

Determinación del medio de entrenamiento más eficaz en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre de la selección Tuluá 2020

Juan Alejandro Párraga Arana

Stiven Serna Guzmán

Línea de investigación: Pedagogía de la Motricidad y la Cultura Física

Sublínea de investigación: Fisiología del Entrenamiento Deportivo

Unidad Central del Valle del Cauca

Facultad de Ciencias de la Educación

Programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física Recreación y

Deporte

Tuluá–Valle del Cauca

2023

Determinación del medio de entrenamiento más eficaz en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica (aeróbico ligero) en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre de la selección Tuluá 2020

Juan Alejandro Párraga Arana

Stiven Serna Guzmán

Trabajo presentado para optar al título de
Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Educación Física, Recreación y Deporte

Director

Mg. César Augusto Mazuera Quiceno

Codirector

Mg. Albeiro Dávila Grisalez

Unidad Central del Valle del Cauca

Facultad de Ciencias de la Educación

Programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física Recreación y

Deporte

Tuluá–Valle del Cauca

2023

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Agradecimientos

Queremos agradecerle en primer lugar a la Facultad de Educación por darnos la oportunidad de pertenecer al programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física Recreación y Deporte y brindarnos todas las herramientas necesarias para llevar a cabo esta investigación.

De igual manera queremos expresar nuestro más sincero aprecio a todas las personas que hicieron posible la realización de esta tesis. Agradecemos a nuestro director de tesis César Augusto Mazuera Quiceno por su orientación, apoyo y valiosos consejos a lo largo de todo el proceso de investigación. También queremos agradecer a nuestra familia y amigos por su incondicional apoyo y motivación durante esta etapa.

Por último, les agradecemos a los participantes de nuestro estudio, cuya colaboración y tiempo hicieron posible la recopilación de datos. Asimismo, queremos darles el reconocimiento a los profesionales y expertos en el tema que amablemente accedieron a ser entrevistados y compartieron su conocimiento y experiencia.

Dedicatoria

A mi familia, quienes han sido mi fuente de apoyo, amor y motivación incondicional a lo largo de toda mi vida.

Tabla de Contenido

| | pág. |
|--|------|
| Introducción | 13 |
| 1. Medios de entrenamiento en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica de luchadores de la modalidad de libre..... | 21 |
| 1.1. La Lucha Libre | 21 |
| 1.1.1. Generalidades de la Lucha Libre | 21 |
| 1.1.2. Reglamento de la Lucha Libre..... | 22 |
| 1.1.3. La Lucha y sus Modalidades..... | 22 |
| 1.1.4. Características Morfo – Fisiológicas del Luchador | 23 |
| 1.2. Metabolismo Energético de la Lucha, Glucolisis Rápido | 24 |
| 1.3. Metabolismo del Lactato durante el Combate de la Lucha Libre | 26 |
| 1.3.1. Determinantes del Incremento en la Producción del Lactato | 27 |
| 1.3.2. Funciones del lactato como sustrato energético para las células altamente oxidativas y como precursor del gluconeogénesis | 28 |
| 1.4. El Aclaramiento del Lactato durante la Recuperación Activa y Pasiva..... | 29 |
| 1.4.1. Intensidad del Ejercicio Físico durante la Recuperación Activa | 31 |
| 1.5. La Lanzadera y su Implicación en Aclaramiento del Lactato | 32 |
| 1.5.1. Los Transportadores de Monocarboxilatos en el Músculo Esquelético | 33 |

| | |
|---|----|
| 1.6. Medios de Entrenamiento y la Utilización del área Funcional Subaeróbica en el Aclaramiento del Lactato | 34 |
| 2. Metodología..... | 36 |
| 2.1. Hipótesis de Investigación | 36 |
| 2.2. Hipótesis Alterna..... | 36 |
| 2.3. Hipótesis Nula | 36 |
| 2.4. Enfoque | 36 |
| 2.5. Diseño..... | 37 |
| 2.6. Alcance..... | 37 |
| 2.7. Variable Dependiente..... | 37 |
| 2.8. Variable Independiente | 37 |
| 2.9. Población y Muestra..... | 37 |
| 2.10. Criterios de Inclusión y Exclusión..... | 38 |
| 2.10.1. Criterios de Inclusión..... | 38 |
| 2.11. Protocolo..... | 38 |
| 2.11.1. Bicicleta Estática..... | 40 |
| 2.11.2. La Elíptica..... | 40 |
| 2.11.3. Análisis Estadísticos | 40 |
| 3. Resultados..... | 42 |
| 4. Análisis y Discusión | 46 |

| | |
|------------------------------------|----|
| 5. Conclusiones..... | 50 |
| 6. Recomendaciones | 51 |
| 7. Referencias Bibliográficas..... | 52 |
| 8. Apéndices | 59 |

Lista de Tablas

| | pág. |
|--|------|
| Tabla 1 Valores de significancia de la prueba de esfericidad de W de Mauchly..... | 42 |
| Tabla 2 Valores de significancia de la prueba F de ANOVA de medidas repetidas | 42 |
| Tabla 3 Rendimiento del aclaramiento promedio de lactato en el combate uno | 43 |
| Tabla 4 Rendimiento del aclaramiento promedio de lactato en el combate dos..... | 43 |
| Tabla 5 Rendimiento del aclaramiento promedio de lactato en el combate tres | 44 |
| Tabla 6 Rendimiento del aclaramiento promedio de lactato en los tres combates | 44 |
| Tabla 7 Prueba post hoc de diferencia mínima significativa (DMS) para el factor medio de entrenamiento en los tres combates y su promedio | 45 |

Lista de Apéndices

| | pág. |
|---|------|
| Apéndice 1 Jornada de Competición | 59 |
| Apéndice 2 Toma de la Frecuencia Cardiaca | 60 |
| Apéndice 3 Toma de la Frecuencia Cardiaca | 61 |
| Apéndice 4 Recuperación Activa en los Medios la Elíptica y Bicicleta Estática | 62 |
| Apéndice 5 Protocolo Muestreo de Lactato Sanguíneo | 63 |
| Apéndice 6 Formato de Consentimiento Informado | 64 |

Resumen

La investigación determinó el medio de entrenamiento más eficaz en el proceso de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica (aeróbico ligero) en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre con deportistas olímpicos de la selección del Valle del Cauca los cuales tenían edades entre los 17 a 22 años. Para esto se abordó un enfoque cuantitativo con un diseño cruzado de dos periodos.

Los luchadores realizaron combates, entre los cuales se realizó la recuperación mediante elíptica y bicicleta estática terminado cada combate, posterior a ello se recogieron muestras de lactato de las yemas del dedo índice a los 5 min de haber acabado cada combate y a los 15 min de terminar la recuperación activa. Los resultados evidenciaron que la elíptica presentó la mayor eficacia del aclaramiento de lactato en los tres combates con una eficacia del 56.6% frente al 43.5% de la bicicleta estática, la prueba F de ANOVA de medidas repetidas demostró una diferencia altamente significativa ($p = .001$).

Asimismo, la prueba post hoc de diferencia mínima significativa evidenció diferencias estadísticamente significativas entre los medios de entrenamiento ($p = .007$). La elíptica es el medio de entrenamiento más eficaz en el aclaramiento de lactato durante la recuperación activa en comparación a la cicla estática, lo que permite restablecer las reservas de glucógeno hepático y muscular para enfrentar los últimos combates de una jornada de competencia consiguiendo los resultados de la hipótesis de investigación demostrando que el medio de entrenamiento más eficiente para los procesos de aclaramiento de lactato en los deportistas correspondía a la elíptica con trabajos subaerobicos.

Palabras clave: Funcional, deporte, entrenamiento, sub aeróbico, lucha libre, lactato.

Abstract

The investigation determined the most effective means of training in lactate clearance processes using the sub-aerobic functional area (light aerobic) in athletes of the sub-17 and sub-20 categories of wrestling. They focused on Olympic athletes from the wrestling Valle del Cauca team, who were between 17 and 22 years old. For this, a quantitative approach was used with a two-period crossover design.

The wrestlers participated in combats, interspersing active recoveries in each of the means of training (stationary bike and elliptical). Lactate samples were collected from the tips of the index finger five minutes after finishing each fight and, 15 min after completion of active recovery. The results showed that the elliptical presented the highest performance of lactate clearance in the three fights with an efficiency of 56.6% compared to 43.5% of the static cycle, the ANOVA F test of repeated measures increased a highly significant difference ($p = .001$).

In lactate clearance in its average value among the means of recovery. Likewise, the post hoc test of minimal significant difference showed statistically significant differences between the means of training ($p = .007$). The elliptical is the most effective means of training in lactate clearance during active recovery compared to the static cycle, which allows preserving liver and muscle glycogen reserves to face the last bouts of a day of competition, achieving the results of the research hypothesis demonstrating that the most efficient means of training for lactate clearance processes in athletes was the elliptical.

Keywords: Functional, sport, training, sub aerobic, wrestling, lactate.

Introducción

La lucha es un deporte que se caracteriza por su gran intensidad en las competiciones, debido a la velocidad y fuerza con que se ejecutan los gestos técnicos o maniobra defensivas y ofensivas realizadas durante la consecución de los tres combates, dividido cada uno en dos periodos de 3 minutos respectivamente con un descanso de 30 segundos por periodo, y entre combates de hasta 30 minutos (Federación Colombiana de Lucha, 2018). Dicha intensidad, ha generado diversas investigaciones respecto a evaluar las condiciones metabólicas para su mejoramiento en la eficiencia, como lo expresa Pérez (2014), siendo que: “El lactato generado en situaciones anaeróbicas, reconocido como el marcador biológico más significativo del metabolismo celular en ausencia de oxígeno, es a su vez un potencial sustrato energético y una indiscutible fuente de energía” (p. 2).

Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación fue determinar el medio de entrenamiento es más eficaz en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica (aeróbico ligero) en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre de la selección Tuluá del año 2020. Para alcanzar este objetivo se identificó el área funcional subaeróbica de forma individualizada por medio de un monitor de frecuencia cardiaca y utilizando la escala de percepción subjetiva de Borg (1998). Para el alcance de lo planteado previamente, se parte de una revisión de la literatura que permite hacer un reconocimiento de los estudios que sustentan los aspectos teóricos, metodológicos y temáticos.

Desde esta perspectiva, Karnincic, et al (2009); explican que “Tradicionalmente, el nivel de lactato en los atletas durante el entrenamiento intenso o la competencia se ha utilizado para evaluar el nivel de acidosis y fatiga muscular” (p. 19); a lo cual Pérez (2014), explica que la

energía necesaria para las actividades musculares requiere de una gran cantidad de ATP, por lo cual, las células para provisionarse del ATP más complejas, emplean diversos mecanismos que proviene de los hidratos de carbono, grasas y proteínas (p. 6). Respecto al aclaramiento del lactato, Montalvo, et al (2018), manifiestan que el “balance entre la aparición y la remoción de lactato determina que incluso en condiciones basales de normalidad, en individuos sanos y con niveles óptimos de oxigenación se produzca en el organismo cantidades de lactato suficientes” (p. 40).

Entrando a la conceptualización sobre qué es el aclaramiento de lactato. Este fenómeno en la lucha libre, es definido como aquel proceso fisiológico que ocurre en el cuerpo humano después de un esfuerzo intenso. El lactato es un subproducto del metabolismo anaeróbico, producido cuando los músculos no tienen suficiente oxígeno para generar energía. Esto se debe al hecho que durante la lucha libre, los luchadores realizan movimientos rápidos y explosivos, conllevando a una acumulación de lactato en los músculos. Esta acumulación es factor causal de fatiga muscular y disminuir el rendimiento atlético. Además, como lo expresa Kraemer, et al, (2004) cuando hablan de los efectos del lactato, puesto que:

El lactato afectará directamente los mecanismos contráctiles del músculo interfiriendo con las interacciones de los puentes cruzados de actina y miosina. Por lo tanto, los luchadores deben tener la capacidad de amortiguar la alta acidez muscular y sanguínea para poder manifestar los niveles óptimos de fuerza y potencia tanto durante el entrenamiento como durante la competencia (p. 1 – 2).

De allí la importancia en la realización del aclaramiento de lactato, definido como el proceso mediante el cual el cuerpo se deshace del lactato acumulado en los músculos. Esto se logra a través de la oxidación del lactato en el hígado y los tejidos musculares, donde se convierte en piruvato para ser utilizado como fuente de energía. También se puede eliminar a través del sudor

y la orina; acorde al trabajo investigativo de Montalvo, et al. (2.018). Para acelerar el aclaramiento de lactato en la lucha libre olímpica, los luchadores pueden realizar ejercicios de enfriamiento después de las intensas sesiones de entrenamiento o competencias. Estos ejercicios consisten en una actividad de baja intensidad, como una caminata o una carrera suave, que ayuda a promover el flujo sanguíneo y la eliminación del lactato.

Además, una buena hidratación, complementada con una alimentación adecuada pueden contribuir al aclaramiento de lactato. Consumir alimentos ricos en carbohidratos y proteínas después del ejercicio ayuda a reponer las reservas de glucógeno y promueve la recuperación muscular.

Las condiciones anteriormente mencionadas, constituyen la base de la presente investigación, a fin de lograr mejores condiciones para el aclaramiento del lactato, proporcionando un mayor desempeño en las actividades de la lucha libre. Por lo tanto, es importante implementar estrategias efectivas para un entrenamiento en pro de la reducción del lactato, dado que la formación deportiva es un proceso de enseñanza – aprendizaje se desarrolla en diversas etapas como niveles, tanto físico como mentales; conformando la teoría y metodología al entrenamiento práctico aplicado a todos los procesos de formación.

Continuando por la misma línea de pensamiento anterior, y entrando a analizar dicha situación, en los deportistas de Tuluá se puede encontrar esta modalidad en espacios deportivos como el Club de Lucha Morgans, el cual dio inicio a sus actividades en el año 2013, este equipo se encuentra conformado por 9 mujeres y 11 varones. Sumado a ello, el Club maneja dos categorías, sub 17 y sub 20, en las cuales se practican dos modalidades: lucha libre y grecorromana, cuyas prácticas se realizan en la Institución Educativa Occidente de Tuluá.

Ahora el problema de esta investigación aparece durante el encuentro regional de lucha olímpica de las categorías sub 17 y sub 20 realizado en el municipio de Yumbo, donde se evidenció por medio de un método observacional, los combates que tuvieron los deportistas, tres a cuatro combates, detectándose gran intensidad de competición, sin embargo, en los siguientes asaltos fue decreciendo la intensidad con la que luchaban, de acuerdo a esta observación, se optó por realizar un diagnóstico en un segundo encuentro, el cual se efectuó en el municipio de Buga con los mismos deportistas.

En este diagnóstico se empleó la escala de percepción subjetiva del esfuerzo, planteada por Borg (1.998). Para la medición de la frecuencia cardíaca y el muestreo de lactato sanguíneo, así las cosas de conformidad a los resultados se pudo establecer que los atletas se encontraban en la escala de percepción subjetiva de Borg (1.998), respecto a la frecuencia cardíaca y el muestreo de lactato sanguíneo, en este orden de ideas obtuvieron diferentes rangos y enumeraciones que indican un esfuerzo, partiendo del rango número 6, denominado como muy, muy suave, con un promedio de frecuencia cardíaca de 60 a 70 p/m, hasta llegar al rango número 20 denominado como muy, muy duro, con un promedio de 200 a 220 p/m.

En esta escala y conforme con su percepción subjetiva, el deportista puede identificar su rango de esfuerzo, evidenciándose que los deportistas se encontraban en la escala de percepción subjetiva de Borg (1.998), dentro del parámetro de muy duro y dos dentro del parámetro de muy muy duro; además, se observó una frecuencia cardíaca máxima promedio de $191 \pm 1,9$ latidos por minuto. Sin embargo, el muestreo de lactato en sangre al final de la primera muestra fue $\bar{x} = 17.5 \pm 0$, mmol/l; segundo período $\bar{x} = 15, \pm 0.8$ mmol/l y al final del tercer período $\bar{x} = 13.1 \pm 0.7$ mmol/l. De allí nace el planteamiento de esta pregunta de investigación.

¿Cuáles son los medios entrenamientos más eficientes en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica (aeróbico ligero) en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre de la selección Tuluá 2.020?

De acuerdo con el diagnóstico que se realizó y con los anteriores antecedentes, se pudo evidenciar que en esta modalidad deportiva se ejecutan movimientos a grandes intensidades, generando altas concentraciones de lactato sanguíneo, y con respecto a los diferentes antecedentes relacionados con este proyecto se pudo afirmar que estas concentraciones de lactato producen una disminución del rendimiento, generando así una fatiga en el deportista.

Sobre la fatiga existente en los deportistas de lucha libre, Argudo (2.020), explica que “dado las características de los combates que la acidosis metabólica podría considerarse como una de las mayores causas del déficit prolongado de la fuerza de agarre, la fatiga y la congestión que irrumpe en la musculatura” (p. 95). En otro estudio realizado por Brooks, et al (2.022), encontraron que “varios conjuntos de hallazgos a fines del siglo XX llevaron a la realización de la eliminación de lactato oxidativo. Entre estos conjuntos de hallazgos había evidencia de que las preparaciones mitocondriales aisladas podían oxidar el lactato in vitro” (p. 1333).

Por consiguiente, se realizó el muestreo de lactato 5 minutos después de terminado cada combate, y después de haber terminado el ejercicio subaeróbico de carácter regenerativo para afrontar el nuevo combate, teniendo en cuenta que el deportista participa en tres. Y para concluir, se analizó y comparó los niveles de lactato al final de cada combate y posterior al intervalo de descanso activo, teniendo en cuenta el medio de recuperación activa.

Por otro lado, es necesario destacar la importancia de utilizar medios de recuperación activa que aceleren los procesos de aclaramiento de lactato sanguíneo, evidenciándolos estudios científicos que aprueban este tipo de recuperación activa, incluso en deportistas que tienen varios

combates en un mismo día, llevándolos a que puedan desarrollarlos con una mayor eficiencia, demostrándose así en el estudio hecho por Franchini, et al (2.005); quien fundamento su estudio en judokas.

Al hacer uso de los elementos de recuperación activa se permite que el deportista afronte los eventos de forma eficiente, mejorando el rendimiento y aumentando las probabilidades de éxito en los combates, de allí, que sea necesario el entrenamiento de la resistencia aeróbica como un promotor del proceso de aclaramiento, mencionado por López & Vicente (2.017), teniendo en cuenta, que gran parte del lactato producido penetra directamente en las células para ser oxidado y producir energía, todo ello promovido por los procesos de recuperación activa, aumentado la posibilidad de tener éxito en los combates en una misma jornada; al respecto, un estudio en deportes de combate, evidenciando que una recuperación activa aumenta la probabilidad diez veces más de tener éxito en próximos combates con quienes realizan una recuperación pasiva; acorde a lo expresado en el trabajo investigativo realizado por Rojas (2.018), trabajo investigativo orientado en la exigencia física y la recuperación.

Greenwood, et al. (2.007), expone que “los entrenadores deberían considerar incorporar la recuperación a la velocidad del umbral de lactato durante la competencia y quizás durante las sesiones de entrenamiento intenso” (p. 10). Desde allí que, con el propósito de mejoramiento de remoción del lactato, sugiera emplear la recuperación, dando lugar a una mayor remoción de lactato. Resultados posibles gracias a la eficiencia del transportador monocarboxilato (MT1) el cual participa en la oxidación del lactato, pues conduce el lactato a las células musculares en donde a partir del ejercicio activo son oxidadas más rápidamente.

Otro de los trabajos consultados es la investigación realizada por Menzies et al. (2.010); en el que a partir de una muestra determina que “la recuperación activa en lugar de la pasiva

después del ejercicio de acumulación de lactato parece ser más eficaz para eliminar el lactato acumulado” (p. 976). En la remoción de lactato, de igual forma se evidencio que la cantidad de lactato aclarado en los periodos de la recuperación activa fueron mayores en comparación con los periodos de recuperación pasiva ($p \leq 0,007$) siendo éste mucho más favorable durante los primeros 20 minutos de la recuperación activa alcanzando un aclaramiento de alrededor del 50% del lactato máximo acumulado después del esfuerzo máximo, de igual forma se observaron diferencia significativas en la cantidad de lactato aclarado entre este mismo rango de tiempo entre los sujetos de los grupos AA y TT ($p=0,018$). De acuerdo a este estudio los mecanismos de aclaramiento de lactato se consideran mucho más efectivos cuando se realizan recuperaciones a una baja intensidad por un tiempo prolongado.

De igual manera para la realización de este proyecto investigativo se tomó como referencia la siguiente investigación, efecto de diversos métodos de recuperación sobre la remoción de lactato y el desempeño anaeróbico de futbolistas, la cual se llevó a cabo en el 2013, en Brasil; este trabajo investigativo tuvo como objetivo comparar tipos diferentes de métodos de recuperación sobre la remoción de lactato sanguíneo y el desempeño anaeróbico del deportista, teniendo en cuenta esto, se tomó como muestra a 23 varones atletas de futbol, entre 16 y 17 años.

A partir de esto, se evaluó el desempeño anaeróbico aplicado en dos etapas; luego de realizar la primera etapa, fueron agrupados en tres grupos organizados de manera aleatoria en el que realizaron tres métodos diferentes de recuperación con un tiempo de 10 minutos para todos los grupos, los cuales fueron recuperación pasiva, activa y con hielo, en donde en la activa se llevó a cabo una carrera con intensidad del 80% de la velocidad critica en un recorrido de 20 metros y en la recuperación con hielo, los deportistas descansaron de pie en un recipiente con agua fría controlando la temperatura entre 8°C y 10°C.

Así pues, durante los intervalos de descanso se tomaron las muestras de lactato en los minutos dos, cuatro, seis, ocho y diez, seguidamente realizaron la segunda etapa de la prueba para verificar el comportamiento del rendimiento anaeróbico, a partir de esto pudieron verificar más remoción de lactato sanguíneo en la recuperación activa (47,62%), al ser comparado con la recuperación con hielo (16,99% $p = .001$) y la recuperación pasiva (18,20% $p=0,02$), concluyendo que la recuperación activa se mostró más eficiente para la remoción de lactato sanguíneo en comparación con los otros dos métodos estudiados, acorde a lo expresado por Ferrari, et al (2.013).

1. Medios de entrenamiento en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica de luchadores de la modalidad de libre

1.1. La Lucha Libre

La lucha libre es considerada como un deporte de espectáculo, en el cual el combate se da cuerpo a cuerpo. En este deporte los participantes tienen libertad para utilizar todas las partes de su cuerpo, para intentar derrotar a su rival, utilizando movimientos técnicos y tácticos, cuyo objetivo radica en hacer caer al suelo al adversario (Guerrero & Bolívar, 2011). Las acciones técnicas están referidas a la utilización de la fuerza y desplazamientos, mientras que los movimientos tácticos se refieren a la ofensiva, defensiva y ataque (Núñez & Aguilar, 2020). Las técnicas y tácticas de la lucha libre, como de cualquier otro deporte requieren una previa capacitación para que éstas sean efectivas a la hora del combate.

1.1.1. Generalidades de la Lucha Libre

En este deporte los deportistas compiten con una serie de objetivos los cuales implican en derribar, controlar su espalda, realizar rollos a su adversario incluso sacarlo del colchón y para eso emplea diferentes tipos de técnicas las cuales definirán el combate ya que éstas acciones con llevan puntos lo cual permite elegir un ganador dentro del combate (Federación Colombiana de Lucha, 2018).

De acuerdo con lo anterior este deporte también manejan un reglamento a la hora de competir como son las categorías y los pesos en ellas ya que como se mencionada anteriormente pueden aver técnicas que pueda generar lesiones y al haber un gran diferencia de estas categorías o pesos pueden aver más probabilidades de lesiones además en modalidad de deporte se manejan

condiciones muy altas como son la fuerza potencia, flexibilidad, una buena capacidad aeróbica y resistencia muscular, (Horswill, 1992) tanto del tren inferior como el superior para una óptima rendimiento y resultados en un combate.

1.1.2. Reglamento de la Lucha Libre

Según United World Wrestling (2017, p. 32) la lucha libre está compuesta por una serie de reglas generales con la finalidad de garantizar que las acciones de los deportistas no atenten contra la integridad de los involucrados, para ello se ha previsto un espacio determinado para el desarrollo de los encuentros, tiempos específicos dentro del cuadrilátero, autoridades como los árbitros, entre otros, como lo son por ejemplo aquellas reglas que establecen que las tácticas antideportivas o físicamente peligrosas quedan totalmente prohibidas siendo motivo de descalificación automática, y también que las órdenes del árbitro serán obedecidas inmediatamente, de lo contrario se descalificará al luchador que las desobedezca.

1.1.3. La Lucha y sus Modalidades

Existen dos modalidades fundamentales de lucha, las cuales son: la lucha libre en la cual los deportistas pueden usar todo su cuerpo en la competición admitiendo agarres por debajo de la cintura y también el uso de las piernas, por lo cual es considerado como el tipo de lucha más popular y reconocido en el mundo entero. De otro lado, existe la lucha grecorromana, la cual, a diferencia de la lucha libre, los deportistas aplican todos los agarres por encima de la cintura y a diferencia la lucha libre se prohíbe el uso de las piernas para defenderse. En ambas modalidades el objetivo es el mismo, intentar derribar al oponente tirándolo al suelo (Federación Colombiana de Lucha, 2018, p. 58).

1.1.4. Características Morfo – Fisiológicas del Luchador

La lucha es una modalidad deportiva, la cual está caracterizada por su gran intensidad en las competiciones, ya que se presentan de 3 a 4 combates en una misma jornada, dividido cada combate en tres periodos de 2 minutos cada uno con un descanso entre periodos de 30 segundos, y entre combates de hasta 30 minutos (Federación Colombiana de Lucha, 2018, p. 35). Debido a las acciones que los deportistas deben realizar dentro del combate como son ataque, defensas y contra ataques, causa una variación de alta a una moderada intensidad exigiendo a que los deportistas manejen una buena condición para que en el momento que requiera estos componentes fisiológicos el deportista pueda recurrir a las vías energéticas tanto aeróbicas como anaeróbica (Nikooie et al, 2017).

Afirman que los porcentajes de las vías energéticas se distribuyen durante el combate en un 30% la vía fosfagénica, un 30% la vía glucolítica rápida y por último en un 40% la vía de la fosforilación oxidativa, demostrando que tanto la vía aeróbica y anaeróbica contribuyen en el rendimiento del deportista; cada vía energética repercute en distintas capacidades esenciales que se efectúan en esta modalidad, como lo es capacidad de la fuerza explosiva y la fuerza máxima desencadenadas por el sistema anaeróbico, por otro lado la resistencia repercute en la vía aeróbica.

Ciertas características importantes que conforman las bases fisiológicas de un deportista de esta modalidad son capacidades como la fuerza, la resistencia, la flexibilidad, acompañado de un poder aeróbico y una estructura meso mórfica con niveles bajos de grasas (Guerrero & Tapia, 2011). Estos factores contribuyen a que el deportista logre una mayor eficiencia y se denomine como un luchador exitoso, cabe resaltar que, durante el proceso de activación de la vía anaeróbica láctica (Nikooie et al., 2017).

1.2. Metabolismo Energético de la Lucha, Glucolisis Rápido

En el deporte de lucha olímpica la producción de energía es crucial por la intensidad de los combates para un mejor desempeño de los atletas. Durante un combate de lucha olímpica, se requiere unas condiciones como son la fuerza máxima, potencia, resistencia muscular y potencia aeróbica máxima ya que se requieren para las acciones técnicas que se presenta para llevar a cabo el combate, lo que significa que los atletas deben ser capaces de recurrir a diferentes fuentes de energía para mantener un alto nivel de desempeño durante todo el combate (Guerrero & Tapia, 2011).

De acuerdo con lo anterior esas acciones técnicas requieren una gran cantidad de energía en un corto periodo de tiempo, pero no menos importante que la vía aeróbica esto se encarga de la resistencia del peleador durante el combate y acelera el proceso de recuperación dentro de las peleas consecutivas; por lo tanto, los sistemas aeróbico y anaeróbico juegan un papel importante en el combate moderno (Cheriyed ath, 2019).

Por esta razón lo dicho anteriormente los sistemas energéticos se ven reflejados en la práctica de los combates de lucha olímpica desde el inicio con la vía energética de los fosfógenos lo que nos brinda en situaciones de alta intensidad, movimientos explosivos como lo podemos evidenciar en situaciones como lanzamientos, tacles y proyecciones, seguido el combate la vía de energética toma otras rutas metabólicas, la cual es la encargada de generar grandes cantidades de energía cuando una célula muscular la necesita.

En este orden de ideas, el ácido láctico como residuo final se produce en medio del combate realizando empujones, jalones, despegues y derribos, siempre que duren más de 15 segundos, puesto que el aumento de glucosa, la grasa y sustrato, aumentan la resistencia en el atleta a los estímulos a largo plazo, a través del ciclo de Krebs (Nikooie et al, 2017).

En la lucha libre esta capacidad aeróbica se resalta por sus contribuciones glucolíticas, que permite favorecer el éxito en la continuidad de la competencia. Se ha demostrado que los deportistas de rango superior y que suelen tener más probabilidades de éxito en los combates, se destacan por tener un gran poder anaeróbico, tanto en las piernas como en los brazos (Chaabene et al., 2016, p. 26).

En la investigación de Chaabene también se evaluaron las características anaeróbicas de los luchadores mediante la prueba de *wingate*, expresada en rangos de producción de parámetros de potencia (PP) y potencia media (MP) con relación con la masa corporal total. Los resultados de los luchadores de élite en la categoría senior se expresó de 10 a 7 w/kg y de 4 a 9 w/kg en las extremidades inferiores, mientras que los resultados y las extremidades superiores proyectó entre 7 y 11 w/kg y entre 4 y 7 w/kg, con respecto de los luchadores de categoría cadete, los resultados en los miembros inferiores oscilan de 8 a 15 w/kg y de 6 a 7 w/kg y en los miembros superiores de 8 a 11 w/kg y de 45 w/kg, esta investigación es importante porque aborda datos fundamentados en cifras numéricas, lo que permite al investigador un análisis de manera más detallada y crítica.

Estos resultados arrojados demostraron que los luchadores con más poder y capacidad anaeróbica en las extremidades superiores e inferiores, son los que suelen tener más probabilidades de éxito en los combates. Específicamente también evidenciaron que el MP de los miembros superiores eran mucho más altos en luchadores con más probabilidades de éxito, comparándolos con los deportistas que no solían ganar suficientes competencias (Chaabene et al., 2016, p. 53). Concluyendo que la capacidad anaeróbica debía trabajarse continuamente al igual que la capacidad aeróbica para poder lograr un afianzamiento de las dos y obtener resultados mucho más eficientes en el luchador, logrando un rendimiento de lucha libre de alto nivel con más probabilidades de éxito.

1.3. Metabolismo del Lactato durante el Combate de la Lucha Libre

Cuando realizamos ejercicio el músculo requiere de energía ATP a la hora de realizar contracción muscular, esta demanda que genera es obtenida por los alimentos que consumimos o de los almacenamientos que tenemos en nuestro organismo y para utilizar estos almacenamientos necesitamos resintetizar el ATP por medio de la glucólisis rápida el cual genera una sustancia como residuo final el ácido láctico que es disociado en lactato e hidrogeniones (Fernández, 2006).

De acuerdo con lo anterior los deportistas durante sus combates de lucha olímpica la vía energética de la glucólisis rápida tiene un papel muy importante ya que las acciones que realizan los deportistas exigen al músculo en periodos cortos de tiempo ahí se pueden desarrollar el empujes, jalones, sometimientos y lanzamientos provocando que altos niveles de ácido láctico lo cual al disociarse puede incidir negativamente en el desarrollo del combate (Kraemer et al., 2001).

Lo cual hace que los deportistas deban desarrollar al máximo su capacidad anaeróbica y aeróbica, esto les permitirá generar una mayor respuesta ante la acumulación de ácido láctico con el entrenamiento. Cuando el deportista tiene bien desarrollada especialmente su capacidad anaeróbica su cuerpo puede metabolizar con mayor rapidez el ácido láctico y transformarlo otra vez en energía, esto se conoce con el nombre de neoglucogénesis con lo cual se reducen los efectos negativos por la acumulación del ácido láctico.

De la investigación realizada por Kraemer, et al. (2004, p. 75) se puede inferir que durante el combate de la lucha libre el equilibrio ácido base presenta altos niveles de incremento ya que el estilo de lucha libre dura entre 6 y 8 minutos lo cual acelera la concentración de lactato sanguíneo, el autor menciona que estos aumentos se pueden incrementar hasta 15 y 20 mmol/L, lo cual incide en la contracción del músculo ya que se ve afectado los puentes cruzados de actina y miosina y esto a su vez afecta los niveles óptimos de fuerza y potencia. Por lo anterior los deportistas de

lucha libre deben incorporar programas de entrenamiento óptimos para remover el incremento del ácido láctico que ocurre durante el combate o en el entrenamiento.

1.3.1. Determinantes del Incremento en la Producción del Lactato

Las causas que incrementan el lactato son en base a la producción que se da en actividades estrictamente anaeróbicas, durante la práctica deportiva, cuando el ejercicio se realiza a alta intensidad, la producción de lactato es mucho mayor por eso a media que aumenta la intensidad del ejercicio, la velocidad de producción de lactato supera la velocidad de eliminación, lo que conduce a una acumulación de lactato en musculo y en sangre, en este orden de ideas Castro et al. (2018, p. 47) también mencionan que, en condiciones normales, los niveles de lactato oscilan en 2 mEq/L o menos, pero el ejercicio puede elevarlo hasta por encima 4 mEq/L. Asimismo menciona que cuando se producen incrementos en los niveles de lactato se genera un cuadro de acidosis metabólica.

De acuerdo con Castro et al. (2018, p. 40) el ácido láctico es una variable determinante para controlar el rendimiento de los deportistas, al igual esto puede ocurrir también por el nivel de condición física del deportista ya que esto ayuda al luchador para tolerar niveles más altos de lactato debido a la adaptación fisiológica en sus vías energéticas que ocurre como resultado del entrenamiento por ejemplo una mayor densidad de mitocondrias ayudando así a la liberación de lactato en sangre y músculo (Leminszka et al., 2010, p. 72).

Por otro lado, las fibras musculares del deportista o el entrenamiento, puede influir en la proporción de fibras ya que las fibras musculares de contracción rápida tienden a producir más lactato que las fibras de contracción lenta lo que puede variar su producción de esta sustancia y su rendimiento (Castro, et al., 2018, p. 53).

1.3.2. Funciones del lactato como sustrato energético para las células altamente oxidativas y como precursor del gluconeogénesis

El lactato se produce de manera natural en todas las personas debido a que es un compuesto orgánico, el cual se incrementa en el momento que realizamos ejercicios intensos y a su vez se constituye como recurso energético para realizar la actividad deportiva, permitiendo que sea resintetizado para energía, porque el flujo de este sustrato en la circulación es mayor que el de la glucosa (Brooks, 1986, p. 15).

El lactato se usa como sustrato energético para las células altamente oxidativas dándose este proceso cuando el músculo está en ejecución tomando el lactato a través de la mitocondria, lo que activa la lanzadera intracelular de lactato, que no es más que el transportador de monocarboxilato (MCT), que transporta el lactato a otros órganos donde es oxidado por el complejo de oxidación de lactato mitocondrial (mLOC).

Además, la mayor parte de lactato producidos son oxidados por fibras tipo I para que luego pueda ser utilizada como energía en el mismo músculo (Brooks, 1986). Ahora bien, la gluconeogénesis es el proceso mediante el cual se produce glucosa a partir de precursores no glucídicos, como aminoácidos y ácidos grasos. El proceso de gluconeogénesis está controlado por una serie de enzimas, hormonas y sustratos, y se lleva a cabo principalmente en el hígado y en menor medida en el riñón. el ácido láctico producido por los músculos se libera en el torrente sanguíneo y se transporta al hígado.

En el hígado, el ácido láctico se convierte en glucosa a través de la gluconeogénesis, y la glucosa resultante se libera de nuevo en la sangre para ser utilizada por los músculos como fuente de energía este proceso de reciclaje de lactato producido por los músculos y su conversión en

glucosa en el hígado es conocido como el ciclo de Cori, en honor a los bioquímicos Carl y Gerty Cori, quienes descubrieron este proceso en la década de 1920.

1.4. El Aclaramiento del Lactato durante la Recuperación Activa y Pasiva

La recuperación activa en ejercicios continuos a baja intensidad facilita un mayor aclaramiento de lactato. Durante la recuperación pasiva, esta sustancia química llamada lactato, circula por nuestro cuerpo y se remueve lentamente mediante la gluconeogénesis y la oxidación (Menzies et al, 2010, p. 52), Por el contrario, en Pérez (2.014), la recuperación activa ayuda a una remoción de esta sustancia química más rápido ya que se produce una redistribución del lactato gracias al incremento del flujo sanguíneo, favoreciendo al aclaramiento de esta sustancia química con una mayor velocidad por oxidación en los músculos que trabajan a una menor intensidad (p. 49), si tenemos en cuenta el transporte de lactato es significativamente más rápido en la fibra oxidativa que en sus pares glucolíticos.

Vale la pena recordar, que, si bien las fibras oxidativas tienen un alto potencial de captación y oxidación del lactato, también son proclives a su formación y liberación; además, al estar usualmente más tiempo bajo ejercitación que las glucolíticas, el tener un transporte de lactato más rápido les daría una ventaja fisiológica (Ferrari et al., 2013, p. 50). Éste puede ser uno de los motivos del porqué este tipo de fibras presentan una mayor resistencia a la fatiga al compararse con las glucolíticas que, según Pérez (2.014), al tener un transporte de lactato hacia fuera de la célula más lento, ésta pudiera ser la razón del porque después de un ejercicio intenso, el lactato post ejercicio retenido en ellas sea resintetizado en forma de glucógeno (p. 19).

De acuerdo con lo anterior uno de los factores que más incide en la remoción de lactato son los métodos e intensidades de entrenamiento de resistencia en los deportistas, ya que, el

entrenamiento ayuda a el aumento de la densidad mitocondrial, el aumento de los capilares, el aumento de enzimas y uno muy importante los transportadores. El entrenamiento intermitente de alta intensidad está asociado en aumentos en los transportadores de monocarboxilato 1, denominado MCT1, por sus siglas, y transportador 4 de monocarboxilato, MCT4, del 76 y 32% respectivamente, esto facilito la capacidad transportadora del lactato en un 12%, acorde a los expresado por Pérez (2.014) (p. 15).

Los dos transportadores no responden de igual manera al mismo entrenamiento, lo que se sugiere que haya mecanismos reguladores diferentes para cada uno de ellos. Estos cambios en la expresión de estos transportadores pueden desembocar entonces en un aumento del lavado de lactato durante el ejercicio, lo que estaría asociado al aumento del rendimiento en pruebas ya que ayudaría a la remoción de esta sustancia del lactato (Pérez, 2014, p. 72).

Aún se encuentran discusiones sobre la intensidad de la recuperación activa para aclarar esta dicha sustancia en nuestro organismo, algunas investigaciones emplean la intensidad de la recuperación en función de un porcentaje del consumo máximo de oxígeno. Independientemente de la estrategia y de la intensidad que se manejan en los ejercicios, dicha recuperación activa depende del umbral de lactato que cada deportista presente. Dicho porcentaje del consumo máximo de oxígeno en recuperación activa oscilan entre 25 y 63% del consumo de oxígeno (Pérez, 2014, p. 16).

De acuerdo a lo anterior, se encuentran unos instrumentos los cuales tienen aplicabilidad a estos métodos. Los medios de acondicionamiento físico que se van a utilizar son la bicicleta estática y la elíptica, para los cuales el deportista debe acoplarse, como se decía anteriormente, teniendo en cuenta el porcentaje del consumo máximo de oxígeno y la frecuencia cardiaca, y considerando que se va a trabajar el área subaerobica, la cual tiene un nivel de consumo de oxígeno

menor al 50% del VO_2 max y una frecuencia cardíaca que oscila entre 130 a 135 pulsaciones por minuto sobre una frecuencia cardíaca máxima de 200 pulsaciones por minuto (Verdugo, 2007, p. 48).

1.4.1. Intensidad del Ejercicio Físico durante la Recuperación Activa

La recuperación activa a una intensidad correspondiente a la velocidad en el umbral del lactato da como resultado el aclaramiento de lactato a mayor velocidad mejorando el rendimiento posterior de los deportistas (Bompa & Buzzichelli, 2016, p. 16). cabe mencionar que el umbral de lactato es el punto donde esté comienza a acumularse por encima del nivel de reposo mientras los deportistas realizan ejercicio y a partir de allí comienzan a fatigarse, por lo tanto, en cuanto más se aumenta la intensidad del ejercicio esto implica que habrá una mayor cantidad acumulada de ácido láctico.

Por lo cual los ejercicios requeridos para la recuperación activas deben tener como objetivo series cortas. El tipo de ejercicios sugeridos consiste en movimientos alrededor de las articulaciones evitando movimientos prolongados, también son importantes las caminatas y realizar estiramientos, teniendo en cuenta lo sugerido las series cortas e intensidades por debajo del umbral anaeróbico permitiendo el flujo sanguíneo, favoreciendo al aclaramiento de esta sustancia química con una mayor velocidad por oxidación en los músculos que trabajan a una menor intensidad.

De esta forma, se han desarrollado investigaciones que nos permiten saber qué intensidad es más efectiva para restaurar activamente la eliminación de lactato por medio de la recuperación activa basado en lo anterior, que cada deportista tenga su porcentaje de umbral anaeróbico tal y como se presenta en los estudios realizadas por la intensidad de recuperación utilizada como

porcentaje del consumo máximo de oxígeno. Independientemente de la estrategia e intensidad de los ejercicios, la recuperación activa depende del umbral de lactato de cada atleta. Dicho porcentaje de consumo máximo de oxígeno para la recuperación activa varía de 25 a 63% de consumo de oxígeno (Pérez, 2014, p. 32).

Las investigaciones sobre los niveles óptimos de intensidad de recuperación activa para reducir el lactato están buscando nuevas estrategias, como permitir que el atleta encuentre su porcentaje de intensidad en función de cómo se siente, dando una buena recuperación activa y disminución de del lactato con porcentajes relativos al umbral de lactato ya que el cuerpo crea una retroalimentación biológica como regular y controlar las actividades de su sistema y órganos internos. (Bonen y Belcastro, 1976; Menzies y col., 2010). (Menzies y col., 2010, p. 14).

1.5. La Lanzadera y su Implicación en Aclaramiento del Lactato

Tras un esfuerzo de alta intensidad los valores del lactato se aumentan, pero cuando se hace una recuperación activa la mayor parte de lactato que se acumula en la sangre comienza aclararse, lo cual hace que el lactato se movilice de forma continua para poder ser oxidado o metabolizado, pero para que todo este proceso pueda suceder se necesita de la existencia de la lanzadera (Insua, 2003, p.1). El proceso de la lanzadera también es conocido como un intercambio célula a célula por casos como el que sucede entre las fibras blancas y las rojas encargadas de la glucólisis y oxidación respectivamente.

También se debe señalar que “el músculo esquelético es probablemente el componente más importante de la lanzadera de lactato en lo que se refiere a producción y consumo” (Gladden, 2008, p.1). Ya que los músculos que se encuentran en un estado estable consumen mayor lactato utilizándolo como combustible para la actividad requerida. Una vez realizados los procesos de

intercambio donde la lanzadera tiene un papel fundamental, es necesario generar el proceso de transporte de lactato, el cual es llevado a cabo por proteínas de transporte llamadas monocarboxilatos (MCTs).

1.5.1. Los Transportadores de Monocarboxilatos en el Músculo Esquelético

El aclaramiento de lactato en el deporte de lucha libre se favorece con la recuperación activa con una intensidad que varía de acuerdo a la frecuencia cardiaca máxima del deportista, lo cual implica procesos metabólicos de oxidación, pero es necesario resaltar que la eficiencia de este proceso depende de los transportadores de monocarboxilatos, por medio del cual el lactato es transportado a la membrana mitocondrial interna por medio de 1 monocarboxilato MCT1 por consiguiente el lactato estando dentro de la matriz mitocondrial, la LDH mitocondrial catalizaría la conversión del lactato a piruvato que se oxidaría a acetil CoA a través de la reacción PDH y por último el acetil CoA ingresa al ciclo de los ácidos tricarboxílicos (TCA) (Ferguson et al., 2018, p. 10).

Por su parte, Pilegaard et al. (1999, p. 46), encontraron que el entrenamiento de alta intensidad se relacionó en aumentos en los MCT1 y MCT4 del 76 y 32% respectivamente, facilitando la capacidad transportadora del lactato en un 12%. mejorando así el aclaramiento del lactato durante el ejercicio. Ahora bien, cabe resaltar que transportador MCT1 se encuentra principalmente en el músculo esquelético debido a su función oxidativa, mientras que en los músculos que predominan la glucólisis su presencia es menor, de allí la importancia del músculo esquelético en el entrenamiento de los deportistas, ya que, sí éste es estimulado a una alta intensidad se aumenta el transporte de lactato, por ende, este es oxidado de manera más rápida.

1.6. Medios de Entrenamiento y la Utilización del área Funcional Subaeróbica en el Aclaramiento del Lactato

Los medios más utilizados en el entrenamiento y la utilización del área funcional subaeróbica en el aclaramiento del lactato tienen que ver con la combinación de estilo y velocidades a intensidades altas siendo así tipos de ejercicio o movimientos que tenga relación o no ayudando a mejorar sus capacidades, dependiendo del tipo de deporte que se realice en este caso la lucha olímpica, creando así tipos de planes de entrenamientos o combinaciones, entre combates y ejercicios aeróbicos como ejemplo (dos deportistas harán push pull).

Y luego cada uno hace una sumersión alternadamente luego que cada uno ejecute la técnica hacen tres saltos a la llanta con defensa al caer de la llanta) creando así mas incremento de la producción de lactato fuera del musculo, así las cosas según Álvarez (2014, p. 71) en este tipo de entrenamiento se observa un aumento en torno al 15% del contenido de MCT1 y del antiportador Na^+ / H^+ , mientras que el contenido de MCT4 muestra un incremento más moderado, alrededor del 11%. (p. 69).

El mismo estudio de Álvarez pudo establecer que tras un entrenamiento de 8 semanas intermitentes de alta intensidad enfocado solo en una pierna, permitió constatar que es necesario realizar ejercicios con una intensidad mayor a un minuto para alcanzar los 12 mMol/l, lo cual repercute en un mayor aumento del lactato y por ende mayor oxidación, respecto a la otra extremidad no entrenada no se alcanzaron niveles óptimos para el aclaramiento de lactato.

Como ya se ha mencionado, a partir de diferentes estudios (Greenwood et al., 2008, p. 32), Menzies et al. (2010, p. 26) y Álvarez (2014, p. 48) se ha demostrado que el entrenamiento a altas intensidades incrementa las posibilidades de aclarar el lactato, mucho más si se tiene en cuenta la función del transportador MCT1 en el músculo esquelético y su capacidad oxidativa, por ende,

entre mayor transporte de lactato se produzca mayor, será la capacidad oxidativa en el músculo esquelético, en cuanto a la utilización del área funcional subaeróbica en la remoción de lactato.

Se puede decir que esta área es utilizada para entrenar grandes volúmenes generando nuevas adaptaciones para el acondicionamiento físico, es imprescindible para entrenar las intensidades más elevadas de entrenamiento anaeróbico, ya que, preserva la carga de glucógeno usando grasas como combustible principal y se convierte en la base funcional aeróbica central y periférica, también aumenta la tasa de glucogenosíntesis, por lo, tanto el área funcional aeróbica es la mejor opción para desarrollar una mayor potencia de remoción de lactato.

2. Metodología

2.1. Hipótesis de Investigación

El protocolo que utiliza como medio de recuperación activa la elíptica presenta una mayor eficacia en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre de la selección Tuluá.

2.2. Hipótesis Alternativa

El protocolo que utiliza como medio de recuperación activa la bicicleta estática presenta una mayor eficiencia en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre de la selección Tuluá.

2.3. Hipótesis Nula

Los protocolos que utilizan como medios de recuperación activa la elíptica o bicicleta estática no presentan diferencias en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de Lucha libre de la selección Tuluá.

2.4. Enfoque

En esta investigación se utilizó un enfoque cuantitativo, dado que los resultados fueron sometidos a procesos estadísticos, haciendo énfasis en datos numéricos. (Insua, 2003, p. 19).

2.5. Diseño

Esta investigación utilizó un diseño cruzado de dos periodos, donde cada participante fue asignado aleatoriamente a una secuencia de dos medios (Bompa & Buzzichelli, 2016), quienes debieron usar su propio control.

2.6. Alcance

El alcance de esta investigación fue de carácter explicativo ya buscó determinar cuáles son los medios de entrenamiento más eficaces en los procesos de remoción de lactato.

2.7. Variable Dependiente

El porcentaje de eficiencia en el aclaramiento de lactato evidenciando por medio de la concentración del lactato en sangre.

2.8. Variable Independiente

Medios de entrenamiento en este caso la bicicleta estática y la elíptica, además del área Subaeróbica.

2.9. Población y Muestra

La población pertenecía a los Clubes Morgan y Gladiadores, cuyas prácticas se realizaban en la Institución Educativa Occidente y parque infantil Julia Escarpeta de Tuluá, donde se seleccionó una muestra de cuatro deportistas de manera aleatoria, en las categorías de atletas sub 17 y sub 20 de lucha libre, integrando cuatro parejas, dos de ellas de hombres y las dos restantes de mujeres (edad: 19.1 ± 1.35 años, altura: 1.71 ± 0.06 m, peso corporal 65.5 ± 2.21 kg y con

experiencia de la práctica de la lucha olímpica de 5.75 ± 1.31 años), así mismo las secuencias fueron aleatorizadas para utilizar los medios de entrenamiento por medio de una balota.

2.10. Criterios de Inclusión y Exclusión

2.10.1. Criterios de Inclusión

Para seleccionar la toma de lactato se tuvo en cuenta que los deportistas de lucha formaran parte de los Clubes Morgan y Gladiadores, los luchadores de las categorías sub-17 y sub-20 y deportistas con cuatro años de entrenamiento ininterrumpido.

2.10.2. Criterios de Exclusión

No hicieron parte de esta investigación las personas que se estaban recuperando de alguna lesión, osteomusculares o lesiones cutáneas, tampoco los deportistas que estaban consumiendo algún suplemento que ayudara a la recuperación muscular y cardiovascular. En este orden de ideas, otros factores que ameritaron la exclusión debido a la alteración de los resultados de la toma del lactato son el ciclo menstrual, la dieta, la condición física, el trabajo físico anterior al test de esfuerzo y el ritmo circadiano y quienes estuvieron consumiendo medicamentos que afectarían el rendimiento deportivo.

2.11. Protocolo

Las pruebas de los deportistas de lucha del Club Morgans Tuluá se realizaron en las canchas de microfútbol y en el centro de acondicionamiento físico de la UCEVA, este último con la finalidad de utilizar la elíptica y bicicleta estática para que los atletas se adaptaran con

anticipación a los medios de entrenamiento, al igual que se determinaron las intensidades que se iban a manejar por medio del lactato sanguíneo López & Vicente, (2.017)(p. 26).

Posteriormente a cada participante se le asignó aleatoriamente una secuencia de dos medios, siendo ellos mismos su propio control, en el desarrollo de la actividad los deportistas realizaron un calentamiento 12 minutos de activación cardiovascular y luego 12 minutos de gimnasia donde se incluyeron acciones técnicas. Seguido a ello se realizaron tres combates cada uno de dos rounds de 3 minutos con un periodo de descanso entre cada uno de 30 segundos y de 20 minutos entre combates.

Una vez finalizado cada combate se procedió a tomar la frecuencia cardiaca de los participantes con una banda polar, seguido a ello y transcurridos cinco minutos se tomaron muestras de sangres con una lanceta de gatillo automático y se midió el lactato con un Lactate Scout, teniendo en cuenta las medidas de bioseguridad, como lo son el uso de guantes y máscaras por parte del evaluador, y el uso tópico aséptico de alcohol y jabón de pH neutro en la yema del dedo índice de los atletas (Accu-Chek).

Es de resaltar que todos estos datos se registraron en un formato, elaborado de manera previa, al finalizar cada combate los deportistas se dirigieron al centro de acondicionamiento físico donde estaban dispuestos los medios de entrenamiento de elíptica y bicicleta estática para realizar la recuperación activa de carácter regenerativo. La duración de la respectiva recuperación duró 15 minutos a una intensidad moderada con respecto al área subaeróbica, para un buen barrido de ácido láctico. Seguido a ello y al finalizar los 15 minutos, nuevamente se hizo la toma del lactato a los deportistas para observar su capacidad de recuperación y aclaramiento de lactato, esta secuencia se realizó tres veces, enfatizando que después de cada combate, los luchadores pasaron

respectivamente por el proceso de recuperación activa, en dos medios de entrenamiento, uno por cada sesión.

2.11.1. Bicicleta Estática

Las bicicletas estáticas que se utilizaron para la recuperación activa fueron de las referencias sportline.

2.11.2. La Elíptica

Las elípticas que se manejaron como medio de entrenamiento de la recuperación activa fueron de la referencia Precor .

2.11.3. Análisis Estadísticos

Se utilizó un modelo lineal general con dos factores, ambos de medidas repetidas, el primero, la medición de las concentraciones de lactato sanguíneo a los 5 min (lactato pico) y a los 15 min (luego de la recuperación activa), y el segundo como factor principal, los medios de entrenamiento (elíptica y bicicleta estática) sobre la eficacia en el aclaramiento del lactato como variable de respuesta, evaluándose el efecto a través de dicho modelo en cada uno de los tres combates desarrollados y de manera general consolidando todos los combates con sus promedios.

Inicialmente, se realizó la prueba de esfericidad W de Mauchly en los tres combates y en el promedio general de los mismos, permitiendo establecer que los factores satisficieron la hipótesis de esfericidad ($p > .05$) pero no hubo cumplimiento en su interacción ($p < .05$), por lo que se recurrió a las pruebas con esfericidad asumida para los efectos principales de los dos factores y la prueba con corrección Greenhouse-Geisser para el efecto de interacción.

Seguidamente se realizaron las pruebas ANOVA de medidas repetidas, que determinaron la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los medios de entrenamiento, ahora bien, para identificar entre que medios de entrenamiento existieron diferencias, se emplearon las comparaciones post hoc, utilizando la diferencia mínima significativa (DMS), estableciéndose un nivel de significancia estadística de $p < .05$. Todos los análisis estadísticos se procesaron utilizando SPSS 24, software para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

3. Resultados

Tabla 1

Valores de significancia de la prueba de esfericidad de W de Mauchly

| Combate | Medio | Tiempo | Medio * Tiempo |
|------------------|-------|--------|----------------|
| Combate 1 | .573 | - | .526 |
| Combate 2 | .509 | - | .336 |
| Combate 3 | .010 | - | .295 |
| Combate promedio | .725 | - | .199 |

Fuente de elaboración propia

La tabla 1 expone el p valor de la prueba de esfericidad W de Mauchly en los tres combates y en el promedio general de los mismos, este valor permitió establecer que los factores satisfacen la hipótesis de esfericidad ($p > .05$) pero su interacción no la cumple ($p \leq .05$). Por lo anterior se utilizó las pruebas con esfericidad asumida para los efectos principales de los dos factores y la prueba con corrección Greenhouse-Geisser para el efecto de interacción.

Tabla 2

Valores de significancia de la prueba F de ANOVA de medidas repetidas

| Combate | Medio | Tiempo | Medio * Tiempo |
|------------------|--------|--------|----------------|
| Combate 1 | .012* | .000** | .303 |
| Combate 2 | .005** | .000** | .557 |
| Combate 3 | .316 | .001** | .485 |
| Combate promedio | .001** | .000** | .274 |

Fuente de elaboración propia

En la tabla 2 se evidencian los resultados de la prueba F de ANOVA de medidas repetidas en los tres combates y su promedio, se encontraron diferencias altamente significativas en los medios de entrenamiento (combate uno $p = .012$; combate dos $p = .005$) exceptuando el combate tres ($p = .316$), pero al realizar el promedio general de aclaramiento de lactato se observó una diferencia altamente significativa ($p = .001$). Además, al comparar los valores de aclaramiento de lactato luego de los 15 min de recuperación activa con respecto al valor pico de lactato a los 5 min de terminar los combates se apreciaron diferencias altamente significativas en el promedio general del factor tiempo ($p = .000$); pero no se observaron interacciones entre medios de entrenamiento y tiempo en todos los combates, ni en su promedio general ($p = .274$).

Tabla 3

Rendimiento del aclaramiento promedio de lactato en el combate uno

| Medio de entrenamiento | Tiempo | Media | e.e. | Dif medias | Eficacia |
|------------------------|--------|--------|-------|------------|----------|
| Elíptica | 5 min | 10,788 | 1,398 | 5,850 | 54,2% |
| | 15 min | 4,938 | ,460 | | |
| Bicicleta estática | 5 min | 13,100 | 1,700 | 4,550 | 34,7% |
| | 15 min | 8,550 | 1,046 | | |

Fuente de elaboración propia

Tabla 4

Rendimiento del aclaramiento promedio de lactato en el combate dos

| Medio de entrenamiento | Tiempo | Media | e.e. | Dif medias | Eficacia |
|------------------------|--------|--------|-------|------------|----------|
| Elíptica | 5 min | 10,338 | 1,036 | 5,550 | 53,7% |
| | 15 min | 4,788 | ,703 | | |
| Bicicleta estática | 5 min | 13,725 | 1,179 | 5,788 | 42,2% |
| | 15 min | 7,938 | 1,209 | | |

Fuente de elaboración propia

Tabla 5*Rendimiento del aclaramiento promedio de lactato en el combate tres*

| Medio de entrenamiento | Tiempo | Media | e.e. | Dif medias | Eficacia |
|------------------------|--------|--------|-------|------------|----------|
| Elíptica | 5 min | 11,538 | 1,428 | 7,088 | 61,4% |
| | 15 min | 4,450 | ,568 | | |
| Bicicleta estática | 5 min | 12,438 | 1,720 | 6,738 | 54,2% |
| | 15 min | 5,700 | ,563 | | |

Fuente de elaboración propia

Las tablas 3, 4 y 5 presentan el rendimiento promedio en el aclaramiento del lactato en cada uno de los tres combates. Como se puede observar la elíptica es el medio de entrenamiento que presentó la mayor eficacia en todos los combates con valores del 54,2% en el combate uno, 53,7% en el combate dos y 61,4% en el combate tres.

Tabla 6*Rendimiento del aclaramiento promedio de lactato en los tres combates*

| Medio de entrenamiento | Tiempo | Media | e.e. | Dif medias | Eficacia |
|------------------------|--------|--------|-------|------------|----------|
| Elíptica | 5 min | 10,888 | 1,157 | 6,163 | 56,6% |
| | 15 min | 4,725 | 0,465 | | |
| Bicicleta estática | 5 min | 13,088 | 1,430 | 5,692 | 43,5% |
| | 15 min | 7,396 | 0,428 | | |

Fuente de elaboración propia

En la tabla 6 se puede evidenciar que la elíptica presentó el mayor rendimiento del aclaramiento promedio de lactato en los tres combates con una eficacia del 56,6% frente al 43,5% de la cicla estática.

Tabla 7

Prueba post hoc de diferencia mínima significativa (DMS) para el factor medio de entrenamiento en los tres combates y su promedio

| Medio de entrenamiento | | <i>p</i> valor | | | |
|------------------------|--------------------|----------------|-----------|-----------|------------------|
| | | Combate 1 | Combate 2 | Combate 3 | Combate promedio |
| Elíptica | Bicicleta estática | .0011* | .0015* | .099 | .007* |
| Bicicleta estática | Elíptica | .0011* | .0015* | .099 | .007* |

Fuente de elaboración propia

Como se muestra en la tabla 7, la prueba post hoc de diferencia mínima significativa (DMS) evidenció que existen diferencias estadísticamente significativas entre los medios de entrenamiento elíptica y bicicleta estática, en los combates uno, dos y en el promedio de los combates.

4. Análisis y Discusión

El objetivo de esta investigación fue determinar el medio de entrenamiento más eficaz en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre de los Clubes Morgan y Gladiadores del municipio de Tuluá en el año 2020, Por lo cual a partir de la aplicación de métodos de recuperación activa, en el que se trabajen áreas funcionales como la subaeróbica llevadas a cabo con medios de entrenamiento en esta investigación específicamente la elíptica permiten un mejor aprovechamiento de este potencial producto oxidable como lo es el lactato (Menzies et al, 2010, p. 42), destacando así los principales hallazgos de esta investigación, en donde se resaltan el promedio general de aclaramiento de lactato, en el que se observa una diferencia altamente significativa ($p =,001$).

Además se evidencia que existe una divergencia significativa entre los medios de entrenamiento elíptica y bicicleta estática ($p <,05$) aplicada a los sujetos intervenidos en el estudio; estos resultados se dan debido a que el lactato al ser un producto intermedio de la glucólisis genera una acidosis metabólica, el cual requiere de la difusión de este hacia la sangre, por consiguiente el trabajo con la elíptica a intensidades subaeróbicas permiten que pueda ser reabsorbido con mayor facilidad ya que este tipo de ejercicio involucra más grupos de músculos esqueléticos, principalmente en las fibras más oxidativas, además que este tipo de deportes se utilizan tanto el tren inferior como el superior, asociándose más a los movimientos del deporte causando un mayor aclaramiento del lactato (Gladden, 2008), en el que a su vez se transporta mediante el MCT1.

Hacia el interior de la mitocondria para así ser catalizado por la lactato deshidrogenasa mitocondrial y generar piruvato que seguidamente se descarboxila en Acetil Coa para entrar así al

ciclo tricarbónico y la cadena transportadora de electrones para producir energía (Ferguson et al, 2018, p. 28), y posteriormente postergar la fatiga del deportista al disminuir las alteraciones del PH provocadas por el lactato, por lo tanto se suscita el porqué de la disminución de los niveles de lactato a partir de la aplicación de medios de entrenamiento como la Elíptica para la recuperación activa con áreas funcionales como la subaeróbica, permitiendo de esta manera una mayor aclaramiento de este producto intermedio, resaltando así la importancia de aplicar la recuperación activa no solo durante los entrenamientos sino que también en las competencias (Franchini et al, 2009, p. 47),

Ahora bien, al comparar los resultados de la investigación con otros estudios se puede apreciar que los medios de entrenamiento como la elíptica y la bicicleta aplicados en la recuperación activa producen efectos significativos sobre los niveles de aclaramiento de lactato, que corroboran la importancia de aplicar recuperaciones activas mediante intensidades que estén cercanas al área funcional subaeróbica, ya que son una herramienta para mejorar la capacidad de aclaramiento y utilización del lactato como energía, siendo esta necesaria para deportes donde se caracteriza por presentar altos niveles como lo son los de lucha en especial la lucha libre López & Vicente (2017)(p. 40).

En cuanto a estudios sobre el aclaramiento de lactato, en su totalidad, las investigaciones concuerdan con la utilización de recuperaciones activas por sobre las pasivas, ya que demostró que este tipo de actividades producen efectos significativos sobre los niveles de aclaramiento del lactato y que por consiguiente influían enormemente en la mejora del rendimiento (Menzies et al, 2010, p. 15) de la misma manera como se evidencia en la presente investigación, donde se obtuvieron efectos significativos en la remoción del lactato.

Continuando con lo anterior, en el estudio hecho por Ahmaidi y otros, (1996, p. 45) se utilizó la recuperación activa como estrategia metodológica, dónde se valoraron los cambios en el aclaramiento del lactato, la cual empleo como recurso para el aclaramiento, intensidades cercanas al 32% del potencial aeróbico máximo, que a su vez se relaciona con la intensidad aplicada en la investigación llevada a cabo, en el que se utiliza el área funcional subaeróbica que como es mencionado anteriormente en la base teórica presenta un Vo_{2max} igual o menor al 50%, de igual manera cabe mencionar el estudio de Menzies et al, (2010, p. 16).

En el que utilizan como recurso para el manejo adecuado de la intensidad al momento de realizar la recuperación activa, la frecuencia cardíaca máxima, en el que estos autores recurren a intervalos entre el 65% y el 75% de está, reflejando así la similitud de este estudio al igual que la anterior, en la intensidad apropiada para la adecuada remoción del lactato, ya que para diferentes autores el área funcional subaeróbica presenta niveles porcentuales menores o iguales al 75% de la frecuencia cardíaca máxima, en consecuencia, se evidencia que las anteriores investigaciones que integran la metodología del área funcional subaeróbica o relacionada con está, presentan alta efectividad para lograr mejores resultados en la variable estudiada.

En este mismo orden de ideas, es importante tener en cuenta los tiempos de recuperación activa aplicados en las siguientes investigaciones (Greenwood et al, 2008, p. 41) en los cuales los dos estudios recurren a los 10 minutos como tiempo suficiente para generar los procesos fisiológicos de aclaramiento del lactato, por otro lado la investigación de Menzies et al, (2010, p. 13) recurrió a la implementación de 40 minutos para generar estos procesos, a diferencia del presente estudio el cual como protocolo utilizo solo 15 minutos después de la toma de lactato;

Complementando lo anterior y retomando el estudio mencionado de (Menzies et al, 2010, p. 23), quienes durante los 40 minutos de recuperación activa hicieron la recolección de tomas de

lactato en los minutos 10,20,30 y 40 respectivamente, concluyeron así que el mayor nivel de aclaramiento se presenta en los primeros 20 minutos, evidenciando así junto con el presente estudio y las demás investigaciones abordadas en esta discusión que el tiempo ideal para generar los procesos fisiológicos relacionados con la remoción del lactato se presenta entre los 10 y los 20 minutos iniciados la recuperación activa.

Concluyendo esta investigación con los resultados logrados se pudo apreciar que la elíptica como medio de entrenamiento para el aclaramiento de lactato es más eficiente que a la bicicleta estática dándole así un mejor rendimiento y resultados a los deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre de los Clubes Morgan y Gladiadores del municipio de Tuluá en el año 2020, ya que en este deporte si pueden presentar varios topes de competición para obtener una victoria.

5. Conclusiones

Después de un análisis de los resultados obtenidos se puede concluir que a pesar de que la bicicleta estática como medio de recuperación activa posterior a cada combate presenta una variación en la disminución de lactato en sangre, los resultados no son significativos. Por el contrario, los resultados evidenciados con el uso de la elíptica como medio de recuperación activa después de cada combate demuestran la efectividad, concluye que la elíptica es un mejor medio de recuperación activa que la bicicleta estática para el aclaramiento de lactato en los deportistas de lucha.

Se concluyó que para los deportistas mejorar su rendimiento ya sea en sus entrenamientos o competencia se debe realizar tiempos de recuperación activa, entre los 10 y 20 minutos ya que es el tiempo ideal para generar mejores procesos de remoción de lactato.

Se halló la determinación del área subaeróbica en los deportistas, para la ejecución del ejercicio de carácter regenerativo, teniendo en cuenta los datos de la frecuencia cardiaca máxima y mínima, obtenido el área funcional subaeróbica para cada atleta de igual manera los deportistas se encontraban en la escala de percepción subjetiva de Borg con datos entre 6 a 10 en el momento de ejecutar la recuperación activa.

En este sentido los hallazgos identificados contribuyen a la disminución de la brecha de conocimientos existentes, en el campo de la investigación deportiva, promoviendo nuevos métodos de recuperación para mayores probabilidades de éxito en los combates.

6. Recomendaciones

Se recomienda a los entrenadores o deportista realizar recuperaciones activas tales como cómo la elíptica y la bicicleta, demostrando una efectividad ya que son ejercicios que involucran gran cantidad de grupos musculares siendo así un mayor aclaramiento de lactato.

Se sugiere a los entrenadores manejar el tiempo adecuado del deportista a la hora de hacer su recuperación activa y su intensidad con que realiza el ejercicio para un positivo aclaramiento ya que puede cambiar de disminuir aumentar estos niveles.

De igual manera crear tipos de ejercicios basados en el tipo de deporte siendo más específicos en los grupos musculares que se desarrollan, promoviendo nuevos métodos de recuperación, obteniendo un mejor desempeño y un mejor rendimiento en los combates

7. Referencias Bibliográficas

- Diéguez, J. (1997). Aerobic en salas de fitness: manual teórico práctico. En J. Diéguez, Aerobic en salas de fitness: manual teórico práctico (pág. 38). Barcelona: INDE.
- Insua, M. (2003). Conceptos actuales acerca del shuttle de lactato. *Lecturas: Educación física y deportes*, 58. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=306168>
- Naghibi, S. (2012). Effect of active and passive recovery after Wingate Test in athletes. *Department of Physical Education, Shahrood Branch, Islamic Azad University, Shahrood, Iran*, 3(5), 2517-2519. doi:0976-1233
- Ahmaidi, S., Granier, P., Taoutaou, Z., Mercier, J., Dubouchaud, H., & Prefaut, C. (1996). Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intensive exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(4), 450-456. doi:10.1097/00005768-199604000-00009
- Argudo Fuentes, C. A. (2020). El proceso de formación deportiva del luchador olímpico español. Recuperado el 31 de julio de 2023, de Red de Información Educativa: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/246831/proceso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Baker, S., & King, N. (1991). Lactic acid recovery profiles following exhaustive arm exercise on a canoeing ergometer. *Sport Health and Physical Education, University College of North Wales, Bangor, UK*, 25(3), 165-167. doi:10.1136
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. (2016). *Periodización del entrenamiento deportivo*. Badalona: Paidotribo.
- Bonitch, J. (2006). Evolución de la fuerza muscular relacionada con la producción y aclaramiento de lactato en sucesivos combates de judo. Granada: Editorial de la

- universidad de Granada. Obtenido de
<https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/1086/16427373.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Borg, G. (1.998). Borg's Perceived Exertion And Pain Scales. Recuperado el 18 de marzo de 2.021, de
https://www.researchgate.net/publication/306039034_Borg's_Perceived_Exertion_And_Pain_Scales
- Brooks, G. (2018). The science and translation of lactate shuttle theory. *Cell Metabolism*, 27(4), 757-785. doi:10.1016/j.cmet.2018.03.008
- Brooks, G. A. (1986). La lanzadera de lactato durante el ejercicio y la recuperación. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(3), 360 - 368.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.03.008>
- Brooks, G. A., Curl, C. ..., Leija, R. G., Osmond, A. D., Duong, J. J., & Arévalo, J. A. (5 de enero de 2.022). Tracing the lactate shuttle to the mitochondrial reticulum. Recuperado el 05 de agosto de 2.023, de <https://doi.org/10.1038/s12276-022-00802-3>
- Cardozo, L. A., Vera, D. A., Conde, O. A., & Yáñez, C. A. (2017). Aspectos Fisiologicos de deportistas elite de taekwondo: una revision narrativa. *REEFD*(418), 35-46. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6345853&orden=0&info=link>
- Castarlenas , J., & Fortó, J. (1997). El entrenamiento de la resistencia en los deportes de lucha con agarre. *Departamento de Rendimiento Deportivo,INEF.Ueida* (47), 81-87. doi:1577-4015

- Chaabene, H., Mkaouer, B., Negra, Y., & Franchini, E. (2016). Physical and physiological profile of wrestler athletes: Short review. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(5), 1-23. doi:10.1519/JSC.0000000000001738
- Costa , P., Musialowski, R., & Palma, A. (2019). Central and Peripheral Fatigue in Physical Effort. *Journal of Exercise Physiologyonline*, 22(5), 220-226.
- Draper, N., Bird, E. L., Coleman, I., & Hodgson, C. (2006). Efectos de la recuperación activa sobre la concentración de lactato, la frecuencia cardíaca y la RPE en la escalada. *Revista de Ciencia y Medicina del deporte*, 5, 97-105.
- Evans, W. J., & Lambert, C. P. (2007). Physiological basis of fatigue. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, 82(1), S29-S46. doi:10.1097/PHM.0b013e31802ba53c
- Federación Colombiana de Lucha. (2018). Federación Colombiana de Lucha. Recuperado el 12 de marzo de 2.020, de <http://www.fedeluchacol.com/>
- Ferguson, B., Rogatzki, M., Goodwin, M., Kane, D., & Gladden, B. (2018). Lactate metabolism: historical context, prior misinterpretations, and current understanding. *European Journal of Applied Physiology*, 118, 691–728. doi:10.1007/s00421-017-3795-6
- Fernández, A. (2006). Sistemas Energéticos en el ejercicio. En J. López, & A. Fernández, *Fisiología del Ejercicio* (3 ed., págs. 186 -195). Medica Panamericana.
- Ferrari, H. G., Oliveira, R., Vinicius Strapasson, M., Rodrigues, R. A., Libardi, C. A., & Cavaglieri, C. R. (diciembre de 2.013). Efeito de diferentes métodos de recuperação sobre a remoção de lactato e desempenho anaeróbio de futebolistas. doi:doi.org/10.1590/S1517-86922013000600009

- Franchini, E., Hartmann, K., & Matsushigue, K. (2009). Taekwondo: Physiological responses and match analysis. *J Strength Cond Res*, 23(4), 1112-1117. Obtenido de [10.1519/JSC.0b013e3181a3c597](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a3c597)
- Franchini, E., Takito, M., Kiss, M. A., & Sterkowicz, S. (2005). Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. Recuperado el 5 de agosto de 2023, de *Biology of Sport*, Vol. 22 N: https://www.academia.edu/21032677/Physical_fitness_and_anthropometrical_differences_between_elite_and_non_elite_judo_players
- Gladden, B. (2008). A "Lactatic" Perspective on Metabolism. *Med. Sci. Sports Exerc*, 40(3), 477-485. doi:10.1249/MSS.0b013e31815fa580
- Greenwood, J. D., Moses, G. E., Bernardino, F. M., Gaesser, G. A., & Weltman, A. (28 de septiembre de 2007). Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. Recuperado el 2 de agosto de 2023, de *Journal of Sports Sciences*: https://www.researchgate.net/publication/5987279_Intensity_of_exercise_recovery_blood_lactate_disappearance_and_subsequent_swimming_performance
- Greenwood, J., Moses, E., Bernardino, M., Gaesser, G., & Weltman, A. (2008). Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. *Journal of Sports Sciences*, 1(26), 29-34. doi:10.1080/02640410701287263
- Guerrero, R., & Tapia, B. (2011). Desarrollo de la fuerza en la lucha olímpica categoría cadetes 15-17 años de la selección del Azuay. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1232>

- Guevara, P., Díaz, R., Galán, A., Guillén, E., Malumbres, S., Marín, J., . . . Buño, A. (2010). Lactato: utilidad clínica y recomendaciones para su medición. Sociedad Española de Bioquímica Clínica y Patología Molecular, 33-37. Obtenido de <https://elenfermerodelpendiente.files.wordpress.com/2015/12/n-lactato-utilidad-clc3adnica-y-recomendaciones-para-su-medicic3b3n-2010.pdf>
- Horswill, C. A. (Agosto de 1992). Fisiología Aplicada de la Lucha Amateur. Sports Medicine, 2(14), 114 - 143. doi:10.2165 / 00007256-199214020-00004
- Juel, C., Klarskov, C., Nielsen, J., Krstrup, P., Mohr, M., & Bangsbo, J. (2004). Effect of high-intensity intermittent training on lactate and H⁺ release from human skeletal muscle. Pudmed, 2(286), 45-52. doi:10.1152/ajpendo.00303.2003
- Karnincic, H., Tocilj, Z., Uljevic, O., & Erceg, M. (1 de noviembre de 2.009). Lactate profile during greco-roman wrestling matchx. Recuperado el 30 de julio de 2.023, de J Sports Sci Med.: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3879641/>
- Kraemer, W. J., Vescovi, J. D., & Dixon, P. (2.004). Las Bases Fisiológicas de la Lucha: Implicancias para el Diseño de Programas de Acondicionamiento. Recuperado el 30 de julio de 2.023, de PubliCE: https://journal.onlineeducation.center/api-oas/v1/articles/saf57cfb27194183/export-pdf/las-bases-fisiologicas-de-la-lucha-implicancias-para-el-diseno-de-programas-de-acondicionamiento-859?_gl=1*168b08e*_ga*Njg5NzE1ODA3LjE2OTExNzU0NjE.*_ga_VZZRDR12S5*MTY5
- López Chicharro, J., & Vicente Campos, D. (abril de 2.017). Umbral Láctico. Bases fisiológicas y aplicación al entrenamiento . Recuperado el 18 de marzo de 2.022, de <https://toaz.info/doc-view-2>

- Menzies, P., Menzies, C., McIntyre, L., Paterson, P., Wilson, J., & Kemi, O. J. (julio de 2.010). Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. doi:10.1080
- Montalvo, M. P., Vélez, J. L., Jara, F., Velarde, G., Vélez, P., & Paredes, J. (27 de abril de 2.018). Aclaramiento del lactato: revisión de la literatura. Recuperado el 30 de julio de 2.023, de Rev Metro Ciencia:
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/03/981567/aclaramiento.pdf>
- Montaner, V., & Gómez, J. R. (2012). Estimación del gasto energético en actividades de corta duración y alta intensidad. *Revidsta Andaluza de medicina del deporte*, 5(4), 147-155. Obtenido de <https://pdf.sciencedirectassets.com/282182/1-s2.0-S1888754612X70047/1-s2.0-S1888754612700230/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEESaCXVzLWVhc3QtMSJGMEQCIARrvkbE6WYRCchLcrI6z8TPM%2F7Ixb6%2F8nKc%2F9RIHxXuAiBPhvhtY0wdOawpNlpZ6Pfe9Rq2T1tkLo1HFITELA>
- Naclerio, F. (2011). Analisis de la competición en los deportes de combate . En F. Nacleiro , *Entrenamiento deportivo fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes* (pág. 592). Madrid: Editorial Medica panamericana, S. A.
- Nalbandian, H., Radak, Z., & Takeda, M. (2017). Active Recovery between Interval Bouts Reduces Blood Lactate While Improving Subsequent Exercise Performance in Trained Men. *MPDI*, 5(2), 1-8. doi:10.3390
- Nikooie, R., Mahdi, C., & Fariborz, M. (2017). Physiological determinants of wrestling success in elite Iranian senior and junior Greco-Roman wrestlers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(3), 219-226. doi:10.23736/S0022-4707.16.06017-5

- Pérez Prieto, R. (abril de 2.014). Aclaramiento del lactato durante la recuperacion activa y pasiva. Papel del transportador de lactato MCT1. Recuperado el 20 de julio de 2.02, de Universidad de Cantabria: <http://hdl.handle.net/10902/5894>
- Rojas Guevara, H. A. (17 de abril de 2.018). Evaluación de la potencia, capacidad anaeróbica e índice de fatiga en jugadoras de fútbol sala, categoría mayores, antes y después del período preparatorio. Recuperado el 1 de agosto de 2.023, de Universidad de Antioquia: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/expomotricidad/article/view/331918/20787905>
- Šančić, J., Scruton, A., Prosoli, R., Štefan, L., Sporiš, G., Madić, D., & Trajković, N. (2017). Active recovery vs sodium bicarbonate: impact on lactic acid removal following a specific judo effort. 13, 315-322. doi: 11352
- Triplett-McBride, T. (2004). Ácido Láctico: Entendiendo la Sensación de “Quemazón” Durante el Ejercicio. *PubliCE*, 3(4), 14-16. Obtenido de <https://g-se.com/cido-lactico-entendiendo-la-sensacion-de-quemazon-durante-el-ejercicio-387-sa-S57cfb2713d50e>
- Verdugo, M. (2007). Resistencia y entrenamiento una propueta integradora. Badalona : paidotribo.
- Zarzuela Martín, R. (2013). Efectos de la estimulación neuromuscular mecánica como medio de recuperación en el fútbol. Leon : Buleria. doi:10.18002/10612/3022

8. Apéndices

Apéndice 1 Jornada de Competición



Apéndice 2 Toma de la Frecuencia Cardiaca



Apéndice 3 Toma de la Frecuencia Cardiaca



Apéndice 4 Recuperación Activa en los Medios la Elíptica y Bicicleta Estática



Apéndice 5 Protocolo Muestreo de Lactato Sanguíneo

Protocolo Muestreo Lactato Sanguíneo

Nombre del deportista: _____

Edad: _____

Categoría: _____

Modalidad: _____

Medio: _____

Primer combate**Primer round (3 min)****30 segundos descanso****Segundo round (3 min)**

Toma 3' _____ mmol/l

Toma 5' _____ mmol/l

Mínimo 15 min: _____ mmol/l**Segundo combate****Primer round (3 min)****30 segundos descanso****Segundo round (3 min)**

Toma 3' _____ mmol/l

Toma 5' _____ mmol/l

Mínimo 15 min: _____ mmol/l**Tercer combate****Primer round (3 min)****30 segundos descanso****Segundo round (3 min)**

Toma 3' _____ mmol/l

Toma 5' _____ mmol/l

Mínimo 15 min: _____ mmol/l

Observaciones:

Apéndice 6 Formato de Consentimiento Informado

Formato de Consentimiento Informado

Título del estudio: Determinación del medio de entrenamiento más eficaz en los procesos de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre de la selección Tuluá 2020.

Investigador responsable: Stiven Serna Guzmán y Juan Alejandro Parraga Arana

Institución: Unidad Central del Valle del Cauca Facultad de ciencias de la Salud programa de Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Educación Física Recreación y Deporte.

Estimado/a participante:

Le agradecemos por considerar participar en este estudio de investigación. Este documento tiene como objetivo informarle acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo en el estudio, así como de los posibles riesgos y beneficios asociados a su participación. También se detallarán sus derechos como participante y se solicitará su consentimiento para participar.

Por favor, tómese el tiempo para leer detenidamente este documento y hacer cualquier pregunta que tenga antes de decidir si desea participar.

Objetivos

El objetivo de este estudio es determinar el medio de entrenamiento más eficaz en el proceso de aclaramiento de lactato utilizando el área funcional subaeróbica (aeróbico ligero) en deportistas de las categorías sub-17 y sub-20 de lucha libre con deportistas olímpicos de la selección del Valle del Cauca los cuales tenían edades entre los 17 a 22 años.

Procedimiento

Si usted decide participar en este estudio, se le pedirá que cada participante se le asigne aleatoriamente una secuencia de dos medios, siendo ellos mismos su propio control, en el desarrollo de la actividad los deportistas realizaron un calentamiento 12 minutos de activación cardiovascular y luego 12 minutos de gimnasia donde se incluyeron acciones técnicas. Seguido a

ello se realizaron tres combates cada uno de dos rounds de 3 minutos con un periodo de descanso entre cada uno de 30 segundos y de 20 minutos entre combates.

Una vez finalizada esta etapa se procedió a tomar la frecuencia cardiaca de los participantes con una banda polar, seguido a ello y transcurridos cinco minutos se midió el lactato con un Lactate Scout para tomar muestras de sangres con una lanceta de gatillo automático, teniendo en cuenta las medidas de bioseguridad, como lo son el uso de guantes y máscaras por parte del evaluador, y el uso tópico aséptico de alcohol y jabón de pH neutro en la yema del dedo índice de los atletas (Accu-Chek).

Es de resaltar que todos estos datos se registraron en un formato, elaborado de manera previa, al finalizar cada combate los deportistas se dirigieron al centro de acondicionamiento físico donde estaban dispuestos los medios de entrenamiento de elíptica y bicicleta estática para realizar la recuperación activa de carácter regenerativo. La duración de la respectiva recuperación duro 15 minutos a una intensidad moderada con respecto al área subaeróbica, para un buen barrido de ácido láctico. Seguido a ello y al finalizar los 15 minutos, nuevamente se hizo la toma del lactato a los deportistas para observar su capacidad de recuperación y aclaramiento de lactato, esta secuencia se realizó tres veces, enfatizando que después de cada combate, los luchadores pasaron respectivamente por el proceso de recuperación activa, en dos medios de entrenamiento, uno por cada sesión.

Riesgos y beneficios

Los posibles riesgos asociados a su participación en este estudio, teniendo en cuenta que es una prueba física se pueden presentar varios riesgos desde la parte estructural cómo fisiológica ya que es un estudio donde se necesita dar su máximo esfuerzo.

Sin embargo, se tomarán medidas para minimizar estos riesgos, y se le informará de cualquier efecto secundario o riesgo adicional que pueda surgir durante el estudio.

Los posibles beneficios de participar en este estudio incluyen conocer el área funcional subaeróbica y el método de recuperación activa para un mejor aclaramiento de lactato y mejorar su rendimiento entrenamientos y competencias, sin embargo, no podemos garantizar que usted se beneficie personalmente de su participación.

Confidencialidad

Toda la información recopilada durante el estudio será confidencial y se utilizará solo para fines de investigación. Se tomarán medidas para proteger la privacidad y confidencialidad de los participantes, y se seguirán los protocolos establecidos para la protección de los datos.

Derechos del participante

La participación en este estudio es voluntaria y usted puede retirarse en cualquier momento sin penalización alguna. Usted tiene derecho a que se le proporcione cualquier información adicional que desee acerca del estudio, y tiene derecho a que se le informe de cualquier resultado importante del estudio.

Consentimiento

Al firmar este documento, confirmo que he leído y comprendido la información anterior y que he tenido la oportunidad de hacer cualquier pregunta que tenga. Entiendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento sin penalización alguna. Autorizo al investigador responsable a utilizar la información recopilada durante el estudio para fines de investigación.

Nombre del participante: _____

Firma del participante: _____

Fecha: _____