

Universidad Abierta Interamericana

Facultad de Ciencias de la Motricidad y el Deporte.

Licencia en Educación Física y Deportes

Sede Regional Rosario

**LACTATO EN SANGRE –
DOSIFICACIÓN Y RENDIMIENTO**

Autor: Profesor Walter Sebastián Parodi

Tutor: Carlos María Díaz Bancalari

AGRADECIMIENTOS.

A mi familia que ha sido siempre un pilar fundamental para seguir adelante en mis momentos más difíciles.

A una persona muy especial que me acompaña, comparte y apoya cada uno de mis movimientos, siendo fundamental en la culminación de la presente investigación.

A mis amigos que siempre estuvieron a mi lado, haciéndose sentir aún cuando no se encontraban presentes.

¡Muchas gracias!

INDICE.

Resumen	4
Introducción	5
Problema	6
Marco teórico	7
Finalidad de la investigación	23
Objetivos	23
Hipótesis	24
Método	25
Tipo de investigación	25
Sujetos	26
Instrumentos	27
Procedimientos	27
Resultados	29
Discusión	45
Conclusión	47
Referencias	51
Anexos	53
Periodización del entrenamiento.	54
Asesores	79

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación obedece a la incertidumbre de una buena dosificación de entrenamiento y la posibilidad de ajustar las sesiones con la medición de lactato en sangre (sal del ácido láctico).

Es por ello que lo que se persigue en el entrenamiento y su control es el enfoque en lo que verdaderamente el deportista necesita, evitando las sesiones innecesarias y de ese modo minimizar los riesgos de lesión.

Se utilizó el diseño cuasi-experimental para analizar de la forma más objetiva posible la problemática en cuestión. Es un trabajo exploratorio de forma excluyente a éste grupo en particular.

Se realizaron pre-tests al plantel de fútbol perteneciente al Colegio de Abogados de la Ciudad de San Nicolás de los Arroyos, dividiendo los grupos en forma aleatoria y dosificando el trabajo acorde a los metros recorridos, ciclos cardíacos por minuto y niveles de lactato en sangre. Luego se los subdividió, nuevamente, pero de acuerdo a las distancias obtenidas. A ambos grupos se les dosificó y controló el entrenamiento. El grupo experimental fue evaluado, en las sesiones de entrenamiento, en ciclos cardíacos por minuto y lactato en sangre; y con los datos obtenidos se realizaron ajustes en las sesiones de los microciclos posteriores hasta la obtención de nuevos datos.

Por último, se ejecutaron post-tests con el objetivo de comparar los datos obtenidos inicialmente y poder corroborar la veracidad de la hipótesis de la investigación:

“El rendimiento físico es regulado, controlado e incrementado gracias a las mediciones de lactato en sangre y frecuencias cardíacas durante las sesiones de entrenamiento.”

INTRODUCCIÓN.

Al planificar entrenamientos aeróbicos y, a pesar de emplear diferentes métodos, en muchas oportunidades nos hemos encontrado con que no hemos obtenido los resultados anhelados. Es por ello que, con la presente investigación, se pretende comparar el entrenamiento aeróbico con ajustes planificados a priori de un grupo de deportistas con el ajuste que se realiza sucesivamente mediante las mediciones de lactato en sangre y frecuencias cardíacas al grupo restante.

El deporte puede combinar el rendimiento individual y en equipo con el placer recreativo y sobre todo con la salud y calidad de vida. No obstante ni los deportistas recreativos ni los profesionales, o los que quieran serlo, deben olvidar los peligros que pueden presentarse por sobrecarga al hacer deporte.

Claro que el deporte es sano, pero sólo si una dosificación, adaptada individualmente, de todas las medidas de entrenamiento asegura un concepto global de una buena condición física, bienestar y salud.

Conocemos diferentes métodos de entrenamiento para las capacidades aeróbicas. Cada individuo asimila el método acorde a una planificación definida. Pero muchas veces esa dosificación es elevada o insuficiente gracias a diversos factores que atenta contra el deportista y su salud. Es por ello que surge la siguiente problemática: hasta que punto se debe avanzar o no en cada sesión de entrenamiento y de que manera se puede aplicar una correcta dosificación sin perjudicar la salud del deportista. Por lo tanto, creemos que es importante la realización de mediciones de lactato en sangre y frecuencias cardíacas para el posterior ajuste en los tiempos de ejecución y pausas en cada sesión de entrenamiento.

Podemos decir, entonces, que el lactato (sal del ácido láctico) es un pilar de control de

calidad en el deporte.

El diseño aplicado en la investigación es el cuasi-experimental, con un pre-test y un post-test igual para todos, proporcionando la información necesaria para el desarrollo de la misma.

La selección de éste grupo reducido a los fines estadísticos solo pretende dar cuenta de una fase absolutamente exploratoria. Los resultados obtenidos, si cumplen nuestra hipótesis, no permitirán aplicar éste método en otros grupos que realicen diferentes prácticas deportivas.

Así es como se realizará una comparación de entrenamiento en el Plantel de Fútbol pertenecientes al Colegio de Abogados divididos en dos grupos aleatoriamente (A y B). El grupo A, o experimental, será entrenado según la planificación y de acuerdo a los niveles de lactato en sangre y frecuencias cardíacas. El grupo restante, o control, realizará las sesiones de entrenamiento diseñados a priori y sin tener en cuenta medición alguna. Se pretende configurar los esfuerzos de los organismos de tal forma que se optimicen los efectos del entrenamiento.

PROBLEMA:

Se plantea la siguiente problemática: “¿Realizando mediciones de lactato en sangre y frecuencias cardíacas, es posible elevar la capacidad física aeróbica en forma controlada obteniendo mejoras en el rendimiento del deportista?”

MARCO TEÓRICO:

La resistencia o potencia estable en ciertas actividades físicas (basquet, fútbol, natación, etc.) está limitada no tanto por la fuerza del músculo o la resistencia local de un pequeño número de músculos sino más bien por la capacidad del sistema circulatorio (corazón, vasos sanguíneos y sangre) y el sistema respiratorio (pulmones) para distribuir oxígeno a los músculos que trabajan y acarrean los productos químicos de deshecho. Son las llamadas resistencia “cardiovascular”, “cardiorespiratoria” o “aeróbica”. El grado hasta el que la respiración o la circulación limitan el rendimiento personal depende de muchos factores, siendo los más importantes la *intensidad*, *duración* y la cantidad de *contracción muscular estática* involucrada.

El lactato es un compuesto orgánico que ocurre naturalmente en el cuerpo de cada persona. Además de ser un producto secundario del ejercicio, también es un combustible para ello. Se encuentra en los músculos, en la sangre y en varios órganos.

El cuerpo lo necesita para funcionar apropiadamente. Ahora, nos preguntamos, ¿de dónde proviene el lactato?. Daremos un pequeño resumen de la síntesis del origen de éste compuesto.

El ser humano se caracteriza por un elevado nivel de funciones biológicas, las cuales lo capacitan para desplegar, entre otras cosas, trabajo mecánico. Para desarrollarlo es necesario producir y luego consumir energía.

Los alimentos que se incorporan al organismo no están a disposición inmediata para el rendimiento, debiendo sufrir distintas modificaciones para que finalmente y de manera adecuada el organismo lo utilice para sus distintas funciones, entre ellas el trabajo mecánico.

La energía para producir trabajo surge del metabolismo de los carbohidratos,

grasas y proteínas; sufriendo una serie de transformaciones metabólicas que finalmente producen el tan ansiado elemento energético llamado ATP, que luego de su desdoblamiento produce trabajo mecánico y calor.

Los músculos en reposo son provistos de combustible por la sangre que lo irriga. A diferencia de otros tejidos que realizan una actividad continua, con variaciones poco marcadas en condiciones fisiológicas, el músculo esquelético se caracteriza por la intermitencia o discontinuidad de su acción, pasando bruscamente desde el reposo a condiciones de actividad extrema. Por ello deben contemplarse dos situaciones diferentes:

a-. Ejercicio muy intenso, de breve duración (hasta tres minutos), donde la provisión de oxígeno y combustibles por sangre y la fosforilación oxidativa no son suficientes para mantener el ritmo de consumo de ATP (adenosin tri-fosfato). Por lo tanto el ejercicio se realiza fundamentalmente gracias a la producción *anaeróbica* de ATP.

b-. Ejercicio submáximo, que se mantiene durante períodos prolongados, ya que el ATP se genera *aeróbicamente*, permitiendo un aprovechamiento muchísimo más eficiente del combustible.

En esfuerzos de máxima intensidad los fenómenos fisiológicos que se producen en nuestro organismo varían con respecto a ejercicios de desgaste más prolongado pero menos intensos. La fatiga, en ejercicios de alta intensidad, se manifiesta por un descenso de la capacidad de generar fuerza o potencia y se da en contracciones máximas y submáximas. Es provocada por un descenso del pH intramuscular y por una serie de disturbios en los electrolitos de los músculos. La contracción muscular intensa está acompañada de un incremento del contenido de agua del músculo distribuido en los espacios intra y extracelulares. Ésta afluencia de agua puede modificar la concentración de iones en ambos compartimentos. El resultado de éstos cambios en la concentración

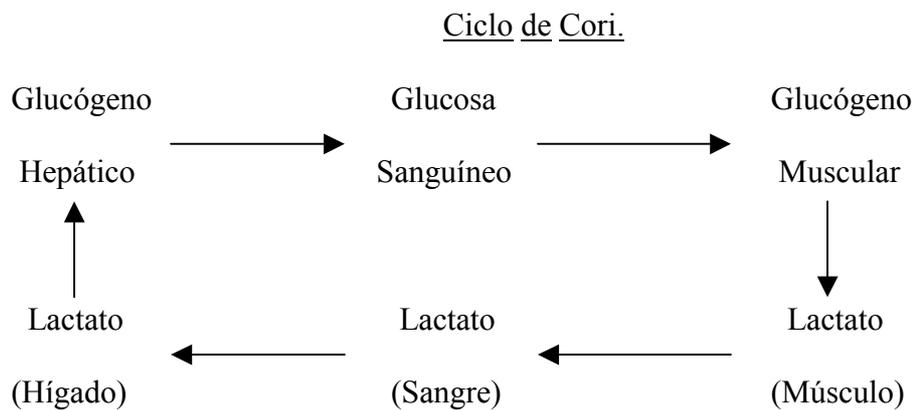
iónica intracelular motivado por el ejercicio físico intenso, será una reducción de la diferencia de concentración de iones, con el consiguiente aumento de la concentración de iones de hidrógeno intracelular, produciendo acidosis. Ésta acidosis influye de forma clara en la fatiga muscular, afectando la función contráctil proteínica, la regulación del calcio y el metabolismo muscular. Por otra parte, y dado que las demandas metabólicas del ejercicio de alta intensidad son cubiertas en primer lugar mediante la degradación de la glucosa, este proceso produce ácido láctico, con el consecuente descenso del pH de los músculos que se ejercitan. La fatiga muscular, pues, está asociada a un rápido incremento en la producción de ácidos metabólicos. La tolerancia al ejercicio de alta intensidad puede estar limitada por la capacidad del organismo para amortiguar el descenso del pH intracelular (músculo) y extracelular (sangre), esto es, el sistema buffer intrínseco. En definitiva, los esfuerzos máximos producen un desequilibrio ácido - base en el organismo, ante lo cual éste posee intrínsecamente una capacidad para luchar contra la acidosis, esto es el sistema buffer o de amortiguamiento. Por tanto, podemos suponer que una mejor capacidad buffer del organismo, puede proteger más contra la acidosis y, de ésta manera, mejorar el rendimiento o, al menos, retrasar el comienzo de la fatiga muscular.

La principal vía inicial del catabolismo de la glucosa, monosacárido o azúcar simple, es una serie de reacciones llamadas *glucólisis* o vía de *emden-meyerohof*. Mediante ésta vía la molécula de glucosa es desdoblada en dos de piruvato produciendo energía utilizable. Éste proceso se produce tanto en presencia (aerobiosis) como en ausencia (anaerobiosis) de oxígeno. Por la vía aeróbica, el piruvato puede continuar su degradación hasta la oxidación total a CO_2 y H_2O , sufriendo primero una descarboxilación convirtiéndose en acetato, para luego ser oxidado totalmente en el ciclo metabólico denominado *ciclo del ácido cítrico* o de *Krebs*.

Sin embargo, cuando un tejido, como el músculo esquelético durante un

ejercicio brusco e intenso, funciona con una provisión de oxígeno insuficiente para sus necesidades, el piruvato es convertido en lactato. Ésta última reacción permite la prosecución de la glucólisis y obtención de energía en anaerobia. El músculo se puede contraer en anaerobiosis gracias al ATP generado por éste mecanismo. Luego de un ejercicio intenso se observa el aumento de ácido láctico gracias al funcionamiento de la glucólisis anaerobia.

Por otro lado el *lactato* formado puede ser oxidado a CO₂ y H₂O en los propios tejidos, previo paso a piruvato. Éste proceso reversible se denomina *Ciclo de Cori* y sucede cuando el suministro de oxígeno es insuficiente.

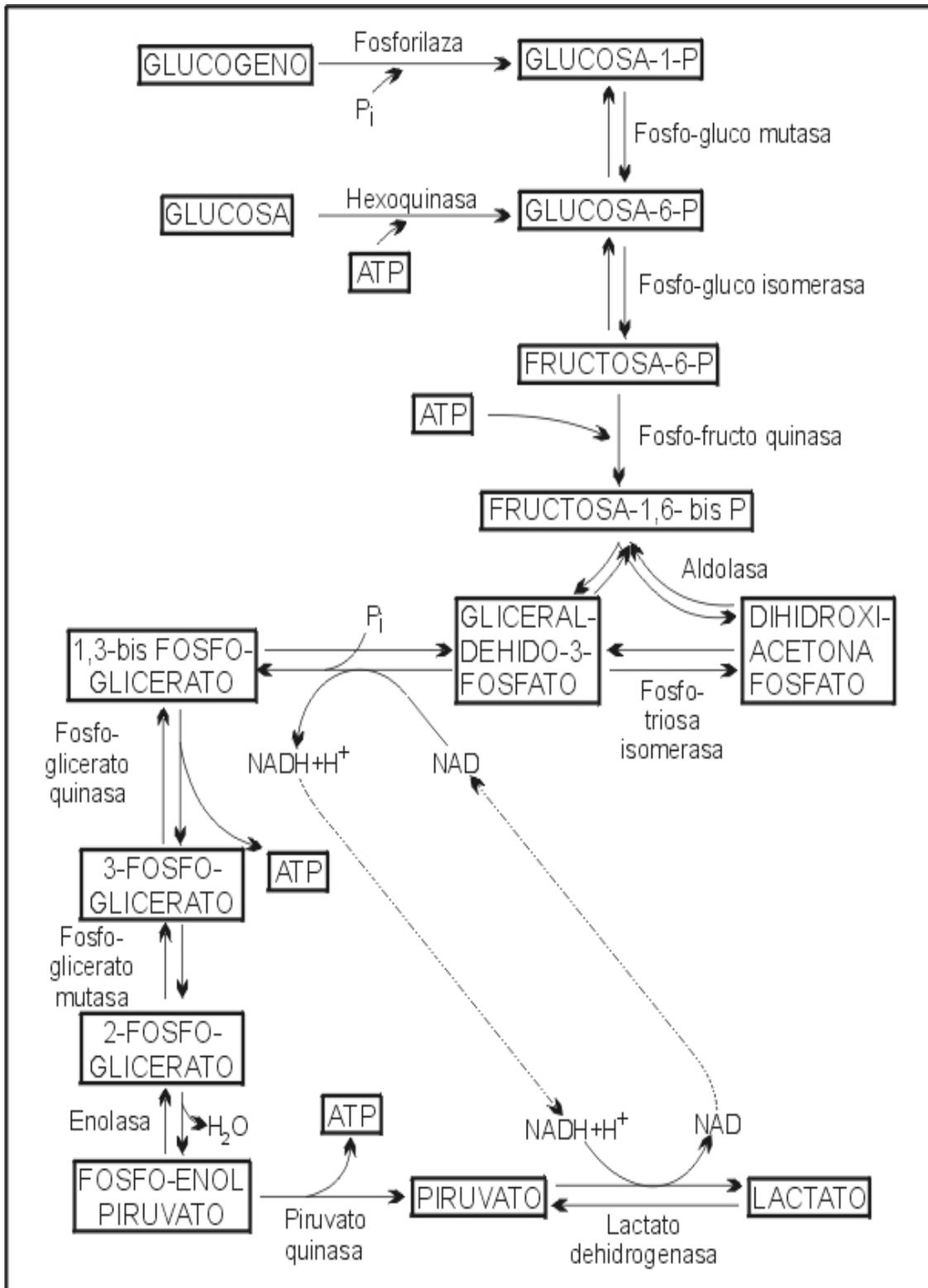


Referencia: Química Biológica. A. Blanco, pág. 198 – año: sin dato.

Las transformaciones químicas de la glucólisis comprenden cambios en la glucosa que determinan la producción de metabolitos con uniones de alta energía que son utilizados para la síntesis de ATP.

A continuación esquematizamos las diferentes fases de la degradación del compuesto mencionado:

Vía glucolítica o de Embden – Meyerhof:



Referencia: Química Biológica. A. Blanco, pág. 209 – año: sin dato.

Los términos *anaerobio* y *aerobio* deben tomarse en sentido relativo, ya que no existen situaciones absolutamente anaerobias o aerobias. Aún en el más intenso ejercicio, existe alguna contribución aerobia, así como el trabajo muscular aerobio puede existir un componente anaeróbico. Lo que pretendemos indicar es el mecanismo predominante en la generación de ATP.

El ATP (Adenosin tri-fosfato) es un compuesto nucleótido trifosforado siendo el más importante transportador de energía en los seres vivos. Está compuesto por adenosina (una molécula de adenina y una de ribosa) combinada con tres grupos fosfatos inorgánicos (Pi). Su almacenamiento a partir de otras fuentes químicas se denomina *Fosforilación*. Por medio de varias reacciones químicas, un grupo fosfato se añade con un compuesto relativamente bajo en energía, ADP, convirtiéndose en ATP. Cuando éstas reacciones se producen sin oxígeno el proceso recibe el nombre de metabolismo anaeróbico. Por el contrario, cuando el oxígeno está presente, el proceso global se denomina metabolismo aeróbico y la conversión aeróbica de ADP a ATP es la *Fosforilación oxidativa*.

La energía está contenida entre el segundo y tercer grupo fosfato y en la unión entre el primero y el segundo. Al hidrolizarse la unión entre el segundo y tercer fosfato, el ATP se convierte en ADP (Adenosina di-fosfato); la pérdida del segundo fosfato, el ADP produce un nucleótido monofosforado llamado adenosina monofosfato (AMP).

Se genera ATP mediante tres métodos:

1. Sistema ATP – PC:

Además del ATP, nuestras células tienen otra molécula de fosfato altamente energética llamada fosfocreatina o PC. Su función es la de reconstruir el ATP para su suministro. Éste proceso no requiere presencia de oxígeno por lo cual se dice que es anaeróbico. Nuestra capacidad para mantener los niveles de ATP con la energía de PC es limitada, solamente entre 3” y 15”. Más allá de éste punto,

los músculos deben depender de otros procesos para la formación de ATP.

2. Sistema glucolítico:

Se denomina de ésta manera al proceso de descomposición de la glucosa mediante enzimas glucolíticas.

Los hidratos de carbono, principalmente el almidón, representan una proporción importante de los alimentos que componen la dieta humana. El proceso digestivo degrada a los glúcidos de los alimentos a compuestos (monosacáridos) que pueden ser absorbidos en la mucosa intestinal y metabolizados, luego, en las células.

El principal monosacárido es la *glucosa*. Su principal función en los seres vivos es la de servir como combustible de las células, su oxidación produce energía utilizable para la realización de trabajo.

Gran parte de la *glucosa* es captada por el hígado formando una macromolécula polímera llamada *glucógeno* constituyendo un verdadero material de reserva. Éste puede ser desdoblado, nuevamente en glucosa, y liberado a la circulación sanguínea según las necesidades del organismo, además para mantener el nivel de glucosa en sangre (glucemia) entre cada ingesta diaria.

La constancia en el suministro de glucosa a los tejidos es vital, en especial al sistema nervioso central, que depende casi exclusivamente de la glucosa sanguínea como fuente de energía.

Además del glucógeno hepático encontramos el glucógeno muscular, que a veces llega hasta el 1 % del peso total del músculo, reserva energética propia para realizar un trabajo contráctil. En éste caso el tejido muscular no puede liberar glucosa partir del glucógeno. En cambio, la degradación de glucógeno en músculo produce *piruvato* y *lactato* como resultado final. Esto quiere decir que el glucógeno muscular no puede servir como fuente de glucosa sanguínea.

El proceso de la glucólisis no requiere oxígeno, pero su uso determina el destino

del ácido pirúvico. Éste sistema de energía no produce grandes cantidades de ATP (solo 2 moles por cada molécula degradada), pero su combinación con el sistema ATP – PC le permiten a los músculos generar fuerza incluso cuando el aporte de oxígeno es limitado.

Otra limitación de la glucólisis anaeróbica es la de ocasionar una *acumulación de ácido láctico en los músculos y los fluidos corporales*. Ésta acidificación de las fibras musculares inhibe una mayor descomposición del glucógeno, porque dificulta la función enzimática glucolítica. Así como también, el ácido reduce la capacidad de combinación del calcio de las fibras e impide, de ésta manera, la contracción muscular. Éste sistema interviene en pruebas de alta intensidad y por un tiempo no mayor a 3’.

3 Sistema oxidativo:

Es un proceso mediante el cual el organismo descompone combustibles con la ayuda de oxígeno para generar energía (respiración celular). Éste proceso ‘aeróbico’ se produce dentro de organelas especiales que se encuentran en las células llamadas mitocondrias y es de larga duración. La intensidad máxima de trabajo que puede mantenerse mediante la producción aeróbica de ATP depende de la capacidad de oxidación del tejido. El límite es impuesto por la cantidad de oxígeno que la sangre libera y los músculos pueden utilizar por unidad de tiempo.

Las cantidades de combustibles que el propio músculo posee son limitadas y no podrán sostener un trabajo prolongado, aún en condiciones aeróbicas, en las cuales el rendimiento energético del combustible es mucho más elevado. En ejercicios sostenidos el músculo utiliza aeróbicamente no solo sustratos provistos por sangre (glucosa, ácidos grasos, cuerpos cetónicos) si no también recurre a sus propias reservas de glucógeno y triacilglicerol.

El lactato está presente en nuestro sistema mientras descansamos y mientras nos ocupamos con nuestras actividades cotidianas, aunque solo a niveles muy bajos. Cuando

incrementamos la intensidad del ejercicio o nuestras actividades de trabajo, se producen grandes cantidades de piruvato rápidamente. Debido a que éste puede ser rápidamente producido, no todo es utilizado para energía aeróbica y su exceso es convertido en lactato. Algunas células tienen gran capacidad de utilizarlo para energía aeróbica mientras otras tienen poca capacidad. Con el entrenamiento, muchas células pueden adaptarse para utilizarlo más y por lo tanto, producen menos lactato.

Es por ésta razón que el lactato es una señal tan importante para el entrenamiento. Cuando es producido, indica que la energía aeróbica es limitada durante la actividad.

Según *Katch y Katch (1995: 108)*, los hidratos de carbono representan una proporción importante de los alimentos que son degradados en el organismo hasta el estado de monosacáridos. El principal es la glucosa y tiene como función la de servir de combustible a la célula, su oxidación produce energía utilizable para la realización de trabajo. Su proceso catabólico consiste en una serie de reacciones químicas denominadas colectivamente glucólisis, las cuales ocurren en el medio acuoso de la célula al exterior de la mitocondria, siendo el ácido pirúvico su producto final. Sin embargo, cierta cantidad de ácido láctico está siendo formada continuamente debido a las limitaciones impuestas por la actividad enzimática y las constantes de equilibrio para las reacciones químicas. En éste caso, el ácido láctico no se acumula ya que su ritmo de eliminación iguala a su ritmo de producción (aerobiosis). Cuando se realiza una actividad intensa y la disponibilidad de oxígeno es escasa o nula (anaerobiosis) el piruvato es reducido a lactato, éste pasa al torrente sanguíneo pudiendo ser medido mediante la extracción de una pequeña gota de sangre de la yema de los dedos o del lóbulo de la oreja. Dicha conversión es una reacción química reversible, es decir, el piruvato puede ser reconvertido en glucosa nuevamente.

Según lo expresado por Wilmore y Costill (1995: 156), el objetivo de cualquier -

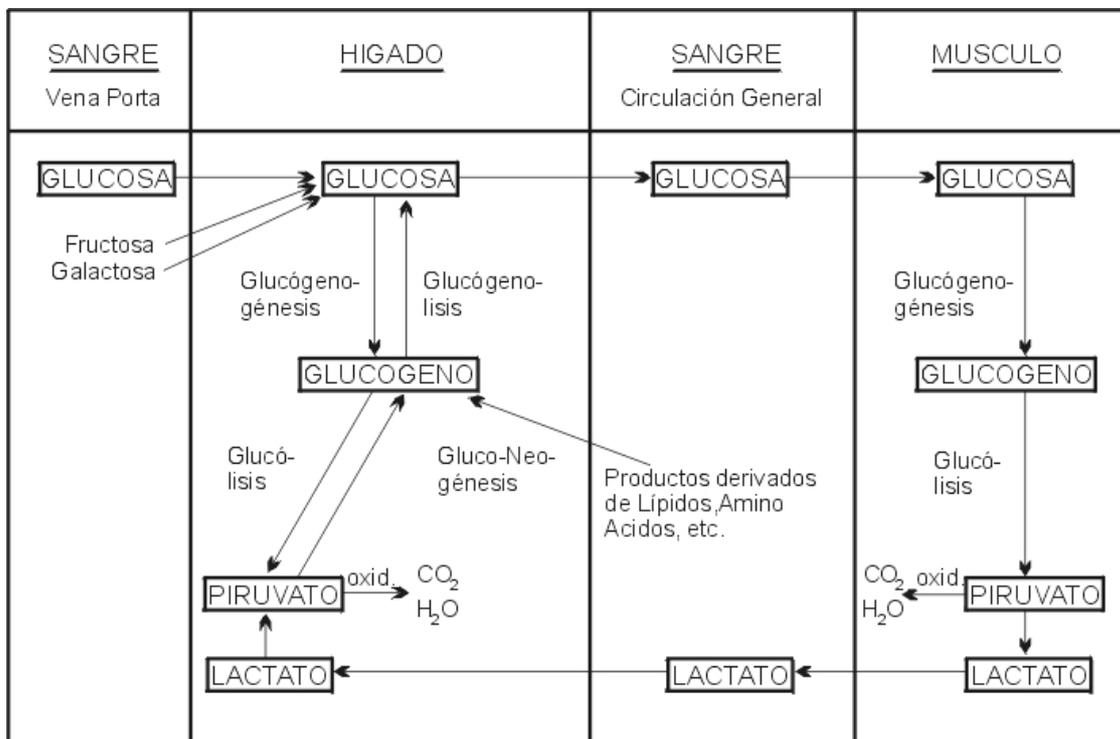
programa de entrenamiento es simple: mejorar el rendimiento, logrando una mayor capacidad para eliminar el lactato producido en los músculos esqueléticos, junto con un cambio en el sustrato metabólico como consecuencia del entrenamiento. El resultado neto es una menor producción de lactato para la misma intensidad de esfuerzo. Las adaptaciones musculares no son instantáneas y las mejoras máximas en los sistemas energéticos de los músculos pueden requerir meses de entrenamiento. Para estar seguro de que un programa está satisfaciendo las esperanzas de los deportistas, hay que controlar los resultados durante todo el período de entrenamiento. El nivel de lactato en sangre puede facilitar una indicación del estrés impuesto por el entrenamiento y un medio de controlar las adaptaciones musculares. El lactato en sangre se acumula repentinamente durante el ejercicio creciente, lo cual proporciona un medio con que juzgar la intensidad del mismo (el estímulo del entrenamiento). Uno de los objetivos primarios del entrenamiento es el de acondicionar el cuerpo a producir grandes cantidades de energía cuando sea requerida. Cuando esto se logra el lactato es producido como un derivado. En cambio, si el cuerpo del deportista no está entrenado para filtrar y utilizar este compuesto, entonces no llegará a su máxima realización atlética.

Existe otra razón por cual se produce más lactato cuando se incrementa la intensidad del ejercicio. Cuando ello ocurre se reclutan cantidades adicionales de fibras musculares. Éstas fibras se utilizan con poca frecuencia durante el descanso o las actividades ligeras. Muchas de ellas son de “contracción rápida”, las cuales no tienen mucha capacidad de convertir el piruvato en energía aeróbica. Por lo tanto gran cantidad de piruvato se convierte en lactato.

El lactato es una sustancia muy dinámica. En primer lugar, cuando éste se produce, trata de salir de los músculos y entrar en otros músculos cercanos, el flujo sanguíneo o el espacio entre las células musculares donde hay una concentración menor del mismo. En segundo lugar, cuando el lactato es aceptado por otro músculo,

probablemente será convertido en piruvato y utilizado para energía aeróbica. El entrenamiento incrementa las enzimas que rápidamente convierten el piruvato en lactato y viceversa. El lactato también puede ser utilizado por el corazón como combustible, o puede ir al hígado y ser convertido nuevamente en glucosa o glucógeno. Puede viajar rápidamente de una parte del cuerpo a otra. Incluso existe evidencia de que algunas cantidades de lactato se vuelvan a convertir en glucógeno dentro de los músculos. Ordinariamente, un músculo que puede utilizar el piruvato para energía lo obtendrá de su propio glucógeno almacenado. Sin embargo, si hay un exceso de lactato disponible en el flujo sanguíneo o en los músculos cercanos, gran parte será transportado al músculo donde será convertido en piruvato. Algunos de los músculos que eventualmente lo utilizarán pueden estar relativamente inactivos.

Resumen general del metabolismo de glúcidos:



Referencia: Química Biológica. A.Blanco, pág. 199 – año: sin dato.

El lactato daña, pero no en mayor grado. Esto se debe a que, además, se producen iones de hidrógeno en exceso. Si existe una acumulación sustancial, los

músculos se vuelven muy ácidos. Éstos iones de hidrógeno causan problemas con la contracción de los músculos durante el ejercicio. Los deportistas describen una sensación de “quemar” o “apretar” en los músculos cuando se desintegra el compuesto. La mayoría de los iones se originan con el lactato y cuando éste sale de la célula los iones de hidrógeno lo acompañan. Por lo tanto, el lactato no es la causa de la fatiga muscular, pero está directamente relacionado con la acidez que se cree ser la verdadera causa de ella. Aunque a los atletas no les gusta la sensación de “quemar”, realmente es un mecanismo de defensa contra el daño al músculo. Demasiada acidez puede descomponer la fibra muscular.

Para medir el lactato se utiliza una muestra de sangre, aunque algunos investigadores han tomado muestras del músculo y lo han medido allí mismo. Cuando se toma una muestra de sangre, la cantidad de lactato se expresa como una concentración de milimoles por litro (mm/l). Por ejemplo, niveles de lactato sanguíneo durante el descanso generalmente se mantienen entre 1,0 mM/l y 2,0 mM/l. Se han observado niveles de lactato en algunos atletas después de competencias principales que llegan a 25-30 mM/l, aunque los niveles tan altos son muy poco frecuentes y nocivos para el organismo. El flujo sanguíneo no es el único camino que utiliza el lactato para viajar de un músculo a otro, pero es el más fácil de medir.

El deportista debe tener en cuenta el lactato porque si produce menos o lo remociona más rápidamente de sus músculos, el proceso reducirá los iones de hidrógeno problemáticos que inhiben su desempeño. La investigación en los últimos años ha demostrado que aunque es importante una producción menor, la clave para el éxito atlético es poder despejar el lactato del músculo donde es producido. Si el deportista entrena bien, su cuerpo moverá o transportará el lactato a otro lugar rápidamente y resolverá el problema de tener niveles muy elevados en los músculos. Esto significa que cuando un atleta compite en un alto nivel podrá mantener grandes niveles de esfuerzo

durante más tiempo si su cuerpo despeja el lactato rápidamente.

Por lo tanto creemos que el valor de lactato en sangre es la mejor medición disponible para determinar la intensidad de una sesión de entrenamiento. El lactato sanguíneo es una indicación de que el sistema aeróbico no puede soportar la carga de ejercicio. Los entrenadores debemos asegurarnos que la sesión de entrenamiento produce el nivel apropiado de estrés en el sistema, ni demasiado, ni muy poco. Semejantemente, si queremos presionar el sistema anaerobio, producir sesiones de tolerancia al lactato, etc., la cantidad de lactato producido es una indicación del éxito de una sesión de entrenamiento.

El término “despejar” se refiere al proceso mediante el cual el lactato es removido de los músculos. Se puede evidenciar esto por medio de la elevación de sus niveles en sangre cuando éste sale de los músculos. Es lo que se espera cuando el lactato se mueve de un lugar de alta concentración a otro de baja concentración. También se refiere al proceso mediante el cual el lactato es removido del flujo sanguíneo. Algunas veces se refiere a su “desaparición”. El proceso de remover o despejar el lactato de la sangre ayuda con el despejo de lactato de los músculos que lo producen. Éste es uno de los conceptos más importantes del entrenamiento. *Información obtenida www.lactate.com , 1999; pág. 1-2-3; Sección 1. La fisiología del lactato y el entrenamiento en deportes. (pantallas: 6).*

El umbral de lactato es considerado un buen indicador del potencial de un deportista para el ejercicio de resistencia. *Wilmore y Costill (1995: 108), lo definen “...como el punto en que el lactato sanguíneo comienza a acumularse por encima de los niveles de reposo durante el ejercicio de intensidad creciente...”*... Con esfuerzos más intensos, el lactato se acumula más rápidamente...” Dicho umbral es un valor establecido en 2,0 o 4,0 mM/l y es utilizado como punto de referencia.

“...El umbral anaeróbico es comúnmente utilizado para describir un fenómeno

que ocurre en todos los atletas, el nivel de velocidad o esfuerzo que genera un nivel constante de lactato en sangre. Cualquier incremento en el esfuerzo o la velocidad por encima de este nivel causará que el lactato y sus ácidos asociados incrementen en forma constante, y esto eventualmente le forzará al deportista a parar su actividad. La cantidad de tiempo que toma hasta la suspensión del ejercicio dependerá de cuán por encima del esfuerzo máximo en estado fijo se encuentra el atleta, el evento en el cual está compitiendo, etc. ” www.lactate.com; 1999; pág. 1; Sección 2. El lactato y los umbrales en el entrenamiento. (*pantallas: 12*).

“...La elevación en niveles de lactato es una indicación de que algunas fibras musculares no tienen la capacidad de soportar la carga aeróbica. Sin embargo otras fibras tienen bastante capacidad para ello y utilizan el lactato producido por las fibras de capacidad aeróbica limitada. Por debajo del umbral, todo el lactato producido es utilizado para energía aeróbica u otros propósitos. Cuando lo medimos en el flujo sanguíneo, somos testigos de su movimiento. Mucho del lactato será transportado a las fibras que tienen capacidad aeróbica donde será convertido nuevamente en piruvato y “aeróbicamente” procesado. Por encima del umbral, el lactato se acumula porque no tiene la capacidad de utilizar todo...”. www.lactate.com; 1999; pág. 2; Sección 2. El lactato y los umbrales en el entrenamiento. (*pantallas: 12*).

Continuando la idea de Sports Resource Group, Inc. ; 1999 para los deportistas el umbral de lactato es el paso más rápido que un atleta puede mantener durante un período de tiempo extendido sin acumularlo en elevadas cantidades. Sin embargo, los esfuerzos por encima del umbral generan excesos cerrando los músculos en poco tiempo y, además, pueden dañar la estructura celular de los mismos.

En cualquier velocidad mayor al umbral, los músculos comienzan a desarrollar más y más lactato y eventualmente se cierran. Mientras más alta sea la intensidad de la sesión de entrenamiento, más rápido es producido. El umbral representa el máximo

esfuerzo que se puede mantener durante un largo período de tiempo. Esto no significa que es agradable, sino que si un atleta puede ignorar la incomodidad que éste paso eventualmente causa, sus músculos no se cerrarán por mucho tiempo. *Conceptos reclutados de www.lactate.com , 1999; pág. 3; El análisis de lactato – Conceptos básicos (pantallas: 13).*

Los siguientes puntos, *citando la idea de lo obtenido en www.lactate.com , 1999; pág. 1-2; Usos típicos del análisis de lactato y pág. 1-2; Los beneficios de las pruebas de lactato*, son algunos de los que indican la importancia de la medición de lactato en sangre:

- Fijar ritmos de entrenamiento: se utilizan las pruebas de lactato para determinar su nivel límite para los ritmos o esfuerzos de los atletas, planificando los programas de entrenamientos siguientes.
- Desarrollar programas de entrenamientos individuales para cada deportista que reflejen el estrés real que se impone a su metabolismo: cada uno es diferente, de manera que un solo programa de entrenamiento muy raramente funciona para un grupo de deportistas, siendo algunos sobreentrenados, mientras otros no recibirán estímulos suficientes. Las pruebas de lactato identifican lo que está ocurriendo en el metabolismo de cada deportista y asegura que se utilice, sabiamente, el tiempo de entrenamiento de cada uno de ellos.
- Controlar y evaluar el efecto de los programas de entrenamiento sobre el metabolismo muscular.
- Determinar si un deportista produce demasiado o muy poco lactato durante una sesión de entrenamiento: una cosa es prescribir intensidad, frecuencia, duración e intervalos de descansos para un deportista; y otra es producir realmente el nivel de estrés deseado.

- Educar y motivar a los atletas: las pruebas de lactato forman parte de la experiencia educacional mientras los deportistas avanzan en sus aprendizajes sobre cómo sus cuerpos responden a variedades en sus regímenes de entrenamiento. Ellos comienzan a entender cómo se sienten los distintos niveles de esfuerzos; llegando a tener, éstos, otro significado. Podrán, con mayor facilidad, diferenciar entre los varios sistemas de energía que ellos están entrenando y entender como cada sesión de entrenamiento puede tener un resultado negativo (altas intensidades). Los deportistas llegarán a anticipar con gusto la próxima sesión, así como también la competencia para poder medir su progreso. El producir mejores niveles de lactato llega a ser un objetivo motivacional junto a mejorar sus tiempos en competencia ya que entenderán que el lactato forma parte de su realización atlética.

Los conceptos mencionados anteriormente serán aplicados en el entrenamiento del plantel de fútbol pertenecientes al Colegio de Abogados de la Ciudad de San Nicolás. Cabe destacar que dicho grupo es “amateur” y su objetivo máximo es llevar a cabo los entrenamientos con vistas a disputar el Torneo Regional de Ascenso de la Provincia de Buenos Aires, compitiendo con los Colegios restantes de los distintos distritos Bonaerenses. Nos encontramos con un plantel cuyo promedio de edad es de 31,81 años. El 62,50 % posee experiencias previas con respecto al deporte ya que en algún momento ha integrado las listas de Instituciones deportivas de la zona. El resto nunca ha realizado actividad física programada, solo en forma recreativa e irregularmente. No obstante la diferencia mencionada, el plantel comenzará con la adaptación, durante dos semanas en forma conjunta, hasta la ejecución de los primeros testeos. A partir de allí se dividirán los grupos aleatoriamente para llevar a cabo la investigación. A medida que transcurran los microciclos semanales, luego de dosificar el entrenamiento para cada grupo, se modificarán los tiempos de ejecución y descansos

sobre el grupo experimental con el aporte de los datos obtenidos por las mediciones de los niveles de lactato en sangre y frecuencias cardíacas de los deportistas. Al grupo control se le modificarán los tiempos mencionados sin efectuar mediciones de lactato en sangre y siguiendo la planificación previamente establecida (macrociclo). Es así como se pretende comparar el rendimiento físico de ambos grupos, testeándolos, para luego determinar la importancia o no de las mediciones de lactato en sangre y frecuencias cardíacas de los deportistas y las diferencias en el desarrollo de las capacidades físicas aeróbicas.

FINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN:

Se utilizará el aporte de la Estadística Descriptiva con el objeto de comparar los rendimientos físicos aeróbicos y explorando, a su vez, diferentes métodos de entrenamiento. Dichos datos serán reclutados y comparados por medio de tablas y gráficos obteniendo media aritmética, desvío estándar y mediana.

OBJETIVOS:

Generales:

- Comparar las influencias de las mediciones de lactato en sangre y frecuencias cardíacas sobre el rendimiento físico del grupo experimental con respecto al grupo control.
- Determinar la mejor opción de ajustes de entrenamiento, ya sea

alterando los descansos, los tiempos de ejecución, etc.

- Establecer relaciones entre las mediciones de lactato en sangre y las frecuencias cardíacas; antes, durante y después de las sesiones de entrenamiento.

Específicos:

- Elevar la capacidad física aeróbica del deportista al lograr un aumento del rendimiento en los testeos de campo del grupo experimental y compararlo con el grupo restante. Dicho aumento deberá ser del 10 % en el Test de Cooper (12').
- Disminuir los ciclos cardíacos por minuto durante las sesiones de entrenamiento y en reposo.

HIPÓTESIS:

El rendimiento físico es regulado, controlado e incrementado gracias a las mediciones de lactato en sangre y frecuencias cardíacas durante las sesiones de entrenamiento.

MÉTODO.

TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Se trata de una investigación de tipo cuantitativa, en función de un paradigma positivista, el cual se basa en una metodología deductiva a través de la experimentación y verificación de una hipótesis.

TIPO DE DISEÑO:

Fue utilizado un diseño cuasi-experimental, por ser el más apropiado para analizar problemática en cuestión.

DIAGRAMA DEL DISEÑO:

	PRE-PRUEBA	TRATAMIENTO	POST-PRUEBA
Grupo RGA	O ₁	X	O ₃
Grupo RGB	O ₂		O ₄

R= Asignación al azar.

G= Grupo de sujetos.

GA= Grupo experimental.

GB= Grupo control.

X= Estímulo o condición experimental.

O= Medición de sujetos de un grupo (prueba de observación). En caso de aparecer antes del estímulo o tratamiento se trata de una pre-prueba. Si aparece después del estímulo se trata de una post-prueba. La ausencia del estímulo o

tratamiento indica que se trata del grupo control.

SUJETOS:

La población estudiada fue un grupo de colegiados en Abogacía, de sexo masculino, con un promedio de 31,81 años de edad.

Teniendo en cuenta que éste estudio es exploratorio y ateniéndonos al propósito de la presente investigación: regular, controlar e incrementar el rendimiento físico gracias a las mediciones de lactato en sangre y frecuencias cardíacas durante las sesiones de entrenamiento de la población masculina de la ciudad de San Nicolás, se seleccionó intencionalmente a un grupo de profesionales, Abogados, que están realizando desde hace 3 años la práctica de fútbol de manera consecutiva. Dicho grupo fue seleccionado por ser el único que presentaba ésta característica de continuidad permanente en la práctica deportiva.

La muestra fue pequeña, no obstante representativa a los fines de ésta investigación, debido a las dificultades de reunir un grupo de jugadores amateurs que se dediquen durante gran parte del año a entrenar, además la nómina de jugadores pertenecientes al plantel de fútbol en cuestión no difiere de la investigada. Cada grupo cuenta con ocho integrantes.

Los grupos fueron divididos al azar, en forma randomizada (método que asegura en forma estadística que dos o más grupos sean equivalentes entre sí, es una técnica de control que tiene como propósito proveer al investigador la seguridad de que variables extrañas, conocidas o desconocidas, no afectarán sistemáticamente los resultados del estudio.); y totalmente objetiva, de manera que quede garantizada la equidad entre ambos grupos.

Ambiente:

Dos fueron los sitios visitados para llevar a cabo la investigación:

1-. Estadio Municipal ubicado en el Barrio Gareto, más precisamente en la pista de atletismo que cuenta con medidas reglamentarias.

2-. En el Complejo Costanero, que incluye la calle Alameda 2 de marzo y el paseo por la Costa del Yaguarón, previamente medido con las distancias a trabajar.

Ambos lugares se encuentran en la Ciudad de San Nicolás de los Arroyos, Provincia de Buenos Aires, la cual cuenta con 132.918 habitantes. De los cuales 66.943 corresponden al sexo femenino y 65.975 al sexo masculino. El número de matriculados en el Colegio de Abogados fue de 475, de los cuales el 67 % pertenecen al sexo masculino.

INSTRUMENTOS:

Los instrumentos de control pre y post tratamiento que se utilizaron son:

- 1-. Análisis de lactato en sangre.
- 2-. Frecuencias cardíacas (cantidad de latidos por minutos).

PROCEDIMIENTOS:

1-. Se formaron los grupos experimental (GB) y control (GA) por asignación aleatoria.

2-. Se tomaron los pre-test (*) de ambos grupos.

3-. El grupo experimental fue sometido al entrenamiento con las mediciones correspondientes. El grupo control continuó con el entrenamiento sin aplicación del tratamiento. Ambos grupos realizaron los entrenamientos durante 5 meses, con 2 sesiones semanales (entre 45' y 90' de duración cada una).

4-. Se tomaron los post-test (*) de ambos grupos.

(*)Test de Cooper o carrera de los 12 minutos.

Objetivo: medir la capacidad aeróbica o consumo máximo de oxígeno.

Instalaciones y equipo: pista de atletismo, cronómetro, conos, silbato, planillas de anotación, bolígrafo, 4 medidores de ritmo cardíacos (Polar), Analizador de lactato en sangre (Accusport), alcohol, algodón, cinta adhesiva.

Descripción: El test consiste en recorrer la mayor distancia posible en 12 minutos. Se debe aclarar al deportista que debe completar el recorrido caminando o a un nivel de trote suave en caso que experimente una sensación de fatiga.

Aspectos descriptivos generales de las sesiones de entrenamiento:

Modelo de sesiones del grupo experimental:

- 10' a 20' entrada en calor - movilidad articular, trote, elongaciones -.
- Núcleo de la actividad - entrenamiento de las áreas funcionales y sus condiciones -.
- Fase última de relajación - trote regenerativo, flexibilidad -.

RESULTADOS.

Luego de haberse realizado los pre y post test correspondientes a la presente investigación nos encontramos con el siguiente análisis de cada una de las variables estudiadas:

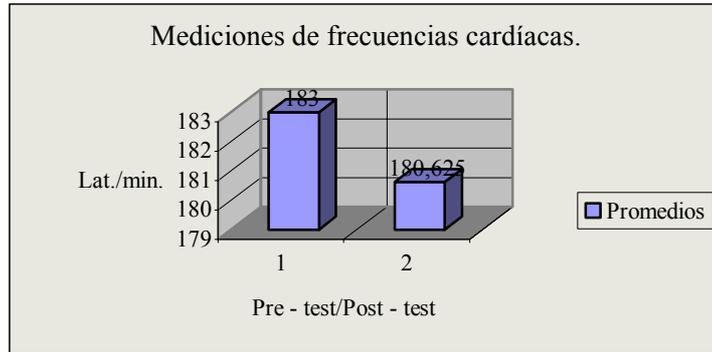
- ✓ Los valores de las frecuencias cardíacas y sus promedios, en el grupo control (GA), disminuyeron entre ambos test.
- ✓ Los valores que se presentan incrementados en el grupo control fueron el lactato sanguíneo y las distancias recorridas entre ambos test.
- ✓ Por el contrario, el grupo experimental (GB), presentó similares promedios de los valores de las frecuencias cardíacas; no así con las restantes variables, ya que disminuyeron notablemente los valores de lactato en sangre a la vez que se incrementaron considerablemente las distancias alcanzadas por los deportistas

A los fines de obtener una mejor visualización brindamos a continuación los gráficos y tablas de tabulación de los resultados obtenidos en el pre y del post test de cada grupo y entre ambos. Cabe aclarar que la planificación y dosificación del entrenamiento se encuentra detallada en el anexo.

Tabla 1: Análisis de las mediciones de frecuencias cardíacas - GA -.

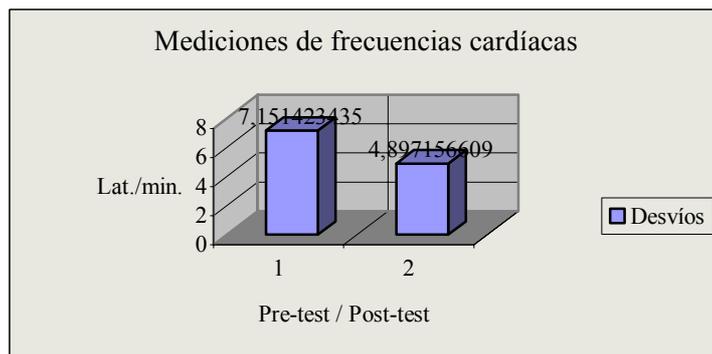
Deportistas	Frecuencias cardíacas -l/min.-	
	Pre - test.	Post - test
Jorge L	184	182
Rafael S.	192	185
Ariel T.	179	180
José T.	187	182
Rodolfo F.	182	180
Claudio O.	186	188
Eduardo A.	168	175
Diego C.	186	173
Promedios	183	180,625
Desvíos	7,151423435	4,897156609
Variancia	51,14285714	23,98214286

Gráfico 1a - GA -



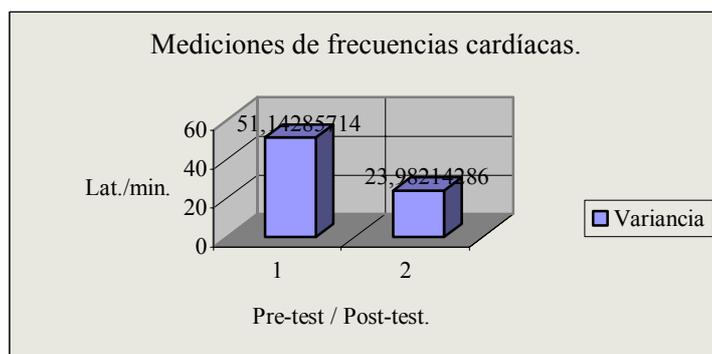
El promedio de las frecuencias cardíacas registradas en el post - test es menor con respecto a las registradas en el pre - test.

Gráfico 1b - GA -



El desvío con respecto a la media disminuyó luego de analizar los valores pos - test.

Gráfico 1c - GA -

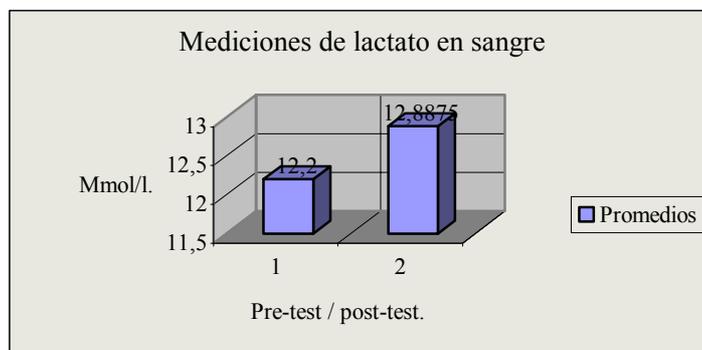


También las variaciones de los valores pos - test se vieron disminuídos como observamos gráficamente.

Tabla 2: Análisis de las mediciones de lactato en sangre - GA -.

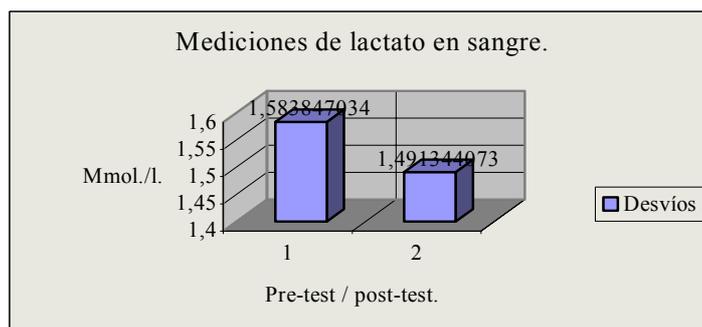
Deportistas	Lactato en sangre	
	Pre - test.	Post - test
Jorge L.	10,5	13,4
Rafael S.	12,4	13,6
Ariel T.	11,1	12,2
José T.	10,9	12,4
Rodolfo F.	11,2	9,9
Claudio O.	12,8	14,1
Eduardo A.	15,1	12,7
Diego C.	13,6	14,8
Promedios	12,2	12,8875
Desvíos	1,583847034	1,491344073
Variancia	2,508571429	2,224107143

Gráfico 2a - GA -.



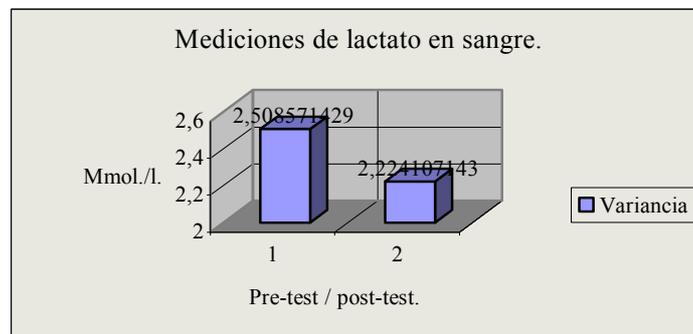
La media del ácido láctico sanguíneo mostró un leve incremento en sus valores.

Gráfico 2b - GA -.



En el post-test los valores se mostraron más cerca de la media.

Gráfico 2c - GA -

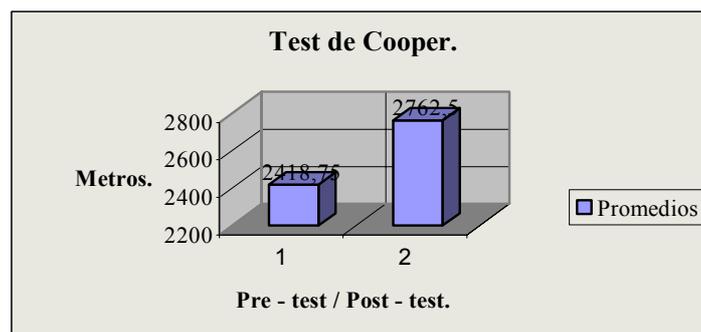


Con respecto a la variancia observamos que los valores pos - test presentaron una disminución en el alejamiento de los valores medios.

Tabla 3: Análisis de test de Cooper (distancias recorridas) - GA -

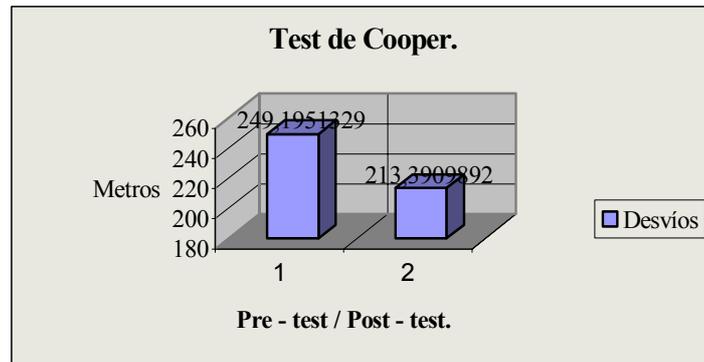
Deportistas	Test de Cooper - distancias -	
	Pre - test.	Post - test
Jorge L.	2600	3100
Rafael S.	2200	2750
Ariel T.	2850	3050
José T.	2300	2600
Rodolfo F.	2550	2800
Claudio O.	2250	2550
Eduardo A.	2500	2700
Diego C.	2100	2550
Promedios	2418,75	2762,5
Desvíos	249,1951329	213,3909892
Variación	62098,21429	45535,71429

Gráfico 3a - GA -



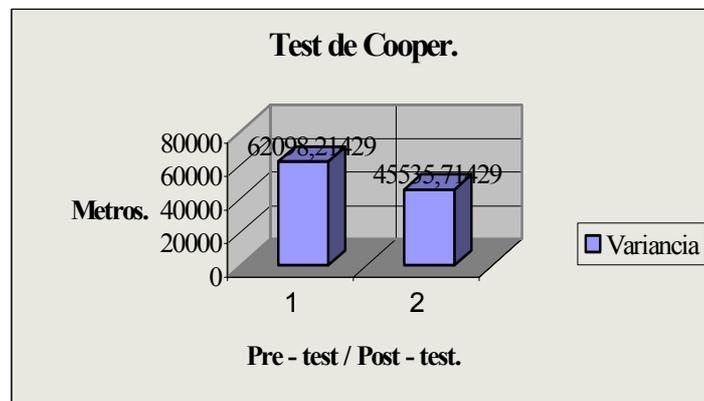
Se incrementaron los promedios de las distancias recorridas en el test de Cooper (post - test) de manera considerable.

Gráfico 3b - GA -



La desviación con respecto a la media de los valores post - test disminuyó con respecto a los valores obtenidos en el pre - test.

Gráfico 3c - GA -

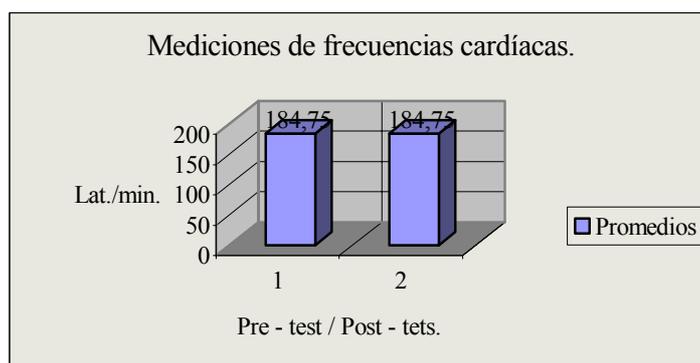


En el post - test se obtuvieron valores que no se alejaron demasiado de la media como lo hicieron en el pre - test.

Tabla 4: Análisis de las mediciones de frecuencias cardíacas - GB -.

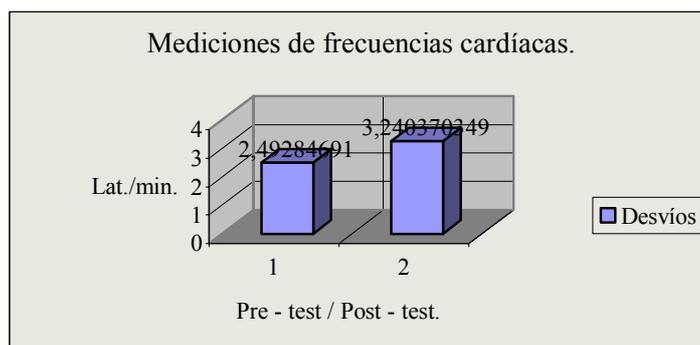
Deportistas	Frecuencias cardíacas -l/min.-	
	Pre - test.	Post - test
Fernando K.	186	187
Patricio M.	186	183
Fernando G.	181	179
Walter C.	186	184
Juan M.	184	188
Werther M.	187	189
Lisandro E.	181	185
A.Pablo D.	187	183
Promedios	184,75	184,75
Desvíos	2,49284691	3,240370349
Variancia	6,214285714	10,5

Gráfico 4a - GB -.



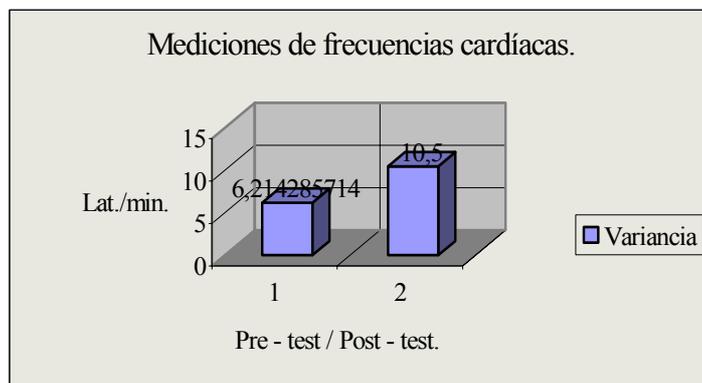
Las medias de los valores pre y post test tomaron el mismo valor luego de aplicado el tratamiento.

Gráfico 4b - GB -.



El grupo experimental, a diferencia del control, presentó desviaciones mayores en el post test luego de aplicado el tratamiento.

Gráfico 4c - GB -

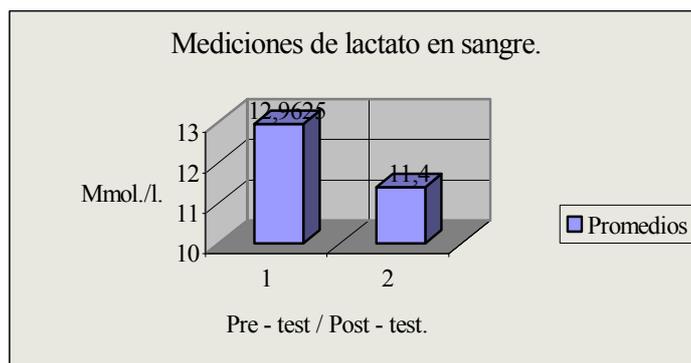


Los valores pos - test se alejaron de la media en mayor medida luego de aplicado el tratamiento.

Tabla 5: Análisis de las mediciones de lactato en sangre- GB -.

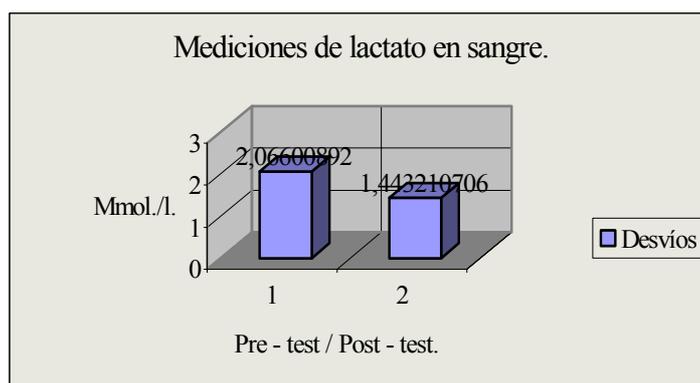
Deportistas	Lactato en sangre.	
	Pre - test.	Post - test
Fernando K.	11,5	11,1
Patricio M.	14,3	12,7
Fernando G.	9,8	9,2
Walter C.	12,9	10,3
Juan M.	14,2	13,7
Werther M.	15,9	12,2
Lisandro E.	10,9	10,5
A.Pablo D.	14,2	11,5
Promedios	12,9625	11,4
Desvíos	2,06600892	1,443210706
Variancia	4,268392857	2,082857143

Gráfico 5a - GB -



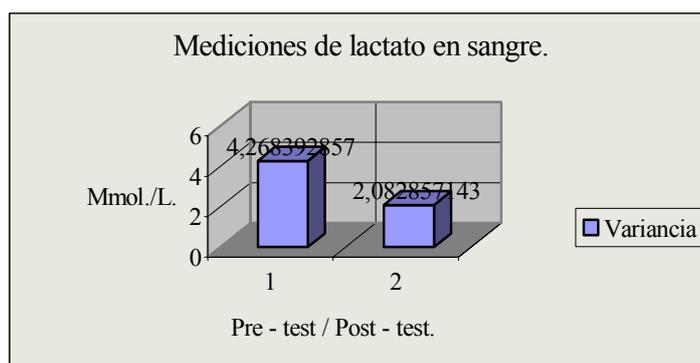
El promedio de los milimoles de lactato sanguíneo post - test resultaron ser de menor valor con respecto a los obtenidos en un primer momento (pre - test).

Gráfico 5b - GB -



Las desviaciones con respecto a la media disminuyeron con la aplicación del tratamiento.

Gráfico 5c - GB -

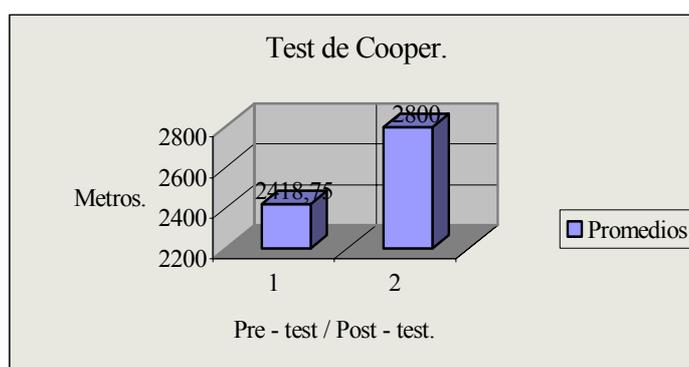


Lo mismo ocurrió con los valores que no se alejaron demasiado como en el pre - test.

Tabla 6: Análisis de test de Cooper (distancias recorridas) - GB -.

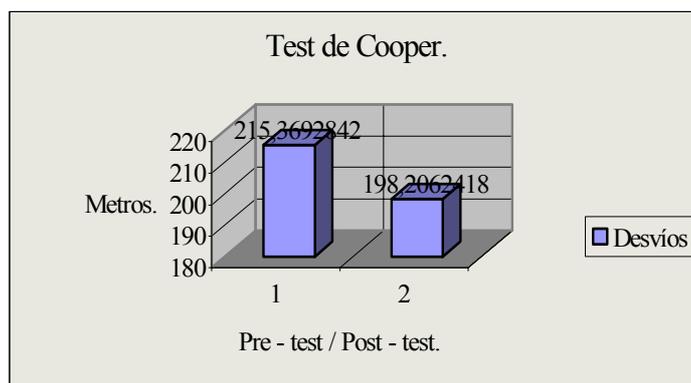
Deportistas	Test de Cooper - distancias -.	
	Pre - test.	Post - test
Fernando K.	2650	3100
Patricio M.	2400	2750
Fernando G.	2600	2950
Walter C.	2300	2550
Juan M.	2600	2850
Werther M.	2100	2550
Lisandro E.	2550	2950
A.Pablo D.	2150	2700
Promedios	2418,75	2800
Desvíos	215,3692842	198,2062418
Variancia	46383,92857	39285,71429

Gráfico 6a - GB -.



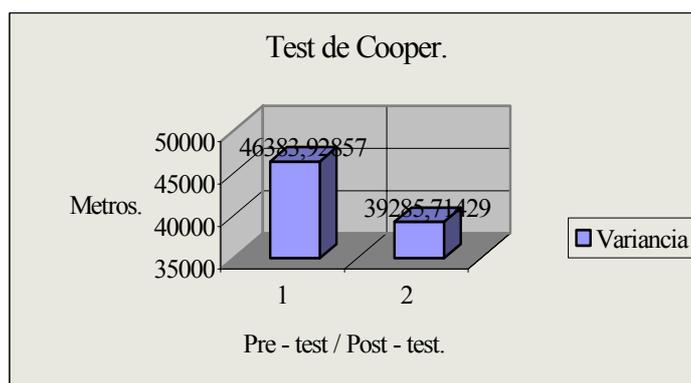
Los valores promedios post - test se encuentran incrementados luego del tratamiento (post - test).

Gráfico 6b - GB -



Los desvíos con respecto a la media se vieron disminuídos luego de aplicado el tratamiento.

Gráfico 6c - GB -



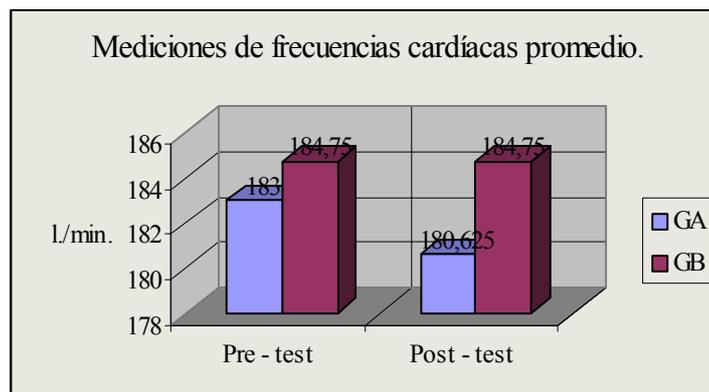
También los valores de las distancias alcanzadas post - test se acercaron a la media luego de la aplicación del tratamiento.

Análisis y comparación pre y post - test, entre ambos grupos – GA y GB -.

Tabla 7: Comparación entre ambos promedios de mediciones de frecuencias cardíacas - GA y GB -.

	Pre-test (l./min.)	Post-test (l./min.)
Promedio - GA -.	183	180,625
Promedio - GB -.	184,75	184,75

Gráfico 7 - GA y GB -

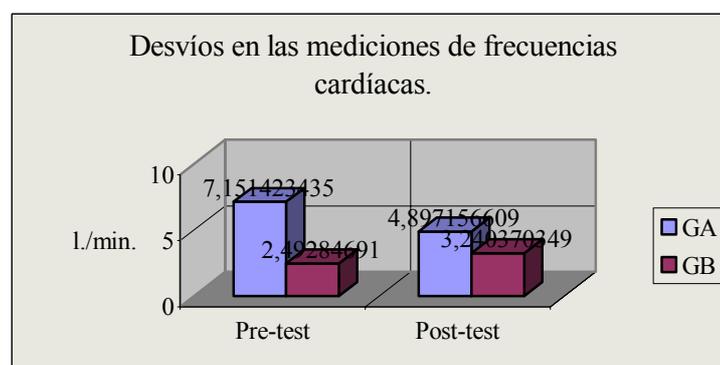


En las mediciones de las frecuencias cardíacas observamos que, mientras el grupo control (GA) disminuyó sus valores medios, el grupo restante (GB) mantuvo el mismo valor, tanto en el pre como en post - test.

Tabla 8: Comparación entre ambos desvíos de mediciones de frecuencias cardíacas - GA y GB -.

	Pre-test (l./min.)	Post-test (l./min.)
Desvíos - GA -.	7,151423435	4,897156609
Desvíos - GB -.	2,49284691	3,240370349

Gráfico 8 - GA y GB -

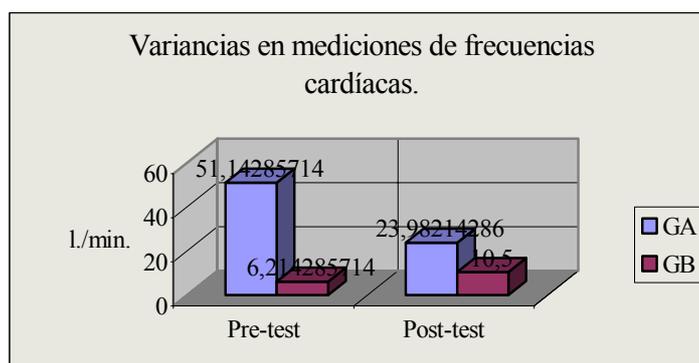


Sin embargo, y con respecto a las desviaciones de la media, los valores del grupo experimental presentaron poca diferencia, mientras que los valores del grupo control demostraron tener más variación en ellos.

Tabla 9: Comparación entre ambas variancias de las mediciones de frecuencias cardíacas - GA y GB -.

	Pre-test (l./min.)	Post-test (l./min.)
Variancias - GA -.	51,14285714	23,98214286
Variancias - GB -.	6,214285714	10,5

Gráfico 9 - GA y GB -.

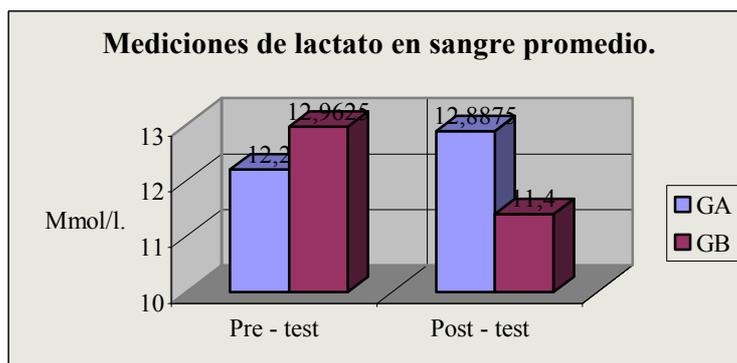


Lo mismo ocurre con los valores que varían con respecto a la media, ya que el grupo experimental obtuvo valores más cercanos a ella, tanto en el pre como en el post - test.

Tabla 10: Comparación entre ambos promedios de mediciones de lactato en sangre - GA y GB -.

	Pre-test (Mmol/l).	Post-test(Mmol/l.).
Promedio - GA -.	12,2	12,8875
Promedio - GB -.	12,9625	11,4

Gráfico 10 - GA y GB -.

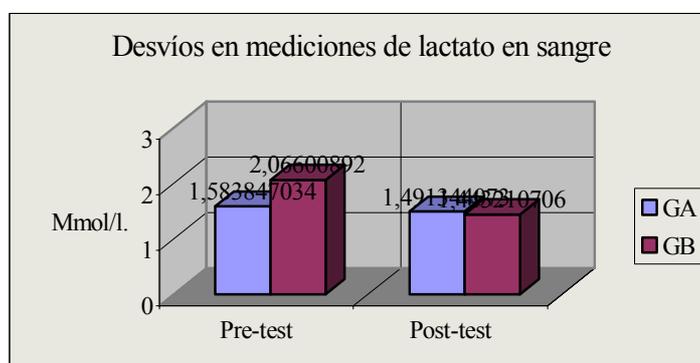


Si bien los promedios son cercanos entre sí observamos que, mientras el GA incrementó sus valores, GB obtuvo una disminución en ellos producto del control y tratamiento realizado.

Tabla 11: Comparación entre ambos desvíos de mediciones de lactato en sangre - GA y GB -.

	Pre-test (Mmol/l.)	Post-test(Mmol/l.)
Desvío - GA -.	1,583847034	1,491344073
Desvío - GB -.	2,06600892	1,443210706

Gráfico 11 - GA y GB -.

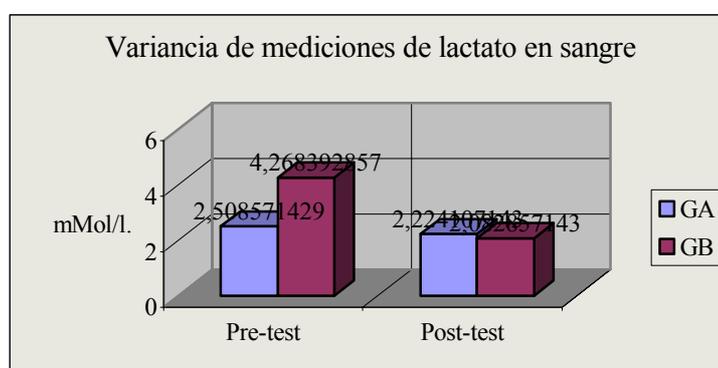


Las desviaciones con respecto a los valores medios disminuyeron en ambos casos, siendo más notorio en los valores del grupo experimental.

Tabla 12: Comparación entre ambas variancias de las mediciones de lactato en sangre - GA y GB -.

	Pre-test(Mmol/l.)	Post-test(Mmol/l.)
Variancia - GA-	2,508571429	2,224107143
Variancia - GB-	4,268392857	2,082857143

Gráfico 12 - GA y GB -.

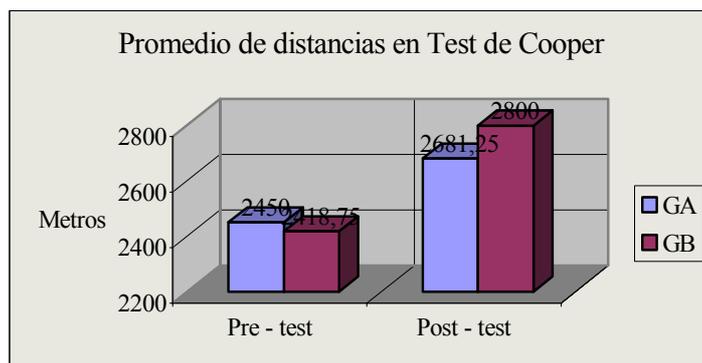


Con respecto a los valores que se alejan de la media tenemos que el GB presentó valores más distantes en el pre - test que el GA, no así luego del tratamiento ya que los valores del GB tendieron más hacia sus valores medios.

Tabla 13: Comparación entre ambos promedios en distancias recorridas en test de Cooper - GA y GB -.

	Pre-test (metros).	Post-test(metros).
Promedio - GA-	2450	2681,25
Promedio - GB-	2418,75	2800

Gráfico 13 - GA y GB -

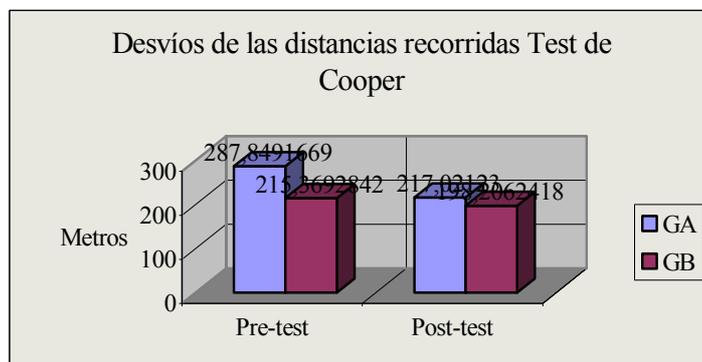


Si bien ambos valores medios fueron incrementados podemos observar que el GA no lo hizo en la magnitud del grupo restante al que se le aplicó el tratamiento.

Tabla 14: Comparación entre ambos desvíos en distancias recorridas en test de Cooper - GA y GB -.

	Pre-test(metros).	Post-test(metros).
Desvíos - GA -.	287,8491669	217,02123
Desvíos - GB -.	215,3692842	198,2062418

Gráfico 14 - GA y GB -

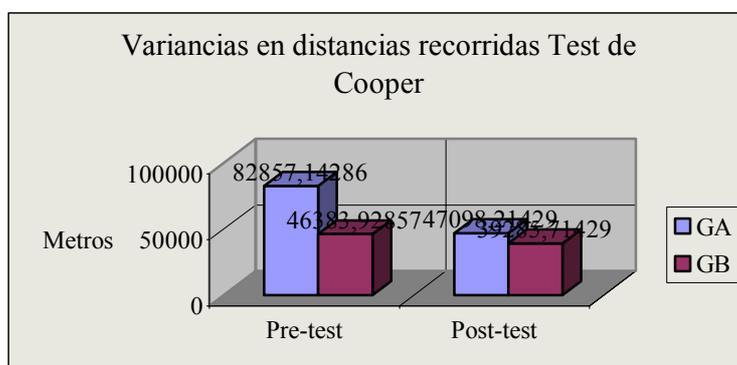


Las desviaciones de los valores con respecto a los valores medios fue de menor envergadura en el grupo experimental.

Tabla 15: Comparación entre ambas variancias en las distancias recorridas en test de Cooper - GA y GB -.

	Pre-test (metros).	Pos-test(metros).
Variaciones - GA-	82857,14286	47098,21429
Variaciones - GB-	46383,92857	39285,71429

Gráfico 15 - GA y GB -.



Los valores del grupo control se alejaban de la media de manera significativa en el pre - test. No ocurrió lo mismo con el grupo experimental que mantuvo sus valores poco dispersos en ambos test. Sin embargo es de destacar que el GA disminuyó esos desvíos en el post - test acercando sus valores a la media.

DISCUSIÓN.

Considerando los resultados obtenidos del análisis estadístico podemos enunciar que, la comparación entre las variables investigadas entre ambos grupos determinan:

- ✓ Las mediciones obtenidas en la post-prueba del grupo experimental comparadas con las del grupo control nos muestran un incremento de las distancias recorridas del 10 % (en algunos casos lo supera) en el mismo tiempo (12'), acompañado de una disminución en los niveles de concentración de ácido láctico en sangre. Lo que nos indica un aumento del rendimiento con menor producción de lactato.
- ✓ Ambos grupos incrementaron su rendimiento en la post-prueba con el entrenamiento, excepto que el grupo control, al no ser regulado con las mediciones de ácido láctico en sangre, presentó mayor nivel de concentración de la mencionada sustancia sin obtener un incremento considerable de la distancia deseada.
- ✓ Con respecto a las frecuencias cardíacas, ambos grupos experimentaron disminuciones de sus latidos por minuto en reposo. No ocurrió lo mismo con los grupos entre la pre y la post-prueba, ya que el grupo control disminuyó el promedio de ciclos cardíacos por minuto, mientras que el experimental presentó igual promedio de dicha variable.

Las observaciones de los resultados nos permiten remarcar el efecto positivo del control y planificación gracias al aporte de las extracciones e interpretaciones de los niveles de ácido láctico en sangre que presenta el deportista.

Si bien los entrenamientos de ambos grupos fueron incrementados, los resultados del grupo experimental nos muestran que, se pueden obtener las mejoras

deseadas sin sobre – exigir ni poner en riesgo al deportista; ya que éstos logran (en éste caso en particular), mayor distancias con menor costo energético en el mismo tiempo.

Cabe destacar que éste estudio fue de carácter exploratorio, ya que presentó una muestra muy pequeña, pero representativa a los fines de dicha investigación.

CONCLUSIÓN.

En la presente investigación y, luego de haber realizado el análisis correspondiente, pudimos observar diferencias notables entre ambos grupos estudiados.

Estas modificaciones en los valores obtenidos no solamente corresponden a la interpretación comparativa entre ambos grupos, sino también, se incrementaron los valores dentro de cada uno de los mismos.

Es así como pudimos observar la disminución en el promedio de las frecuencias cardíacas del grupo control producto mismo del entrenamiento. Con respecto a las mediciones de lactato sanguíneo, si bien presentó un promedio muy similar entre ambos testeos, corresponde aclarar que el beneficio estuvo dado por el alcance mayor en las distancias recorridas, ya que lograron incrementar su recorrido en el mismo tiempo transcurrido y con similares valores de Mmol/l. en su torrente sanguíneo. En consecuencia, creemos que el entrenamiento ha alterado cada organismo siendo el causante del incremento en el rendimiento deportivo.

Ahora bien, al grupo que fue aplicado el tratamiento, si bien su promedio de latidos por minuto fue idéntico, cabe destacar que ocurrió lo mismo con el lactato sanguíneo. No solo *disminuyó la concentración post-test de lactato en sangre, sino que además, se incrementó de manera considerable las distancias obtenidas en el Test de Cooper de cada deportista.*

Por lo tanto cada minuto que el deportista utiliza en el entrenamiento se enfoca en lo que verdaderamente necesita evitando sesiones que son innecesarias y, además, minimizando los riesgos de lesión.

Las mediciones de lactato en sangre permiten la posterior dosificación de sesiones de entrenamientos acorde a las características metabólicas de cada deportista.

La frecuencia cardíaca solamente ofrece una indicación aproximada de la intensidad del entrenamiento, del estado físico general y ninguna información acerca de un kilometraje apropiado.

Por lo tanto la frecuencia cardíaca es una buena medida para saber si el cuerpo está aceptando el entrenamiento y si se adaptará de la manera deseada, teniendo muchas limitaciones cuando hablamos de intensidad de un ejercicio específico, una sesión de entrenamiento en general o un programa de entrenamiento.

Las frecuencias cardíacas y el lactato son dos medidas muy diferentes de la reacción del cuerpo al ejercicio. La primera es una mejor medida del estado físico y la reacción general del cuerpo, mientras que a la segunda refleja lo que está pasando en los músculos y es la mejor forma de medir el desarrollo de los sistemas energéticos.

Las pruebas de niveles de lactato nos proveen de información que se requiere para tomar decisiones prudentes sobre entrenamiento. Específicamente nos permite desarrollar programas de entrenamientos individuales para cada atleta que reflejan el estrés real que se impone a su metabolismo. Cada atleta es diferente, de manera que un solo programa de entrenamiento muy raramente funciona para un grupo de deportistas. Un programa de entrenamiento que ignora las diferencias metabólicas entre los atletas solamente será de beneficio para pocos, pero algunos serán sobreentrenados, mientras otros no recibirán suficiente entrenamiento. Las pruebas de lactato identifican lo que está ocurriendo en el metabolismo de cada individuo y nos asegura la correcta dosificación de las sesiones de entrenamiento. Es así como podemos saber cuánta presión imponer en un atleta para lograr los resultados deseados.

Permite que el entrenador mida el progreso de cada deportista durante la época de entrenamiento y de un año a otro. Las lecturas sub-máximas y máximas tienen mucho valor en el diagnóstico y pueden indicar problemas tal como el sobreentrenamiento, pérdida de estado físico, regímenes de entrenamiento poco

efectivos, o la presencia de algún problema físico, como ser una infección o gripe.

En cuanto a la frecuencia cardíaca podemos decir que únicamente mide el estrés del corazón, lo cual es solamente parte de lo que un atleta necesita medir. A pesar de que es deseable tener un corazón y un sistema circulatorio bien acondicionados, el entrenamiento para el corazón no necesariamente creará la adaptación de los músculos particulares para la ejecución óptima atlética. Sin embargo, lo inverso es verdad. Al optimizar el entrenamiento de sus músculos, el deportista verá grandes mejoras en su sistema cardiovascular. Es así como se utiliza para proveer un cálculo aproximado de los niveles de lactato, ya que no reflejan los niveles de metabolismo debido a que diversos factores afectan la tasa de latidos de cada individuo. Es por eso que una medición conjunta nos refleja un diagnóstico preciso del estado atlético del deportista.

En métodos de entrenamientos fraccionados (interval – training) encontramos que los niveles de lactato en sangre se presentan más elevados en, aproximadamente, la mitad de la sesión y disminuyen hacia el término de la misma. Creemos que esto es debido al estrés impuesto al organismo en un primer término por la intensidad que, luego de adaptarse al estímulo, comienza a equilibrarse los niveles de lactato – remoción.

En métodos continuos, en cambio, la frecuencia cardíaca se eleva progresivamente sin corresponder, en algunos casos, con las áreas aeróbicas en cuestión. Éste fenómeno lo atribuimos a que el volumen sanguíneo se reduce por la pérdida de agua (sudoración, etc.), redistribuyéndose más sangre hacia la periferia y la presión de llenado cardíaco se reduce. Esto provoca un menor retorno venoso hacia el lado derecho del corazón y, a su vez, disminuye el volumen sistólico. Los latidos por minuto aumentan para compensar la disminución del volumen sistólico en un esfuerzo por mantener el gasto cardíaco. Éste fenómeno lo conocemos con el nombre de *desplazamiento cardiovascular*. - Wilmore y Costill - (1995: 183).

Es por ello que creemos que es necesario, para optimizar los rendimientos deportivos, realizar planificaciones (macrociclos) y dosificar las cargas de entrenamiento de acuerdo a los valores de ácido láctico en sangre obtenidos en los entrenamientos. De ésta manera podremos enfocar un entrenamiento acorde a cada deportista e incrementar su forma física.

REFERENCIAS.

ACCUSPORT (1995). *Instrucciones de empleo*. Alemania.

ACCUSPORT (1998). *Usos Típicos del Análisis de Lactato*. / www.lactate.com. / U.S.A.

ACCUSPORT (1999). *La Fisiología del Lactato y el Entrenamiento en Deportes. Sección 1- Terminología y Conceptos Básicos-*. / www.lactate.com / U.S.A.

ACCUSPORT (1999). *Los Beneficios de las Pruebas de Lactato*. / www.lactate.com / U.S.A.

ACCUSPORT (1999). *Los Latidos del Corazón y el Lactato*. / www.lactate.com / U.S.A.

BLANCO, Antonio. *Química biológica*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Argentina. Año: sin dato.

FOX, Edward. *Fisiología del deporte*. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina. Año: 1988.

GEORGE, James; FISHER, Garth y VEHR, Pat. *Tests y pruebas físicas*. Ed. Paidotribo. Barcelona. España. Año: 1996.

HEGEDÜS, Jorge. *La ciencia del entrenamiento deportivo*. Ed. Stadium. Buenos Aires. Argentina. Año: 1992.

HOWLEY, Edward T. y DON FRANKS, B. *Manual del técnico en salud y fitness*. Ed. Paidotribo. Barcelona. España. Año: 1995.

Mc.ARDLE, Williams; KATCH, Frank y KATCH, Victor. *Fisiología del ejercicio*. Ed. Alianza. Madrid. España. Año: 1986.

MATVÉIEV, L. *El proceso del entrenamiento deportivo*. Ed. Stadium.

Buenos Aires. Argentina. Año: 1990.

PLATONOV, Vladimir. *El entrenamiento deportivo, teoría y metodología*. Ed. Paidotribo. Barcelona. España. Año: sin dato.

VOLKOV, M. *Los procesos de recuperación en el deporte*. Ed. Stadium. Buenos Aires Argentina. Año: 1984.

WILMORE, Jack H. y COSTILL, David L. *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Ed. Paidotribo. Barcelona. España. Año: 1998.

ANEXOS.

A continuación detallamos la planificación deportiva que se llevó a cabo en la presente investigación.

Dicha periodización del entrenamiento detalla las sesiones semanales, con su correspondiente macrociclo.

Además presentamos las tablas correspondientes a ambos testeos (pre y post-test) con los datos correspondientes.

ASESORES:

ASESORES METODOLÓGICOS:

Ruiz Bry, Eugenia María. Licenciada en Antropología. Titular de las materias Metodología de la Investigación y Metodología Operativa de la Licenciatura en Educación Física y Deportes de la Universidad Abierta Interamericana, Sede Regional Rosario.

ASESOR TEMÁTICO:

Díaz Bancalari, Carlos María. Profesor Nacional en Educación Física y en Filosofía y Pedagogía. Técnico Internacional de Voleibol (niveles I, II y III). Instructor F.I.V.B. III.