el más alto valor de $\dot{V}O_2\text{max}$

El patinaje de carreras en la prueba de los 10000 m ya sea por eliminación o por puntos puede estar encuadrado dentro de los deportes de resistencia aeróbica debido al tipo y duración de competencias que se realizan (entre 16 a 22 minutos).

Este deporte es de tipo cíclico donde el entrenamiento de la condición física tiene la función de incrementar la potencia del aparato locomotor, el nivel técnico y la de mejorar las cualidades tácticas.

Como consecuencia del entrenamiento hay una mejora tanto en la parte física como en la técnica.

Esta se encamina a:

- Economizar gasto energético
- Maximizar efectividad y funcionalidad de las fuerzas empleadas
- Evitar tensiones musculares innecesarias



- Disminuir en lo posible el rozamiento de las ruedas.
- Aplicación de fuerzas en la dirección y el momento adecuado.

En el patinaje de carreras hay diferentes modalidades desde pruebas de velocidad de 80,100, 200, 500 y 1000 m, pruebas de semifondo como son los 2000, 3000 y 5000 m pruebas de fondo como son los 10000, 15000 y 20000 m y otras como las maratones que son de 42 km y las ultra maratones que son de 56 a 100 km, en este caso vamos a describir en que consiste la prueba de los 10000 m que es la prueba en la que ha ganado la doble campeona mundial en patinaje de carreras.

Este tipo de pruebas se iniciaron con la intención de establecer parámetros para los deportistas y buscar un mayor rendimiento por parte de los mismos, es debido al crecimiento de estos test que se considera el V_{O_2max} y el Umbral de lactato como relevantes para cualquier deporte, ya que estos dos, se contextualizan y nos enmarcan una idea de la capacidad física de los grandes deportistas de la historia.

El patinaje de carreras

El patinaje es un deporte cíclico, en el que se realizan las modalidades de pruebas de velocidad y resistencia; exigiéndole a su practicante un adecuado desarrollo sensorio-motriz, que compromete, desarrolla y agudiza el sentido del equilibrio, así como el manejo del espacio, factor de especial importancia debido al riesgo mismo del deporte. (Velasco, 1994 citado por Rangel & Gonzales, 2012).

Datos relevantes a nivel aeróbico y anaeróbico en el patinaje de carreras:

Prueba de los 10000 metros en patinaje de carreras. Es una prueba que tiene una duración aproximada de entre 16 a 22 minutos y el ritmo de velocidad no es constante en ningún momento del recorrido, y aumenta o mejor se presentan altos cambios de velocidad en el momento de los sprints ya sea para ganar el mayor número de puntos o para evitar ser eliminados.

En la prueba de los 10000 metros hay o existen las siguientes modalidades:

- 1- Por eliminación.
- 2- Por puntuación
- 3- Combinados (por eliminación y por puntos)



Sustratos energéticos

Fin primordial es la síntesis del ATP:

- 1- Anaeróbico aláctico
- 2- Anaeróbico láctico.
- 3- Aeróbico u oxidativo

Sistema anaeróbico aláctico o fosfógeno: La formación del ATP sucede a nivel citoplasmático sin la formación de lactato en donde los sustratos activos en este sistema energético son el ATP Y la Fosfocreatina, los cuales van a ser catabolizados y sintetizados en el mismo citoplasma sin producir lactato.

Sistema anaeróbico glucolítico: La formación del ATP sucede en el citoplasma los sustratos activos en este sistema energético son los carbohidratos, quiere decir que el glucógeno muscular que se encuentra almacenado en el citoplasma es catabolizado a piruvato y está produciendo ATP a nivel citoplasmático, pero de manera rápida casi que inmediata se forma lactato por la misma exigencia del ejercicio y se van a incrementar las cantidades de lactato.

Sistema aeróbico u oxidativo: La formación del ATP sucede a nivel mitocondrial glucolisis, glucosa, glucógeno sus rutas metabólicas terminan en piruvato y este ingresa a las mitocondrias para continuar su oxidación y terminar en ATP.

En este sistema las grasas también partiendo desde el sistema lipolítico para entrar al sistema de beta oxidación para terminar en ATP.

Justificación

El patinaje de velocidad se considera uno de los deportes con mayor representación en Colombia, junto al fútbol y el ciclismo, y ha generado resultados sobresalientes a nivel nacional e internacional mediante la obtención de medallas y premios en los campeonatos y competencias a nivel mundial. El patinaje a nivel nacional ha sido liderado por los departamentos de Valle, Bogotá, Antioquia y Bolívar. El reconocer la importancia de este deporte sustenta parte de la investigación.

Por otro lado, no se encontró en la literatura referencias sobre pruebas estandarizadas que sirvan para determinar la correlación de un método indirecto y directo en el patinaje de carreras, a pesar



de existir variantes no existe un precedente exacto de medición, sobre todo por los costos altos que estos conllevan. Es por ello que esta investigación busca generar un referente para futuros estudios sobre la caracterización de los perfiles de los deportistas respecto a la medición del $VO_2\text{max}$, umbral de lactato y potencia anaeróbica.

Aspectos éticos

Se obtiene el consentimiento informado por parte de la deportista (Anexo 1), este tiene como finalidad dar parte de tranquilidad sobre el conocimiento de la deportista acerca de todos los aspectos de la prueba, a la motivación de la misma y lo que se espera alcanzar al obtener los resultados de estudio y trabajo relacionados.

Así mismo, se consultó al tutor y a la universidad sobre el aspecto de la prueba evidenciando que no existe problemática alguna dado que esta no afectará de ninguna forma a la deportista. Igualmente, actuando bajo el buen nombre del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid se declara que no se considera la opinión de este documento como propia de la institución y que, a su vez, este estudio es netamente de carácter académico.

También se cuenta para este estudio con la autorización del Comité de Ética del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, por tratarse de una investigación en humanos.

METODOLOGIA

Tipo de investigación

Considerando las características de investigación se encuentra que este es un estudio de caso, desde un nivel de investigación aplicado. De este modo, la investigación explicativa partiendo de las características del fenómeno y el planteamiento de una correlación entre el $VO_2\text{max}$, umbral de lactato y potencia anaeróbica de una patinadora, necesita el desarrollo de dos momentos primero el elemento descriptivo y exploratorio, base del documento, y luego el elemento práctico científico con la aplicación de las pruebas a la patinadora para proseguir con su respectivo análisis y derivación de conclusiones.

Diseño de la investigación

Al ser un estudio de tipo aplicado se realizarán una serie de pruebas con el fin de establecer los parámetros estándar que posee la patinadora. La investigación está enfocada en la obtención de

resultados mediante el uso de instrumentos adecuados por lo que los resultados y conclusiones están basadas en los mismos.

No se realiza comparación con otros atletas de forma directa pues la caracterización no lo requiere.

Comunidad impactada con el desarrollo de la propuesta (directa e indirecta)

Impacto social

Esta investigación impactará principalmente a la deportista debido a que los resultados le permitirán reconocer las fortalezas y debilidades con las que cuenta en el momento de la prueba. Adicionalmente, dada la intención de este documento para establecer la correlación entre el $\dot{V}O_2\text{max}$, umbral de lactato y potencia anaeróbica de una patinadora se espera que esto favorezca a los nuevos talentos del patinaje al decidir si es o no adecuado el entrenamiento en altura.

Impacto al currículo

El estudio tiene la intención de promover la investigación de casos prácticos en la institución y establecer pilares para los programas de formación de patinaje profesional en el país.

Protocolo

Después de realizar la adipometría y medición de diámetros óseos para determinar la composición corporal, se realizaron 2 test o pruebas de esfuerzo que consistieron en un Wingate para determinar la potencia anaeróbica y una ergometría para el umbral de lactato de la deportista en donde se hicieron mediciones de capacidad aeróbica, puntos de referencia del lactato, potencia y respuestas de la frecuencia cardiaca, posteriormente se realizó una ergometría por escalones hasta el agotamiento para conocer el consumo del $\dot{V}O_2\text{max}$.

Participante

La participante fue una patinadora de 18 años de edad elite, dos veces Campeona Mundial en Barcelona España 2019 (Campeonato mundial de patinaje de carreras) en la modalidad de los 10000 metros

Consentimiento informado y declaración de ética

Antes de cualquier procedimiento a la participante se le explico de manera detallada en qué consistía cada una de las pruebas y los test que se le iban aplicar para la obtención de datos para el correspondiente estudio, quien de manera libre y voluntaria firmo el consentimiento informado.



Mediciones y test

Las siguientes son las mediciones y test que se le hicieron a la participante los cuales se llevaron a cabo en la ciudad de Sogamoso Boyacá en el mes de septiembre de 2020 en JENARO Sport.

MÉTODOS

Adipometría

Se realiza adipometría y medición de diámetros óseos para determinar la composición corporal en 4 componentes, siendo para nosotros relevante conocer la sumatoria de seis pliegues y el porcentaje de grasa según la formula Yuhazz corregida por Carther.

Test de Wingate

La prueba comienza con 4 minutos de pedaleo suave a una cadencia entre 60 y 70 RPM. Luego comienza un sprint de calentamiento de 10 segundos. Se empieza a correr desde una velocidad de 60 RPM y se intenta entregar tanta potencia como se pueda durante 10 segundos, luego viene un descanso de 2 minutos después de lo cual comienza la prueba real.

Al igual que el sprint de calentamiento, se inicia a correr desde 60 RPM y nuevamente se intenta alcanzar una cadencia lo más alta posible. Solo que esta vez sigue corriendo durante 30 segundos incluso cuando la cadencia descienda a 50 RPM o menos, no se debe detener antes del final. Este entrenamiento termina con una vuelta a la calma de 3,5 minutos para recuperar el aliento.

Ergometría 1: Umbral de lactato

Esta ergometría es un test para conocer la capacidad aeróbica y consiste en un protocolo incremental que parte de 120 watts y se incrementa 30 W por escalón, los cuales son de 3 minutos para propiciar la detección del umbral, que es el objetivo principal de la prueba. Es útil porque a partir de ahí se podrá planificar el entrenamiento por frecuencia cardiaca y/o potencia y se constituirá en una base de datos del comportamiento metabólico, cardiovascular y neuromuscular. El $VO_2\text{max}$ se obtiene por ecuación en la que interviene la potencia absoluta y el peso corporal.

Ergometría 2: $VO_2\text{max}$

Esta ergometría es un test para conocer la potencia aeróbica y consiste en un protocolo incremental que parte de 100 watts y se incrementa 20 W por escalón, los cuales son de 1 minuto para propiciar la máxima potencia absoluta, que es el objetivo principal de la prueba, porque a

partir de este valor se calcula el $VO_2\text{max}$ por ecuación en la que interviene la potencia absoluta y el peso corporal.

Es de aclarar y poner en contexto que una vez realizadas la adipometría y el Wingate, a los dos días posteriores se realizó la ergometría para medir el lactato y 13 días posteriores a este test se realizó la segunda ergometría para medir el $VO_2\text{max}$, lo cual estuvo sujeto tanto a la disponibilidad de la deportista, como a la disponibilidad del laboratorio por las restricciones ocasionadas en la pandemia relacionadas con el Covid-19.

Instrumento de recolección de datos

Con el fin de llevar a cabo un examen ergonómico exhaustivo en la patinadora se utilizará como plataforma dosificadora de la carga un ciclo-ergómetro de freno electro magnético de marca TACX, referencia Neo, programada mediante software TACX Trainer Advance 4.18.5. Se ha decidido el uso de este equipo por las siguientes razones: 1. Permite un análisis preciso de las pedaladas con la pierna izquierda y derecha y distribución de la potencia. 2. Mide la potencia con un error de precisión del 1 % y funciona con aplicaciones de entrenamiento de terceros, como Zwift y Tacx que cuentan con medidores precisos para parte de la investigación.

Así mismo, esta posee una serie de características relevantes que se encuentran en el anexo 2. De igual forma, se realizó un control de lactato con el medidor portátil Lactate Scout y tirillas reactivas de la misma marca sus características relevantes se encuentran en el anexo 3.

Tiempo de duración de las pruebas de 10000 m Para llegar a la conclusión del tiempo de duración de las pruebas de 10000 m en patinaje de carreras que oscilan entre los 16 a 22 minutos en competencia se hizo un seguimiento detallado a varios videos de campeonatos mundiales y otro con la misma prueba, cronometrando el tiempo de las pruebas de principio a fin, incluidos los videos de la doble campeona mundial de esta prueba, en donde el tiempo mínimo de una competencia de esta modalidad que se realizó en 16 minutos y el tiempo máximo fue de 22 minutos.

Barcelona España el de 2019 (video) tiempo de carrera 16 min 20 s

Santa Marta Colombia Juegos Bolivarianos (video) tiempo de carrera 17 min 35 s Nankín China

2017 (video) tiempo de carrera 16 min 21 s



RESULTADOS

Adipometria

Tabla 5 Datos generales de la patinadora

Ciudad de Evaluación	Sogamoso
Año de nacimiento	2002
Mes de nacimiento	6
Día de nacimiento	14
Año de prueba	2020
Mes de la prueba	9
Edad decimal	18,25 años
Peso	62,9 kg
Talla	1,64 m
Talla sentada	89,8 cm

Tabla 6 Datos de Adipometria

PLIEGUES CUTÁNEOS	
Tríceps	14,8
Subescápular	9,7
Abd	14,2
Suprailíaco	8,3
Muslo	15,5
Pierna	11,4
SUMATORIA	73,9
DIÁMETROS ÓSEOS	
Radio Cubital B	0,0514
Biepicondilar F	0,0876

Tabla 7 Composición corporal de la patinadora

TEJIDO	%	KG
GRASO	10,35	6,51
ÓSEO	14,76	9,29
MÚSCULO	50,78	31,94
RESIDUAL	24,10	15,16
PESO TOTAL	100%	62,9
INDICE MUS- ÓSEO	3,44	Aceptable
ÍNDICE DE MASA CORPORAL	23,39	Normo peso
IND. CÓRMICO	54,76	Cadena cinética superior largo
ÍNDICE ESQUÉLICO	82,63	Cadena cinética inferior corto

Figura 3 Composición corporal general

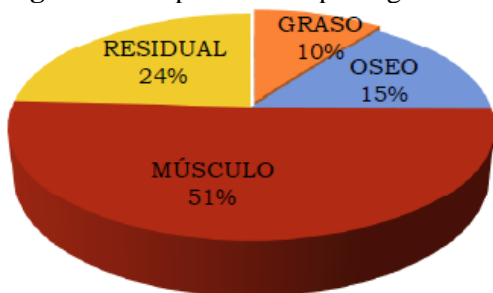


Tabla 8 Diagnóstico morfológico de la patinadora

sep-20		DIAGNÓSTICO	
Composición Corporal	Sumatoria pliegues	73,9	Bajar gradualmente a 60
Porcentaje músculo	50,78	Ideal, se debe mantener	
Índice Musculo-óseo	3,44		
Proporción tronco-tren inferior	Tren superior largo	54,76	
Tren inferior corto		82,63	

Test de Wingate

Figura 4 Resultados Test de Wingate

Wingate

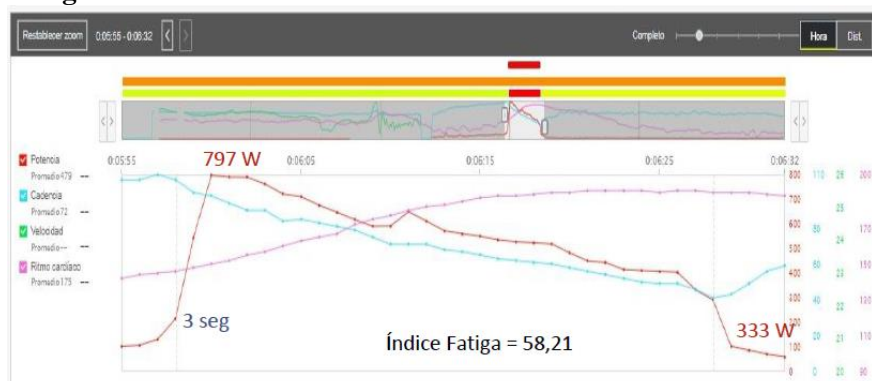


Tabla 9 Datos Test de Wingate

POTENCIA MÁXIMA	797 W
POTENCIA FINAL	333 W
ÍNDICE DE FATIGA	58,21 %
TIEMPO PARA ALCANZAR EL PICO	3 segundos

Ergometría 1: Umbral de lactato

Tabla 10 Resumen ergometría

Nº	T	CARGA (W)	FC (l/min)	RPE	LAC (mmol)
1	3:00	120	139	2,0	2,1
2	6:00	150	157	3,0	2,5
3	9:00	180	174	6,0	4,1
4	12:00	210	189	8,0	6,8
5	15:00	240	198	10,0	12,8
REC		1'		151	
3'			121	12,4	
5'			109	8,8	

Figura 5 Ergonomía gráfica



Figura 6 Umbral de lactato

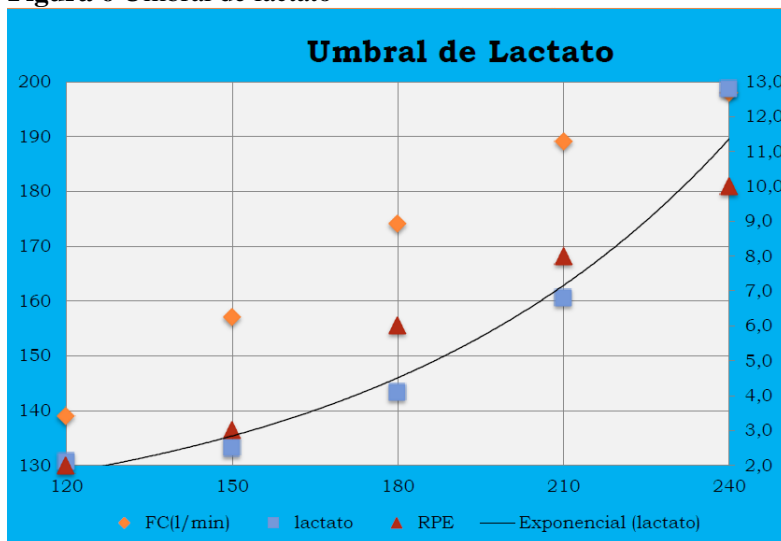


Tabla 11 Resultados del test

Resultados		Sep-20
Cardiovascular	FCMax de referencia	198
	FCMax del test	198
	FCB	60
	FCMed	167
	REC 1'	151
	%	23,7
	REC 3'	121
	%	38,9
	REC 5'	109
	%	44,9
	VO2max	46,74
Neuromuscular	Pot Absoluta	240
	Pot Relativa (W/Kg)	3,82
	Cadencia Media	88
Metabólico (Lactato)	Inicial	240
	Final	2,80
	Recuperación 3'	12,40
	Recuperación 5'	8,80
Umbral	FC (ppm)	175
	%	88,4
	Umbral Rodillo (W)	180
	%	75,0
	Pot Relativa (W/Kg)	2,86
	Umbral Ruta (W)	198
	%	75,0
	Pot Relativa (W/Kg)	3,15
	Lac (mmol)	4,00

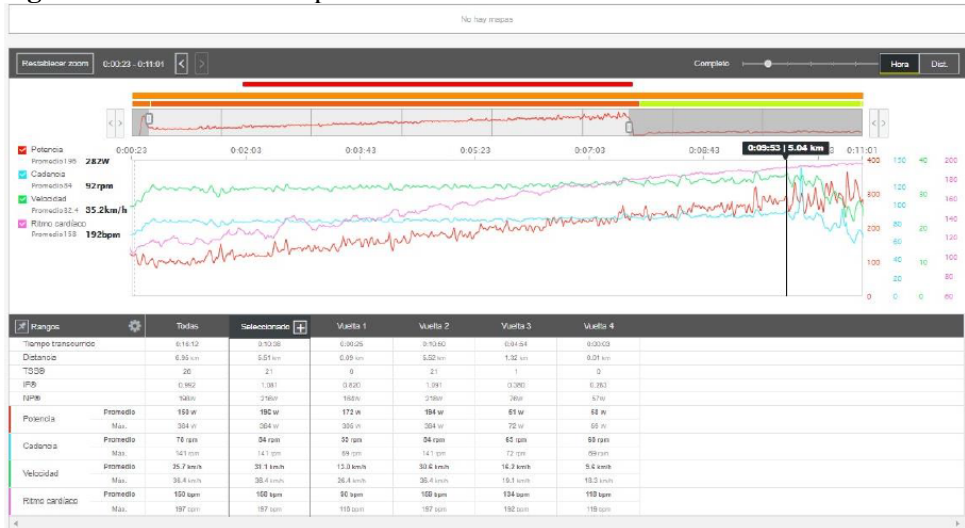
Ergometría 2: VO₂max

Tabla 12 Resumen de resultados de ergometría

Nº	T	CARGA (W)	FC (l/min)	RPE
1	1:00	100	118	1,0
2	2:00	120	120	1,0
3	3:00	140	132	2,0
4	4:00	160	147	3,0
5	5:00	180	154	4,0
6	6:00	200	166	5,0
7	7:00	220	177	5,0
8	8:00	240	183	6,0
9	9:00	260	188	7,0
10	10:00	280	192	8,0
11	10:40	300	196	10,0
REC		1'	152	
		3'	119	
		5'	115	



Figura 7 Resultados de la prueba



Tempo transcurrido: 0:10:12 | Duración: 0:10:12 | Ritmo cardíaco: 150 / 197 bpm
 Dispositivo: LEOMO TYPE-R 0.3 4863 | Etiquetas: Selecciona
 Escriba notas aquí.



About

Performed By
Jenaro Leguizamo Herrera

Distance
6 km

Calories
120.73 kcal

Training Stress Score (TSS)[™]
22.1

Normalized Power (NP)[™]
222 Watt

Statistics

	Average	Minimum	Maximum
Speed	32.4 km/h	24.1 km/h	38.9 km/h
Power	196 Watt	0 Watt	368 Watt
Cadence	84 rpm	0 rpm	141 rpm
Heart Rate	158 bpm	104 bpm	198 bpm

Normalized Power (NP)[™], Intensity Factor (IF)[™], and Training Stress Score (TSS)[™] are all registered trademarks of Peakware, LLC.

Tabla 13 Resultados corporales

Resultados	Valor	
FRECUENCIA CARDIACA	FCMax de referencia	196
	FCMax del test	196
	FCB	53
	FCM	158
	REC 1'	152
	%	22,4
	REC 3'	119
	%	39,3
	REC 5'	115
	%	41,3
POTENCIA	VO ₂ max	58,19
	Pot Absoluta	280
	Pot Relativa	4,45
	Cadencia Media	84

FC: Frecuencia Cardiaca expresada en latidos por minuto, **RPE:** Tasa de percepción de esfuerzo en escala de 1 a 10, **LAC:** Nivel de lactato expresado en milimoles, **FCMax:** Valor máximo alcanzado durante el test., **FCB:** Valor de frecuencia cardiaca mínima. Se toma acostado tan pronto se despierta. **FCMed:** Promedio de frecuencia cardiaca durante el test., **REC:** Valores en recuperación.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En una carrera de 10000 que tiene una duración aproximada de entre 16 a 22 minutos a una velocidad moderada y en ningún momento constante el sistema energético que predomina es el aeróbico u oxidativo, ya que la producción del ATP es a nivel mitocondrial y los sustratos utilizados se sintetizan constantemente activando el ciclo de Krebs y la cadena de óxido reducción por la acción del piruvato mismo y el piruvato que se convierte a lactato por la acción de la lactato deshidrogenasa, ahora teniendo en cuenta que la cantidad de lactato no puede ser sintetizado en su totalidad por las mitocondrias sale a la sangre por el ciclo de Cori, llegando gran parte del mismo al hígado para generar glucosa nuevamente, lo que se conoce como gluconeogénesis, o sea que se van a usar de manera continua sustratos como glucosa , glucógeno, en este tipo de competencias por el tiempo de duración muy probablemente no se alcance a usar los ácidos grasos como predominio energético.

En las carreras de 10000 m, también se observa como de manera intermitente el sistema anaeróbico glucolítico hace presencia tanto en los momentos de los sprints para la consecución de puntos como en los de eliminación en donde no tienen una duración superior a los 22 segundos, ¿Por qué se afirma que es anaeróbico glucolítico y no anaeróbico aláctico o fosfógenos?, teniendo en cuenta el predominio energético se podría decir que es fosfógenos siempre y cuando fuese al inicio de la carrera y se tomase un descanso de entre 3 a 5 minutos de recuperación y volver a iniciar, si lo comparamos con la literatura como lo afirma (Alan Morton 2008) la actividad de ATP y PC combinada, denominada *sistema de fosfágeno*, puede proporcionar energía durante menos de 10 segundos de actividad máxima. Este sistema de fosfágeno es la fuente de energía disponible más rápidamente y, a menudo, se denomina *fuentes de energía inmediata*. El sistema se repone rápidamente durante la recuperación, de hecho, se necesitan unos 30 segundos para reponer el 70% de los fosfógenos y de 3 a 5 minutos para reponer el 100%. Pero como no es así ya que la duración de la competencia es de entre 16 a 22 minutos y los primeros sprints se hacen después de los 3 minutos en donde ya el glucógeno muscular es catabolizado a piruvato y por la misma exigencia del ejercicio a lactato entonces queda descartado que el sustrato de estos sprints sean los fosfógenos o anaeróbico aláctico y demostrando así que bioquímica y fisiológicamente es anaeróbico glucolítico.

Por otro lado, al analizar la velocidad, se observa que la diferencia entre las vueltas promedio y las vueltas de los Sprints no es tan significativa dado que varían solo entre 1 y 2 segundos, entonces se entiende que al no ser significativo el cambio de velocidad, tampoco hay un cambio en el predominio del sustrato energético y sería netamente aeróbico.

De forma objetiva, se analizan cada una de las pruebas realizadas en el laboratorio comparándola con uno de los estudios realizados en el patinaje, que, de acuerdo con la exploración documental previa, son pocos en este deporte. Entonces, se toma el siguiente estudio como referencia ya que los 10 sujetos analizados 3 mujeres y 7 hombres son patinadores de resistencia. (Lozano, Villa, & Morante, 2006)



Nombre del estudio	Características fisiológicas del patinador de velocidad sobre ruedas determinadas en un test de esfuerzo en el laboratorio
Autores	Mg. Rafael Enrique Lozano Zapata Dr. José Gerardo Villa Vicente Dr. Juan Carlos Morante Rábago
Resumen del estudio	Al ver el auge que ha tenido en los últimos años el patinaje de velocidad en nuestro país; vemos la gran importancia de evaluar periódicamente a los deportistas, para su control y optimización del entrenamiento deportivo, con el fin de optimizar su desempeño en la competición. En este estudio se conocieron las características fisiológicas de patinadores de velocidad sobre ruedas, en el laboratorio de la Universidad de Pamplona (Colombia); al no contar con un test específico de campo para conocer estos parámetros en su propio terreno de entrenamiento. El protocolo utilizado fue de esfuerzo máximo sobre el cicloergómetro, determinándose valores máximos y umbrales de acuerdo al lactato producido, su relación con la frecuencia cardiaca y la carga de trabajo soportada durante el test. Determinándose un perfil fisiológico para estos patinadores con características propias de los deportistas de gran capacidad aeróbica; adecuada y óptima para este deporte.

El anterior estudio, se llevó a cabo en la ciudad de Pamplona (Colombia) en el Laboratorio de Biomecánica de la Universidad de Pamplona, en las horas de la mañana, para evitar la posible influencia de los ciclos circadianos; a una altitud de 2200 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 20 grados centígrados y una humedad relativa del 60%.

Datos de talla

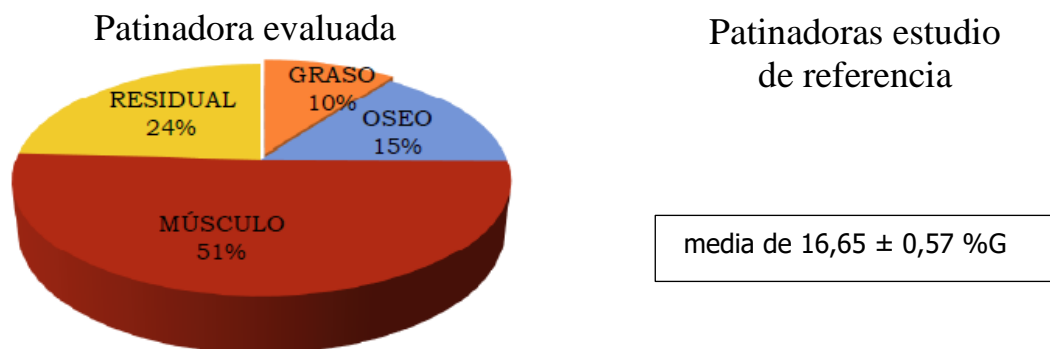
La deportista evaluada en este estudio, tiene una edad de 18 años y 3 meses y una talla de 1.64cm, que al compararla con uno de los estudios encontrados en la universidad de Pamplona Colombia y que a su vez referencio otros 2 estudios para dicho trabajo y en donde se encuentra que la talla ideal para patinadores de la selección Colombia es de 1.70cm (1997) , al igual en un estudio realizado en el Centro de Investigación y Medicina del Deporte, Pamplona (España, 1991) , en donde el promedio de estatura es de 170.8, como vemos nuestra deportista no alcanza dicha talla al ser menor su estatura en 6cm, lo cual no es importante ni relevante ya que no existe una estatura establecida para la práctica de este deporte.

Adipometria

Ahora bien, teniendo en cuenta los resultados de la adipometria en la deportista evaluada que es de 10.35% tejido graso, según la formula Yuhazz corregida por Carther. Se observa que esta se encuentra dentro de los porcentajes ideales aproximados para este tipo de deportistas mujeres,

comparándolos con el estudio en referencia que esta entre el 10 y el 14% tejido graso y en donde las 3 mujeres evaluadas tienen un $16,65\% \pm 0,57\%G$, lo cual permite concluir que el 10,35% de la patinadora objeto de este estudio se encuentra en un nivel óptimo y muy bueno a pesar del desentrenamiento causado por el confinamiento.

Figura 8 Comparación entre estudios



Test de Wingate: En este caso no hay comparación con otros estudios realizados en lo que a patinaje de carreras se refiere, es una prueba que debería realizarse a los deportistas elite de esta disciplina deportiva ya que le permite conocer la eficacia de la fuerza aplicada, o como lo menciona Rangel & González (2012), la Potencia sería el producto de la fuerza por la velocidad en cada instante del movimiento. Es muy importante destacar que, aunque este test generalmente se aplica a deportistas, en donde la velocidad y la fuerza son cualidades esenciales del entrenamiento, los resultados en la deportista evaluada fueron excelentes si de ejercicios supramaximales se trata; esto teniendo en cuenta que su especialidad son los 10000 metros (prueba de fondo) en donde alcanzó su pico de potencia máx en tan solo 3 segundos llegando a 799W.

Figura 9 Datos de la patinadora en el test de Wingate

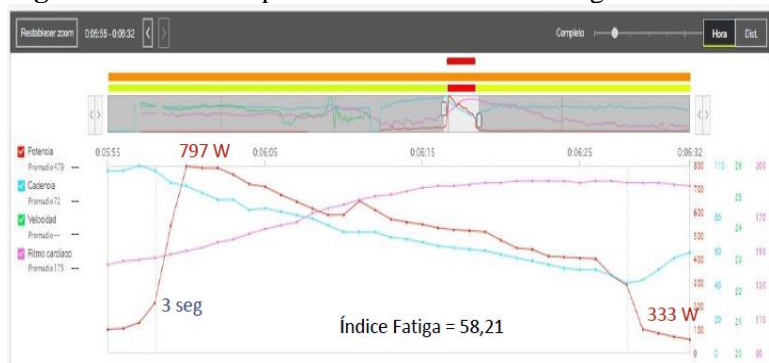


Tabla 12 Datos de la patinadora en el test de Wingate

POTENCIA MÁXIMA	797 W
POTENCIA FINAL	333 W
ÍNDICE DE FATIGA	58,21
TIEMPO PARA ALCANZAR EL PICO	3 segundos

Umbral de lactato

Según los resultados obtenidos en esta prueba realizada a la patinadora en donde el umbral llegó a 4mmol, a los 180 W o umbral de rodillo, que corresponde a 1 umbral promedio si tenemos en cuenta los resultados obtenidos por las 3 mujeres del estudio en mención que obtuvieron umbrales de 4 mmol a una potencia o umbral de rodillo de 150W

Tabla 13 Datos de la patinadora: Umbral de lactato

Umbral	FC (ppm)	175	VO ₂ Max
	%	88,4	
	Umbral Rodillo (W)	180	
	%	75,0	
	Pot Relativa (W/Kg)	2,86	
	Umbral Ruta (W)	198	
	%	75,0	
	Pot Relativa (W/Kg)	3,15	
	Lac (mmol)	4,00	

Valores en umbrales encontrados de las 3 deportistas

FC 4 Mmol UA	WAT UA. 4 Mmol/l	TIEMPO UA (min.)
171	150	11'2''
167	150	11'5''
181	150	12'

En esta prueba el resultado obtenido por la deportista fue de 58,19 ml/kg/min promedio muy bueno y bastante interesante para deportistas mujeres en modalidades de fondo y muy superior comparándolo con los resultados de las mujeres evaluadas del estudio acá referenciado cuyos promedios fueron 51.11, 47.045 y 52.47ml/kg/min.

Tabla 14 Resultados VO₂max de la patinadora

Resultados	Valor	
FRECUENCIA CARDIACA	FCMax de referencia	196
	FCM del test	196
	FCB	53
	FCM	158
	REC 1'	152
	%	22,4
	REC 3'	119
	%	39,3
	REC 5'	115
	% VO ₂ max	41,3 58,19
POTENCIA	Pot Absoluta	280
	Pot Relativa	4,45
	Cadencia Media	84

Valores en VO₂max encontrados de las 3 deportistas

POT. MAX. (Vatios)	Tiempo total (Min.)	VO ₂ Máx. (ml./Kg.min)	FC MAX (Lat./min.)
210	17'37''	51,11	191
210	19'	47,45	184
210	18'4''	52,47	199

CONCLUSIONES

De acuerdo con la intención del estudio y los test realizados a la patinadora se ha llegado a las siguientes conclusiones:

Como quedo expresado en los datos relevantes aeróbicos y anaeróbicos del patinaje en la prueba de los 10000 metros se puede concluir que bioquímica y fisiológicamente hablando el sustrato energético predominante en este tipo de carreras es el aeróbico y por la misma duración de la competencia en el momento de los sprints no se manifiestan cambios notables de velocidad (entre 1 max2 el promedio por vuelta) lo cual demuestra que es difícil que se presente un cambio eventual del predominio del sustrato energético haciendo que estas pruebas sean netamente aeróbicas y el entrenamiento y el resultado en las competencias estén más relacionados con el VO₂max de la deportista.

De lo anterior, se infiere que una de las razones del porqué la doble campeona mundial en los 10000 en patinaje de carreras se destaca en este tipo de competencias es su nivel de VO₂max de

58,19ml/kg/min, superior al de las patinadoras promedio comparado con otro estudio y teniendo en cuenta que el umbral de lactato es de 4 mml tanto en la una como en las otras.

Otra razón importante para destacar en este estudio es que la deportista evaluada mostro en el Wingate que alcanzó su máximo pico de potencia a los 3seg alcanzando 797 W, lo cual es sorprendente ya que son condiciones y características propias en deportistas en los cuales en el entrenamiento y en competencia predominan la velocidad y la fuerza y los 10.000 metros, como se menciona es una prueba de fondo con dominio del sustrato energético aeróbico.

Vemos que las características fisiológicas de la deportista a pesar del confinamiento y del desentrenamiento causado por la pandemia del Covid-19 mantienen en unos porcentajes óptimos. (Como lo mencione en la descripción del proyectó en donde afirme que el presente documento tiene un sesgo porque los datos y resultados de la patinadora no se encuentran en su máximo debido al tiempo de confinamiento). Lo ideal para el presente estudio es que la deportista evaluada estuviese en sus mejores y más altos niveles de condición física para la competencia lo cual hubiese permitido una caracterización más precisa de las variables fisiológicas evaluadas, ya que es una campeona mundial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Álvarez, J., Giménez, L., Manonelles, P., & Corona, P. (2001). *Importancia del VO2max. y de la capacidad de recuperación de los deportes de prestación mixta. Caso práctico: Fútbol - Sala*. Obtenido de Archivos de medicina del deporte. Volumen XVIII Numero 86. 2001 Págs 577-583:

http://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/Original_Importancia_VO2_FS_577-583.pdf

Balsalobre, C., & Jiménez, P. (2014). *Entrenamiento de fuerza, nuevas perspectivas metodológicas*. España: Carlos Balsalobre-Fernández.

Basset, D., & Howley, E. (2000). *Factores Limitantes del Máximo Consumo de Oxígeno y Determinantes del Rendimiento de Resistencia*. Obtenido de Department of Exercise Science and Sport Management, University of Tennessee, Knoxville, TN.: <https://g->



[se.com/factores-limitantes-del-maximo-consumo-de-oxigeno-y-determinantes-del-
rendimiento-de-resistencia-281-sa-057cfb2712357b](https://www.senalcolombia.tv/deportes/analisis-por-que-colombia-es-potencia-mundial-en-patinaje)

Bernal, J. (2018). *¿Por qué Colombia es potencia mundial en patinaje?* Obtenido de Señal Colombia, TV.: <https://www.senalcolombia.tv/deportes/analisis-por-que-colombia-es-potencia-mundial-en-patinaje>

Bohórquez, D. (2014). *Valoración biomecánica de las salidas frontal y lateral de patinadores expertos tras tres años de entrenamiento específico*. Obtenido de Universidad de Huelva, Departamento de Educación Física, Música y Artes plásticas: <https://core.ac.uk/download/pdf/60665951.pdf>

Bryce, A., Alegría, E., & San Martín, M. (2017). *Obesidad y riesgo de enfermedad cardiovascular*. Obtenido de An. Fac. med. vol.78 no.2 Lima abr./jun. 2017: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832017000200016

Burke, E. R. (s.f.). Physiological Characteristics of.

C.O.C. (s.f.). *Comite Olimpico Colombiano*. Recuperado el 06 de Junio de 2017, de Comite Olimpico Colombiano: <http://www.coc.org.co/national-federations/federacion-colombiana-de-patinaje/>

Casas, A. (2008). *PHYSIOLOGY AND METHODOLOGY OF INTERMITTENT RESISTANCE TRAINING FOR ACYCLIC SPORTS*. Obtenido de Journal of Human Sport and Exercise, vol. III, núm. 1, 2008, pp. 23-53 Universidad de Alicante, España: <https://www.redalyc.org/pdf/3010/301023501003.pdf>

Castro, A. (Abril de 2013). *blogspot.com.co*. Recuperado el 06 de Junio de 2017, de *blogspot.com.co*: <http://patinejedelocidad.blogspot.com.co/p/historia-del-patinaje-en-colombia.html>

Chavarria, R. (2003). *La carga física de trabajo: definición y evaluación*. Obtenido de Centro Nacional de condiciones de trabajo - Barcelona: https://www.insst.es/documents/94886/326801/ntp_177.pdf/83584437-a435-4f77-b708-b63aa80931d2



Cruz, M., Tuñón, E., & Villaseñor, M. (2013). *Sobrepeso y obesidad: una propuesta de abordaje desde la sociología*. Obtenido de *Región y sociedad* vol.25 no.57 Hermosillo may./ago. 2013:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18703925201300020000

[6](#)

Da Silva Santos , F., & López Vargas , R. (2020). Efecto del Estrés en la Función Inmune en Pacientes con Enfermedades Autoinmunes: una Revisión de Estudios Latinoamericanos. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo Humano*, 1(1), 46–59.

<https://doi.org/10.61368/r.s.d.h.v1i1.9>

El rincón del patinador. (2007). Recuperado el 06 de Junio de 2017, de El rincón del patinador:

http://www.elrincondelpatinador.com/El_Rincon_del_Patinador/Historia.html

Escobar, X. (2019). *Correlación del consumo máximo de oxígeno (VO₂max) medido por un método directo (Ergoespirómetro Jaeger de circuito abierto) y uno indirecto (Course Navette), de las patinadores del Club de Patinaje Espasa entre los 12 y 16 años de edad*. Obtenido de Universidad de la Sabana:

[http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/6819/1/Correlacion_Maximo_Patinaje_e_%20Escobar_2019.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/6819/1/Correlacion_Maximo_Patinaje_%20Escobar_2019.pdf)

Galvis, A. (2017). *Históricos. Dagoberto Mateus, primer sueño mundial del patinaje colombiano*.

Obtenido de Colombia Comité Olímpico, COC: <http://www.coc.org.co/news/historicos-dagoberto-mateus-primer-sueno-mundial-del-patinaje-colombiano/>

López, C., & Rivera, M. (2023). Control de Enfermería en Personas con Diabetes Gestacional en Embarazadas de la Argentina. *Revista Veritas De Difusão Científica*, 4(2), 88–101.

<https://doi.org/10.61616/rvdc.v4i2.48>

León Mazón, K. M., & Naranjo Corría, R. (2024). Narración de Cuentos para el Desarrollo de la Habilidad de hablar Inglés en Estudiantes de Educación Básica Secundaria. *Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica* , 4(1), 2330–2349.

<https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i1.184>



,MGleser, M., Horsman, D., & Mello, R. (February 1974). The effect on Vo2 max of adding arm work to maximal leg work. *Medicine and science in sports* , 104-107.

Ruiz Díaz Benítez , J. R. (2023). Design of a reference architecture in intelligent warehouse supply logistics through the use of Industry 4.0 technologies. Case of retail Warehouses in the city of Pilar. *Revista Veritas De Difusão Científica*, 4(2), 120–136.

<https://doi.org/10.61616/rvdc.v4i2.50>

