

# UNIVERSIDAD DE CUENCA



**FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**CARRERA DE CULTURA FÍSICA**

**“DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ÁCIDO LÁCTICO SANGUÍNEO EN  
DEPORTISTAS VARONES DEL GIMNASIO DE CROSSFIT THE ZONE”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título  
Licenciado en Ciencias de la Educación,  
Especialización en Cultura Física.

**AUTOR:** GRANIZO RIQUETTI HERNAN ALBERTO

**DIRECTOR:** Dr. VICENTE ENRIQUE BRITO VÁSQUEZ

**CUENCA-ECUADOR**

**2015**





## RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se realizó con la finalidad de obtener información, sobre los niveles de lactato sanguíneo en deportistas varones que efectúan la práctica de Crossfit, lo cual generó gran sorpresa y curiosidad tanto en deportistas como en instructores y público en general.

Para obtener la mencionada información se tomó una muestra de los 10 mejores deportistas varones del gimnasio de Crossfit THE ZONE, con los cuáles se realizó las pruebas correspondientes en distintas sesiones entre los meses de febrero y julio del 2015.

Para el análisis de los valores se utilizaron cuatro testes físicos diferentes que proporcionaron diversos resultados en cada uno de ellos, lo cual colaboró a despejar dudas y obtener información científica para mejorar la planificación de cada sesión de entrenamiento.

En cada test se extrajo muestras de sangre, a cada deportista antes de cada sesión de entrenamiento para obtener valores de lactato sanguíneo en reposo, siendo en promedio 2,6 m.mol, también se tomaron muestras de sangre finalizado el ejercicio, obteniendo como valor promedio de 16,4 m.mol, de igual manera diez minutos después de finalizado el ejercicio cuyos valores en promedio alcanzaron los 11,3 m.mol en recuperación pasiva.

Los resultados demostraron que esta disciplina se practica a intensidades muy elevadas, para ser sesiones de entrenamiento. No hay una recuperación activa post ejercicio, ni una correcta recuperación entre estímulos. Lo que podría incurrir en lesiones o inclusive en enfermedades como la rabdomiólisis.

**PALABRAS CLAVE:** ÁCIDO LÁCTICO, LACTATO SANGUÍNEO, CROSSFIT, ENTRENAMIENTO DE ALTA INTENSIDAD, HIIT.



## ABSTRACT

The present study had the purpose to research about the levels of lactate in the blood of ten sportsmen who practice the Crossfit as a regular routine of training.

In order to obtain the data, three samples of blood were taken to the best ten sportmen of a local gymnasium: during the rest phase, after the practice of the exercise and ten minutes after the passive recovery phase.

The average of lactate during the rest phase was 2,6 m.mol; while the average after the practice phase had increased to an average of 16,4 m.mol; finally, the average of the passive recovery phase was 11,3 m.mol.

The results point out that the Crossfit discipline stimulates the production of lactate intensely after the training sessions. Notwithstanding, there is neither a correct active recovery post-training, nor a correct recovery among the stimulus, which could be cause of multiple injuries and even illness.

Since the Crossfit routine is getting more popular all over Ecuador, this study could contribute to a scientific planning in order to improve the public health.

**KEY WORDS:** LACTATE, BLOOD LACTATE, CROSSFIT, HIGH-INTENSE TRAINING, HIIT.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES</b> .....	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>7</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>13</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>14</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>16</b>
<b>1. EL LACTATO Y EJERCICIO</b> .....	<b>17</b>
1.1 CONCEPTO Y DEFINICIONES DEL LACTATO .....	17
1.2 SISTEMAS ENERGÉTICOS .....	20
1.2.1 Sistema ATP-PC .....	21
1.2.2 Sistema glucolítico .....	22
1.2.3 Sistema oxidativo .....	24
1.2.4 Ciclo de Krebs .....	25
1.2.5 Cadena de transporte de electrones .....	26
1.2.6 Oxidación de proteínas .....	29
1.3 ADAPTACIONES A LOS SISTEMAS DE ENERGÍA .....	30
1.3.1 Adaptaciones en el sistema ATP-PC .....	30
1.3.2 Adaptaciones al sistema glucolítico .....	30
1.4 PRODUCCIÓN, CONCENTRACIÓN Y REMOCIÓN DE LACTATO .....	31
1.4.1 Producción de lactato .....	31
1.4.2 Concentración de lactato sanguíneo .....	33
1.4.3 Oxidación de Lactato .....	35
1.4.4 Ciclo de Cori .....	36
1.4.5 Áreas funcionales .....	38
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>39</b>
<b>2. EL CROSSFIT: DEFINICIÓN, FUNDAMENTOS, METODOLOGÍA, , ADAPTACIONES AL ENTRENAMIENTO, ELEMENTOS, PROGRAMACIÓN Y PLANIFICACIÓN</b> .....	<b>40</b>
2.1 FUNDAMENTOS DEL CROSSFIT .....	41



2.2	METODOLOGÍA DEL CROSSFIT .....	42
2.2.1	<i>Resistencia aeróbica y anaeróbica.</i> .....	42
2.2.2	<i>Adaptaciones al entrenamiento aeróbico y anaeróbico.</i> .....	44
2.3	FACTORES QUE DETERMINAN LAS ADAPTACIONES AL ENTRENAMIENTO. ....	47
2.3.1	<i>Especificidad de entrenamiento.</i> .....	47
2.3.2	<i>Dotación genética.</i> .....	47
2.3.3	<i>Estado de entrenamiento.</i> .....	47
2.3.4	<i>Adaptaciones al entrenamiento aeróbico.</i> .....	47
2.3.5	<i>Adaptaciones al entrenamiento anaeróbico.</i> .....	50
2.4	ELEMENTOS DEL CROSSFIT.....	53
2.4.1	<i>Levantamiento Olímpico</i> .....	53
2.4.2	<i>Gimnasia.</i> .....	54
2.5	LA FUERZA COMO CUALIDAD DETERMINANTE.....	54
2.5.1	<i>Principios generales del entrenamiento de la fuerza.</i> .....	56
2.5.2	<i>Definiciones sobre el entrenamiento de fuerza contra resistencias.</i> .....	57
2.6	PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE ENTRENAMIENTO DE CROSSFIT.....	60
2.6.1	<i>Programación de los elementos por modalidad.</i> .....	61
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>66</b>
<b>3. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE LACTATO EN SANGRE.....</b>		<b>67</b>
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN. ....	67
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	67
3.3	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	68
3.3.1	<i>Toma de muestras de sangre.</i> .....	68
3.4	PROTOCOLO. ....	73
3.5	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	80
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>98</b>
<b>4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>		<b>99</b>
4.1	CONCLUSIONES .....	99
4.2	RECOMENDACIONES.....	101



## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1:</b> Analizador Accutrend Plus. ....	70
<b>Imagen 2:</b> Tiras Reactivas LACTATE – BM.....	71
<b>Imagen 3:</b> Lancetas ACCU-CHEK.....	72
<b>Imagen 4:</b> Guantes hipo alérgicos.....	72
<b>Imagen 5:</b> Análisis en reposo.....	73
<b>Imagen 6:</b> Materiales para el análisis. ....	74
<b>Imagen 7:</b> Muestra sanguínea dedo medio en la tira reactiva. ....	75
<b>Imagen 8:</b> Muestra sanguínea dedo anular.....	75
<b>Imagen 9:</b> Tiras reactivas utilizadas. ....	76
<b>Imagen 10:</b> Punción con lanceta. ....	77
<b>Imagen 11:</b> Tiras reactivas BM-Lactate.....	77



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Plantilla general de planificación.....	60
<b>Tabla 2:</b> Ejercicios por modalidad. ....	62
<b>Tabla 3:</b> Características de cada día de entrenamiento según la combinación de los elementos, .....	62
<b>Tabla 4 :</b> Diferentes entrenamientos tanto individuales, y en combinación de elementos. ....	65
<b>Tabla 5:</b> Nomina de Investigadores .....	67
<b>Tabla 6:</b> Nómina de deportistas.....	68
<b>Tabla 7:</b> Test 1.....	78
<b>Tabla 8:</b> Test 2.....	78
<b>Tabla 9:</b> Test 3.....	79
<b>Tabla 10:</b> Test 4. ....	79
<b>Tabla 11:</b> Análisis del test 1. ....	80
<b>Tabla 12:</b> Análisis test 2.....	83
<b>Tabla 13:</b> Análisis del test 3. ....	85
<b>Tabla 14:</b> Análisis del test 4. ....	88
<b>Tabla 15:</b> Promedios generales de lactato en reposo. ....	90
<b>Tabla 16:</b> Promedios generales de lactato finalizado el ejercicio .....	91
<b>Tabla 17:</b> Promedios generales de lactato 10 minutos post ejercicio. ....	92
<b>Tabla 18:</b> Promedios general.....	93



## ÍNDICE DE GRAFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Comparación lactato en reposo del test 1. ....	81
<b>Gráfico 2:</b> Comparación Lactato finalizado el ejercicio del test 1.....	81
<b>Gráfico 3:</b> Comparación Lactato 10 minutos post ejercicio del test 1.....	82
<b>Gráfico 4:</b> Comparación lactato en reposo del test 2. ....	83
<b>Gráfico 5:</b> Comparación lactato finalizado el ejercicio test 2.....	84
<b>Gráfico 6:</b> Comparación Lactato 10 minutos post ejercicio del test 2.....	84
<b>Gráfico 7:</b> Comparación lactato en reposo del test 3. ....	86
<b>Gráfico 8:</b> Comparación lactato finalizado el ejercicio del test 3. ....	86
<b>Gráfico 9:</b> Comparación Lactato 10' post ejercicio del test 3. ....	87
<b>Gráfico 10:</b> Comparación Lactato en reposo del test 4.....	88
<b>Gráfico 11:</b> Comparación lactato finalizado el ejercicio del test 4. ....	89
<b>Gráfico 12:</b> Comparación lactato 10 minutos post ejercicio del test 4.....	89
<b>Gráfico 13:</b> Comparación de promedios generales de lactato en reposo.....	90
<b>Gráfico 14:</b> Comparación de promedios generales de lactato finalizado el ejercicio....	91
<b>Gráfico 15:</b> Comparación promedios generales de lactato 10 minutos Post ejercicio.	92
<b>Gráfico 16:</b> Comparación de promedios generales. ....	93



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Cadena de Transporte de Electrones (CTE) y Fosforilación oxidativa.	27
<b>Ilustración 2:</b> Destinos de lactato producido por la célula muscular. ....	35
<b>Ilustración 3:</b> Esquema general del ciclo de Cori. ....	36
<b>Ilustración 4:</b> Síndrome General de adaptación de Seyle. ....	45
<b>Ilustración 5:</b> Ley del umbral o de Arnold Schultz. ....	46



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Sistema ATP-PC .....	21
<b>Cuadro 2:</b> Sistema Glucolítico .....	23
<b>Cuadro 3:</b> Sistema Oxidativo .....	25
<b>Cuadro 4:</b> Ciclo de Krebs .....	26



## CLAÚSULA DE DERECHO DE AUTOR



Universidad de Cuenca  
Cláusula de derechos de autor

---

Yo, Hernán Alberto Granizo Riquetti, autor de la tesis “**DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ÁCIDO LÁCTICO SANGUÍNEO EN DEPORTISTAS VARONES DEL GIMNASIO DE CROSSFIT THE ZONE**”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Licenciado en Ciencias de la Educación Especialidad Cultura Física. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora

Cuenca, Octubre 2015.

Hernán Alberto Granizo Riquetti

C.I: 0103569687



## CLAÚSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca  
Cláusula de propiedad intelectual

---

Yo, Hernán Alberto Granizo Riquetti, autor de la tesis "DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE ÁCIDO LÁCTICO SANGUÍNEO EN DEPORTISTAS VARONES DEL GIMNASIO DE CROSSFIT THE ZONE", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, Octubre 2015.

Hernán Alberto Granizo Riquetti

C.I: 0104759733



## DEDICATORIA

A mi padre Bolívar, primero por su ejemplo de entereza dedicación, constancia, entrega, garra, tesón por esa comprensión, ese amor, por llevar una vida sana, por esa pasión para hacer lo que uno ama, por esas palabras sabias en cada etapa de mi vida, por cada palmada en el hombro que me llevaron a seguir adelante, por darme esa seguridad, esa confianza de que uno es capaz de lo que se propone.

A mi madre Isabel, por su ternura por su paciencia, por su amor inigualable, por cada día, cada exigencia, cada abrazo, por cada bendición antes de acostarme, por tus palabras, consejos, por tus correazos diarios me han llevado a tratar de ser mejor persona, por tus lecciones, por tu educación por tus cuidados, por tu preocupación y exageración.

A mis hermanas, Andre, Poly y Luly que han sido mis compañeras de toda la vida, por brindarme su amor incondicional, por su rabietas, por sus celos, por su compañía, por estar en los momentos buenos y en los más desagradables siempre juntos los cuatro hermanos.

A mi Abuelita Rosi, a mis tías Lola, Ceci, Carla, por estar ahí siempre alentándome, dándome su ejemplo, su bondad, su amor, por solaparme, por apoyarme, por ese amor de madre, les amo.

A mis panas, Pedro, Filipao, Diego, Esteban, Oso, Pache, Walther, Willy, por esos momentos inigualables, por esas batallas épicas, en la cancha y en la vida, por cada risa, cada llanto, por cada palabra, siempre los llevare en mis costumbres en cada acto de mi vida.

A ti Caro, por el apoyo incondicional, por hacerme reír, por todo el apoyo y paciencia, en este arduo camino.

A mis perros Leonardo, Negro y Muñeca por esa compañía, por esa alegría, por ese saludo al llegar a casa porque nunca me dejaron solo, por ese amor.



## AGRADECIMIENTOS

A mi Dios, por la salud, sabiduría y fortaleza en cada uno de los momentos de mi vida.

A mi prestigiosa Universidad por brindarme la oportunidad de superarme cada día, en lo personal, académico, laboral.

Mi más sincero agradecimiento al profe, Diego León Córdova, por su motivación diaria por esa inspiración en cada clase por esos consejos, por esas conversaciones al regresar del complejo o en el gimnasio. Al profe Guillermo Suquisupa, por ese don de gente, por ser un amigo, por toda esa colaboración y ayuda, por esas palabras para seguir adelante a luchar siempre. Al profe Toyo por esa preocupación de saber cómo nos encontramos, por guiarnos a seguirnos capacitando y preparando. Al profe Julio Fernando Abad, por ese carisma esas ganas de ganar siempre, esa alegría. A todos mis profes que me han hecho surgir como profesional y como persona muchas gracias, Profe Caldas, Profe Angelito, Profe Jorge, Profe Monserrat.

Un especial agradecimiento a mi querido Doctor Vicente Brito, por ser una persona intachable, correcta, por ese carácter fuerte, por hacer de sus estudiantes excelentes personas, por no dejarnos avasallar por nada ni nadie y por dirigirme este trabajo de graduación, muchas gracias Doc.

Al gimnasio "THE ZONE", a Aarón Williams, y todos sus colaboradores por permitirme desarrollar ahí este trabajo de graduación, a todos los tesisistas por su colaboración.

A todas esas personas que no confiaron en mi a todos los que no creyeron posible a todos los que pusieron trabas, inconvenientes muchas gracias por esa motivación extra.

A mis padres, familiares y amigos que me han sido pilares fundamentales en la culminación de este y futuros objetivos.



## INTRODUCCIÓN

El Crossfit en el Ecuador es una metodología de entrenamiento nueva, que se lleva a cabo desde el año 2008, por ser tan reciente no hay información detallada sobre la dosificación de entrenamiento ni de sus niveles de intensidad.

El Crossfit al ser una práctica de gran acogida en nuestra población gracias a la publicidad y promoción desde las redes sociales, ha conseguido que se incrementen los centros donde se ofrece este entrenamiento denominado funcional, donde las personas buscan mejorar sus cualidades físicas y obtener un mejor aspecto estético.

Por esta razón el presente trabajo de graduación se ha centrado en generar información clara y veraz, acerca de esta nueva metodología de entrenamiento donde se busca obtener valores de lactato sanguíneo, para deducir de mejor manera las intensidades en las cuales se trabaja así como se pretende informar a deportistas e instructores sobre la producción, remoción, y recuperación de lactato sanguíneo para obtener y a la post desarrollar mejores planes de entrenamiento, previniendo lesiones o sobre entrenamiento.

El trabajo de graduación se realizó en el gimnasio de Crossfit "THE ZONE", ya que este centro de entrenamiento es uno de los pioneros en la ciudad, donde concurre gran cantidad de deportistas diariamente a la práctica de la mencionada disciplina.

Se realizó el análisis a los diez mejores deportistas varones del mencionado centro de entrenamiento, cuyas edades varían desde los 20 hasta los 33 años, las tomas de muestras se efectuaron tanto en reposo, finalizado el ejercicio y diez minutos finalizado el ejercicio en recuperación pasiva, siguiendo los debidos protocolos para la extracción y análisis de cada una de las muestras.



# CAPÍTULO

# I



## 1. EL LACTATO Y EJERCICIO

### 1.1 CONCEPTO Y DEFINICIONES DEL LACTATO.

El descubrimiento de ácido láctico o lactato, se origina en 1780 por el químico sueco Carl W. Scheele, en una muestra de leche cortada, fue este químico quien pudo aislarla de ahí viene el nombre de lactato, sin embargo fue su compatriota Jöns Jacob Berzelius, quien lo relaciono con el ejercicio, cuando reporto la presencia de lactato en músculos de ciervos que habían sido cazados. Curiosamente Berzelius se convenció de que la cantidad de lactato era proporcional a la cantidad de ejercicio que ese músculo había realizado.

Quienes estudiaron minuciosamente fueron, Archivald V. Hill y Otto Meyerhoff, los pioneros en los cimientos del estudio de la catálisis de los glúcidos en el músculo esquelético, lo cual mereció el premio Nobel en 1922. Meyerhoff dilucidó la mayoría de las rutas glucolíticas y demostró que el ácido láctico era producido como una reacción adicional de la glucólisis en ausencia de oxígeno. Por su parte, Hill cuantificó la liberación de energía a partir de la conversión de la glucosa a ácido láctico, al mismo tiempo, estableciendo que la glucosa puede suministrar una fuente rápida y grande de energía para abastecer a la contracción muscular ante grandes demandas e insuficiente oxígeno.

Los estudios del eminente científico George Brooks, quien realizó una serie de estudios con trazadores químicos (radioisótopos) desde la década de los 80 y de investigaciones subsiguientes en esta línea, contribuyeron considerablemente en el conocimiento de la cinética del lactato, tanto en reposo, como durante el ejercicio físico y posterior al mismo. En este sentido, para una mejor comprensión, se debe tener en cuenta que continuamente hay una tasa de aparición (Ra: Rate of appearance) y a la vez una tasa de remoción (Rd: Rate of disappearance) debido a la reversibilidad de la reacción, a velocidades similares (Brooks, 1986). Esto crea un balance entre la Ra y la



Rd, en lo que se ha denominado equilibrio reversible del lactato o “Lactatetorunover” (Brooks, 2000).

Por tanto, hay que considerar los factores que regulan la degradación de los glúcidos en la célula muscular. La producción de lactato, depende de una competencia por el piruvato y el NADH entre la LDH y los transportadores de NADH (malato-aspartato y el fosfato de glicerol) y el transportador de piruvato.

Además, la alta actividad de la LDH y la constante de equilibrio de la reacción, piruvato-lactato, favorece más a la producción de lactato, especialmente con el aumento de la tasa de la glucólisis (Brooks, 1998).

La producción de lactato se puede ver como dependiente en el equilibrio bioquímico de la competencia entre las actividades de la PFK frente a la actividad de la PDH. La estimulación de la actividad de la fosforilasa, se da por el aumento en la tasa de trabajo físico, debido probablemente al aumento citosólico del calcio, fósforo inorgánico y el adenosin monofosfato (AMP). Que origina, aumenta la degradación del glucógeno muscular. Del mismo modo, con el aumento de la intensidad del ejercicio, los cambios en la relación ATP/ADP, a favor del ADP, aumento en el adenosin monofosfato (AMP), Pi y amoníaco lo cual provoca un aumento en la activación de la PFK y con ello indefectiblemente un mayor flujo de la glucólisis y la producción de lactato.

Adicionalmente, al reclutarse una mayor cantidad de fibras musculares de contracción rápida, las cuales son solicitadas a medida que aumenta la intensidad del ejercicio, se da un incremento en la producción de lactato, ya que estas fibras tienen una mayor actividad glucolítica rápida. La actividad simpática provoca vasoconstricción y el flujo de sangre se ve disminuido en órganos como el hígado, riñón y músculo inactivo, lo que provoca una menor oxidación y remoción del lactato.



Como se puede ver en esta serie de procesos descritos, la producción del lactato aumenta en el ejercicio físico de intensidad elevada mientras que la remoción de lactato disminuye con relación a ésta.

Antes se creía que el lactato era un producto final de la glucólisis o producto de desecho, en la actualidad este concepto o idea ha sido totalmente replanteado, considerando al lactato como un producto intermedio que puede brindar múltiples beneficios (Brooks, 2006).

Aunque la acumulación de lactato ya sea sanguíneo o muscular es un excelente indicador del incremento de la liberación de protones y la disminución del pH celular y sanguíneo, dichas relaciones no deberían ser interpretadas como causa y efecto.

El lactato es una sustancia muy dinámica, en primera instancia, cuando es producido trata de salir de los músculos y entrar en los músculos próximos, el torrente sanguíneo o en el espacio entre las células musculares donde se genera una contracción inferior del mismo.

Como ya hemos nombrado el lactato no es un producto terminal, sino es un producto intermedio que es potencialmente oxidable; es decir el lanzamiento o (shuttle) del lactato presupone que éste es removido a tejidos anatómicamente e histológicamente iguales (shuttle de célula a célula) o diferentes a distancia (hígado), brindando una fuente significativa de sustrato oxidable y de precursor neoglucogénico; constituyéndose, convincentemente, en un medio para la movilización y distribución de una fuente de energía potencial durante el esfuerzo físico (Brooks, 1986; Brooks, 2000)

En segundo lugar, cuando otro músculo lo asimila se convertirá en ácido pirúvico y se usará de manera aeróbica. La preparación aeróbica, o de resistencia aumenta las enzimas que convierten ácido láctico en ácido pirúvico. El ácido láctico es utilizado también por el corazón como combustible o se almacena en el hígado en forma de glucosa o glucógeno hepático. (Powers & Howley, 2014)



El lactato se forman durante los procesos metabólicos de utilización de hidratos de carbono y grasas, concurrentemente estos ácidos son metabolizados hasta ser eliminados en forma de CO<sub>2</sub>, no teniendo influencia sobre el PH de los líquidos corporales, pero en la ejecución de ejercicio intenso la gran producción de ácido láctico provoca acidosis. De esta forma la producción de lactato provoca los mayores cambios para tratar de mantener los niveles de pH de los líquidos orgánicos.

Un músculo que puedo usar ácido pirúvico como energía lo hará desde el glucógeno almacenado en el músculo (glucógeno muscular). Sin embargo, si el exceso de ácido láctico es aprovechable desde el torrente sanguíneo, mucho de este ácido láctico va a ser transportado al músculo y se convertirá en ácido pirúvico para los procesos aeróbicos.

La fibra muscular que puede usar el ácido pirúvico puede estar próxima a aquellas que no lo puede hacer. ***“El lactato también circula en la sangre y puede ser recobrado por otros músculos en otras partes del cuerpo. Algunos músculos que pueden ser utilizados eventualmente el ácido láctico pueden ser relativamente inactivos, tales como los músculos de los brazos de un corredor”***. (Sánchez, 1999).

## 1.2 SISTEMAS ENERGÉTICOS

De acuerdo a la demanda la energía resulta útil a partir de un ritmo controlado, el mismo que se ejecuta a partir de la elección parcialmente determinada por la elección de la fuente de combustible.

Las células generan energía (ATP) mediante tres sistemas energéticos que son:

- a.- El sistema ATP-PC.
- b.- El sistema glucolítico.
- c.- El sistema oxidativo.





El proceso referido es veloz y se lleva a cabo sin ninguna estructura especial dentro de la célula, aunque puede ocurrir en presencia de oxígeno, estas reacciones no lo requieren por este motivo se declara al sistema ATP-PC es anaeróbico.

Durante los primeros pocos segundos de actividad muscular intensa, como puede ser en un sprint, el ATP se mantiene en un nivel relativamente constante, pero el nivel de PC declina de forma relativa cuando se usa el compuesto para reponer el ATP agotado, cuando se llega al agotamiento físico, el nivel tanto de ATP y PC es muy inferior y no pueden proporcionar energía para más contracciones y relajaciones.

Por lo tanto, la capacidad para mantener los niveles de ATP con la energía del PC es corta y limitada, las mismas que pueden mantener necesidades o respuestas físicas tan solo de 3 a 15 seg durante intensidades máximas.

### 1.2.2 Sistema glucolítico

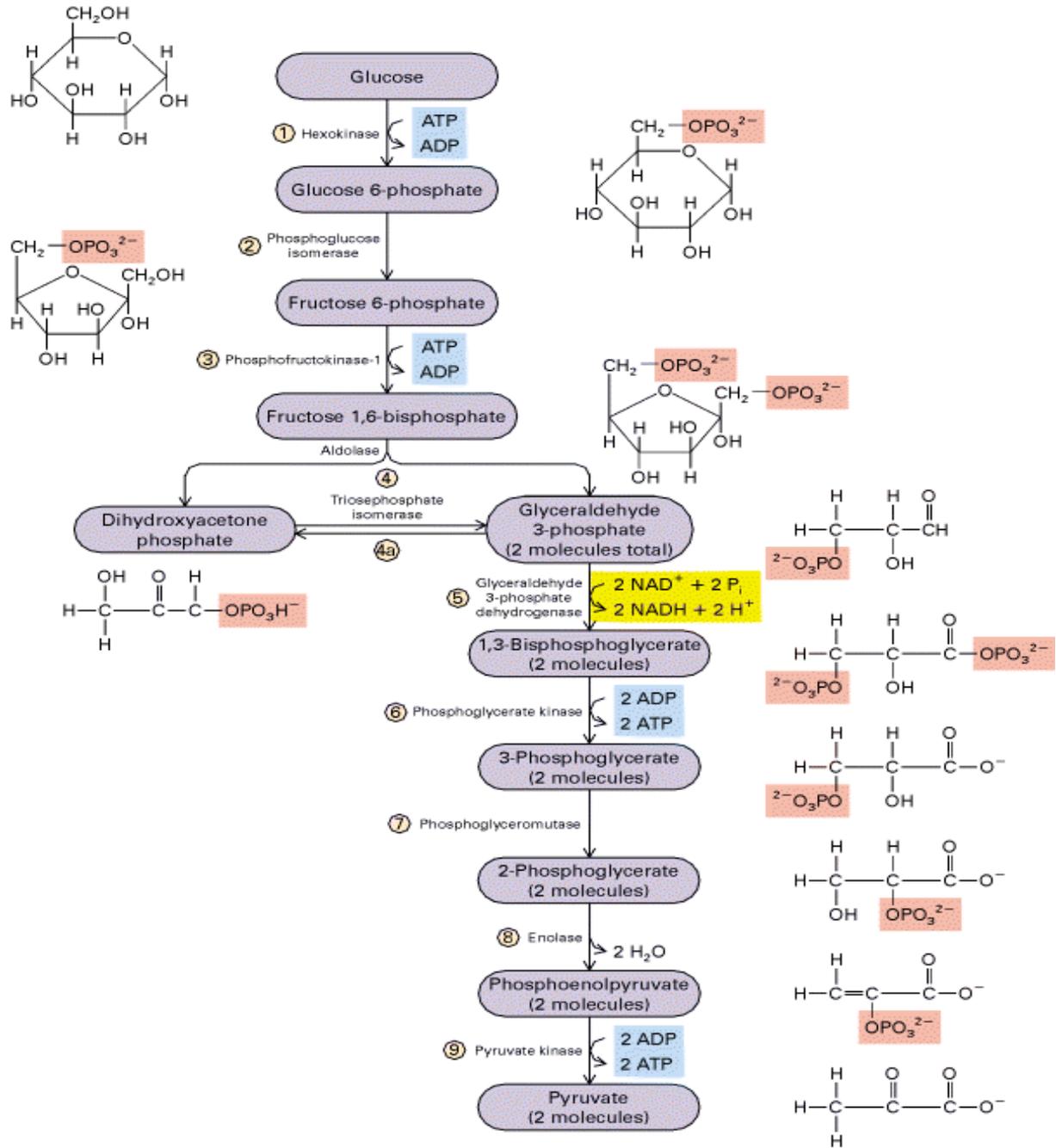
Otro sistema de obtención de energía o ATP implica la liberación de energía mediante la descomposición (lisis) de la glucosa, este sustrato es el 99% de la cantidad total de azúcares que circulan por la sangre, la glucosa de la sangre procede de la digestión de los hidratos de carbono y de la descomposición del glucógeno hepático, el mismo que se sintetiza en un proceso llamado glucogénesis, se almacena en el hígado o en los músculos hasta que el cuerpo lo requiere, en ese instante el glucógeno se descompone en glucosa a fosfato a través del proceso de la glucogenólisis.

Al hablar del sistema glucolítico nos referimos a los procesos de glucólisis, cuando ocurren sin la intervención de oxígeno, en este caso el ácido pirúvico se convierte en ácido láctico.

La glucólisis es mucho más compleja que el sistema ATP-PC, requiere de 12 reacciones enzimáticas para la descomposición de glucógeno en ácido láctico, todas estas enzimas operan dentro del citoplasma de las células. **“La ganancia de este proceso es de 3 moles de ATP formados por cada mol de glucógeno**



descompuesto. Si se usa glucosa en lugar de glucógeno, el beneficio es solo de 2 moles de ATP porque se usa 1 mol para la conversión de glucosa en glucosa-6-fosfato". (Wilmore & Costill, 2014)



Cuadro 2: Sistema Glucolítico  
Fuente: Wilmore & Costill (2014)



En este sistema no se produce grandes cantidades de ATP, a pesar de esta limitación, las acciones combinadas de los sistemas ATP-PC y glucolítico permiten trabajar a los músculos aun cuando el oxígeno es limitado. Estos dos sistemas dominan durante los ejercicios alta intensidad.

Una muy importante limitación de la glucólisis anaeróbica es que ocasiona una acumulación de ácido láctico en los músculos y en los fluidos corporales. Un ejemplo concreto se dan en las pruebas de velocidad máxima de 1 a 2 min, las demandas sobre el sistema glucolítico son elevadas, y por ende los niveles de ácido láctico pueden incrementarse desde un valor de reposo de aproximadamente 1mmol/kg de los músculos hasta más de 25mmol/kg.

***“Esta acidificación de las fibras musculares inhibe una mayor descomposición de glucógeno, por la razón que dificulta la función enzimática glucolítica. Además, el ácido reduce la capacidad de combinación de calcio de las fibras e impide de esta manera la contracción muscular”.*** (Astrand, 1992)

La capacidad de utilización de energía de una fibra muscular durante el ejercicio puede ser 200 veces superior al ritmo de uso de energía en reposo.

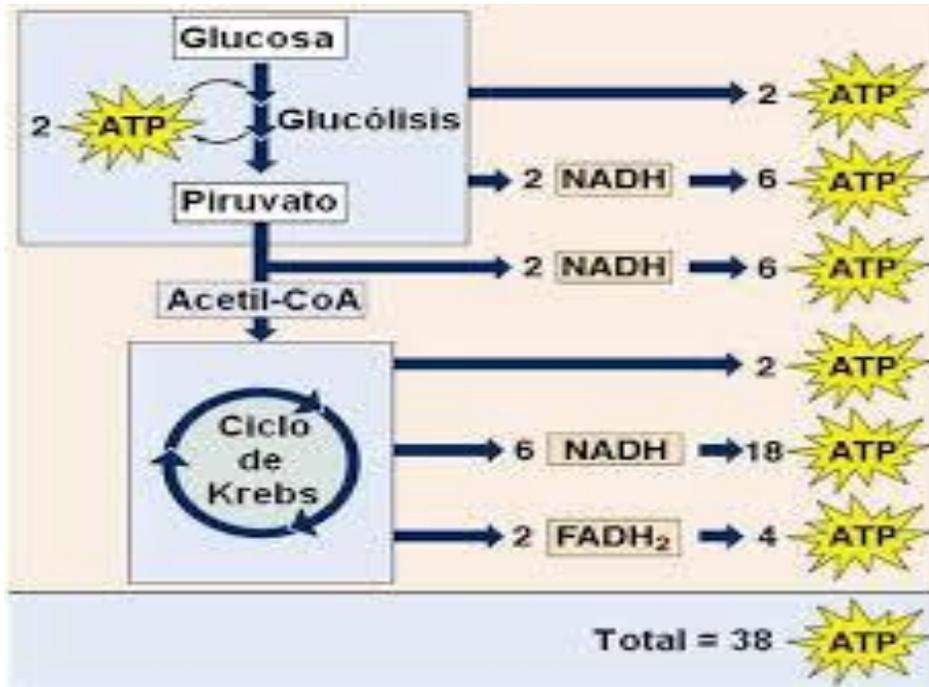
En este metabolismo la glucólisis desempeña cierto protagonismo en la producción aeróbica y anaeróbica de ATP, el proceso de glucolisis es el mismo tanto exista o no la presencia de oxígeno, esta determina solamente el destino del producto final el ácido pirúvico. Recordemos que la glucolisis anaeróbica produce ácido láctico y solamente 3 moles ATP por mol de glucógeno, sin embargo en presencia de oxígeno el ácido pirúvico se transforma en un compuesto llamado acetilcoenzima A.

### **1.2.3 Sistema oxidativo.**

El sistema final de producción de energía celular es el sistema oxidativo, este último sistema es el más complejo de los tres existentes, el proceso mediante el cual el cuerpo descompone combustibles con la ayuda de oxígeno para obtener energía se llama respiración celular. Ya que utilizamos oxígeno, es un proceso aeróbico.



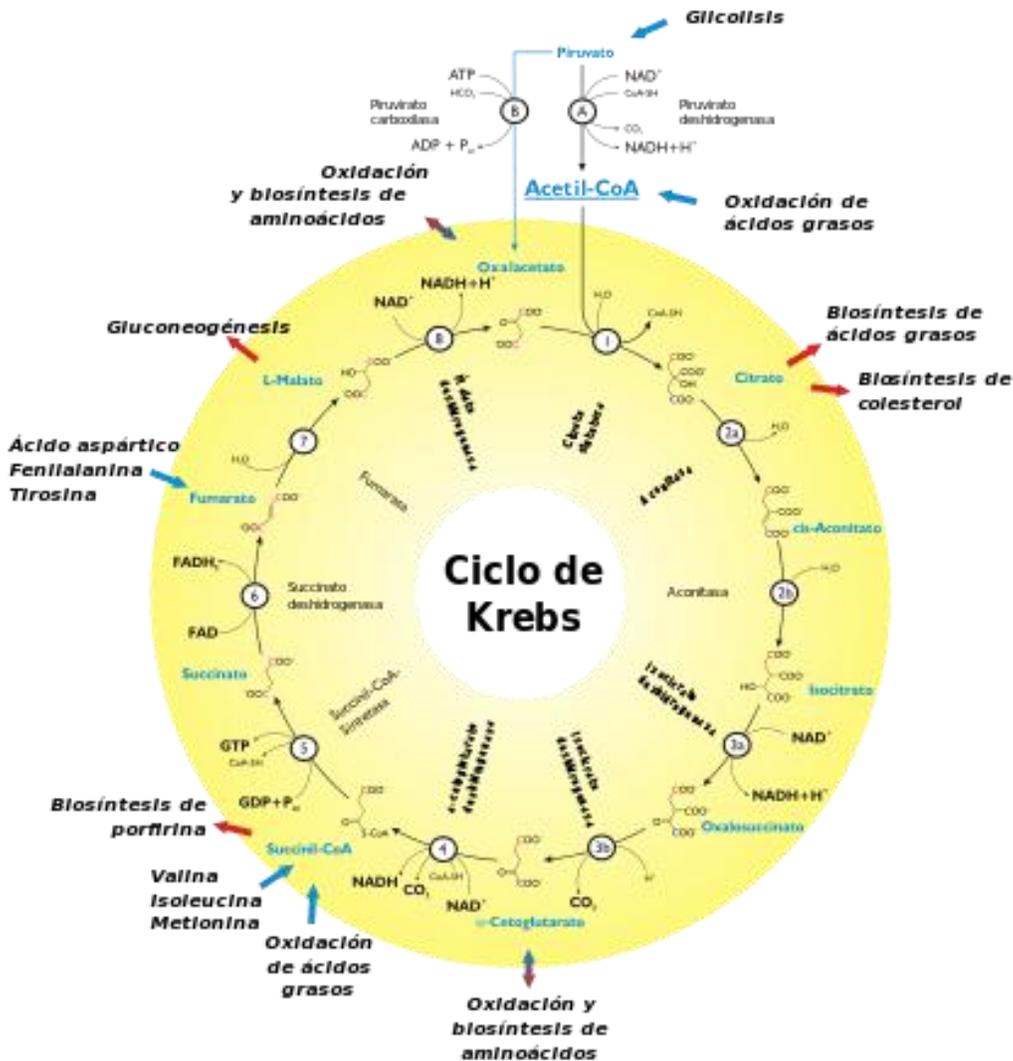
Esta producción energética oxidativa ocurre en las mitocondrias, los músculos necesitan grandes cantidades de energía para generar trabajo durante tiempos prolongados, por esta razón es el principal método de generación de energía durante las pruebas de resistencia y en la actividad de reposo. Esto impone considerables demandas a la capacidad del cuerpo para liberar oxígeno en los músculos activos.



**Cuadro 3:** Sistema Oxidativo  
**Fuente:** Wilmore & Costill (2014)

### 1.2.4 Ciclo de Krebs

Cuando se forma el acetil-CoA entra en el ciclo de Krebs (ciclo del ácido cítrico), varias reacciones químicas complejas que permiten la oxidación completa del acetil-CoA, al final del ciclo de Krebs, se han formado 2 moles de ATP y el sustrato se ha descompuesto en carbono y en hidrógeno. El carbono que resta se combina con oxígeno para formar dióxido de carbono. Este CO<sub>2</sub> se difunde fuera de las células y es transportado hasta los pulmones para ser espirado.



Cuadro 4: Ciclo de Krebs

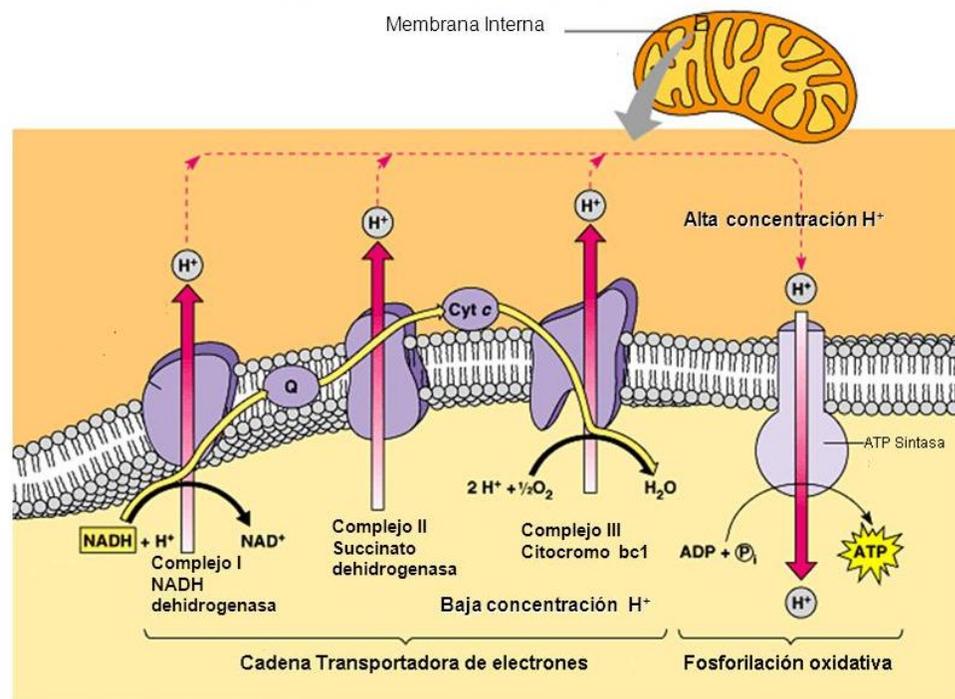
Fuente: Wilmore & Costill (2014)

### 1.2.5 Cadena de transporte de electrones.

Durante la glicolisis, se libera hidrogeno mientras se metaboliza la glucosa, que se transforma en ácido pirúvico. Durante el ciclo del ácido cítrico se libera mayor cantidad de hidrógeno, si este compuesto permanece en el sistema, el interior de la célula se torna demasiado ácido.

Este ciclo va junto a una serie de reacciones conocidas como la cadena de transporte de electrones. El hidrógeno que se liberó durante la glucólisis y durante el ciclo de Krebs se combina con dos coenzimas: NAD (nicotinamida-adeninucleótido) y FAD (flavodeninucleótido), estas coenzimas transportan los átomos de hidrógeno hacia la cadena de transporte de electrones, donde se separan en protones y electrones. En el final de la cadena, el  $H^+$  se combina con oxígeno para formar agua, impidiendo así la acidificación.

Los electrones separados del hidrógeno pasan por una serie de reacciones llamada cadena de transporte de electrones, y finalmente proporcionan energía para la fosforilación de ADP, formando así ATP. (Wilmore & Costill, 2010).



Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

**Ilustración 1:** Cadena de Transporte de Electrones (CTE) y Fosforilación oxidativa

**Fuente:** Wilmore & Costill (2014)



El sistema de producción de energía genera hasta 39 moléculas de ATP a partir de una molécula de glucógeno. Si el proceso inicia con glucosa el resultado es de 38 moléculas de ATP.

La oxidación de las grasas también contribuye a las necesidades energéticas de los músculos, las reservas de glucógeno en el hígado y músculos proporciona únicamente de 1500 a 2500 kcal de energía, pero la grasa almacenada dentro de las fibras musculares y en células grasas puede llegar a generar entre 70.000 y 75.000kcal, siendo los triglicéridos las únicas fuentes importantes energéticas.

Los triglicéridos se almacenan en las células grasas y en las fibras musculares esqueléticas, para poder obtener energía a partir de ellos se descomponen en unidades básicas que son una molécula de glicerol y tres moléculas de ácidos grasos libres, esta descomposición se llama lipólisis, y lo llevan a cabo las enzimas llamadas lipasas. Los ácidos grasos libres (AGL), son la fuente energética principal, una vez liberados del glicerol los AGL pasan a la sangre y se transportan por el cuerpo, ingresando a las fibras musculares por difusión. Su ritmo de ingreso depende de la concentración de ácidos grasos libres.

Aunque los diversos ácidos grasos libres en el organismo se diferencian en su estructura, su metabolismo es esencialmente el mismo, al ingresar en las fibras musculares, los ácidos grasos libres son activados enzimáticamente con energía del ATP y preparados para su descomposición (catabolismo) en las mitocondrias. Este catabolismo enzimático recibe el nombre de betaoxidación.

Desde este punto, el metabolismo de las grasas sigue el camino de los hidratos de carbono, el acetyl-CoA, formado por betaoxidación entra en el ciclo de Krebs. Este genera hidrógeno, que es transportado hacia la cadena de transporte de electrones, junto con el hidrógeno generado durante la betaoxidación, para sufrir la fosforilación oxidativa. De igual manera que en el metabolismo de la glucosa, los productos de desecho de la oxidación de los ácidos grasos libres son: ATP, H<sub>2</sub>O y el CO<sub>2</sub>. Cabe



recalcar que la combustión completa de una molécula de ácidos grasos libres requiere más oxígeno porque contiene más carbono que una de glucosa

De hecho las grasas nos brindan mayor Kcal de energía por gramo que los hidratos de carbono, la oxidación de las grasas necesita mayor cantidad de oxígeno que la de los hidratos de carbono. La producción de energía a partir de las grasas es de 5,6 moléculas de ATP por molécula de energía usada, en relación con la producción por parte de los hidratos de carbono de 6,3 moléculas de ATP por molécula de oxígeno, por tanto los hidratos de carbono son el combustible preferido durante la realización de ejercicios de alta intensidad.

#### **1.2.6 Oxidación de proteínas.**

Los aminoácidos que forman las proteínas también son utilizados como combustible, algunos de estos pueden convertirse en glucosa mediante gluconeogénesis, o alternadamente algunos pueden convertirse en productos medios del metabolismo como piruvato o el acetyl-CoA, para ingresar al sistema oxidativo. Cuando los aminoácidos son catabolizados se produce nitrógeno, una parte del mismo se utiliza para formar otros aminoácidos pero hay otro porcentaje de nitrógeno que el cuerpo no puede oxidar, de esta manera es convertido en urea y luego excretado por la orina. Para esta conversión se requiere ATP, porque se gasta algo de energía en este proceso. Cuando las proteínas se metabolizan en el cuerpo, debido a la conversión de nitrógeno en urea, su producción energética es de 4,1 Kcal por gramo mientras que una descomposición en un laboratorio la producción es de 5,65 Kcal por gramo.

Los tres sistemas no trabajan de manera independiente, cuando una persona realiza actividad física a máxima intensidad posible, desde esprints a máxima velocidad, o carreras de fondo, todos los sistemas de energía contribuyen a las necesidades totales de energía de todo el sistema. Sin embargo, generalmente uno es el que predomina excepto cuando existe una transición de un sistema a otro.



### **1.3 ADAPTACIONES A LOS SISTEMAS DE ENERGÍA**

En las diferentes actividades que requieren una producción de fuerza cercana a la máxima, tales como pruebas de velocidad en el atletismo o en la natación, o levantamiento olímpico, una gran parte de necesidades energéticas se satisfacen por el sistema ATP-PC y por la descomposición anaeróbica de glucógeno muscular (glucolisis).

#### **1.3.1 Adaptaciones en el sistema ATP-PC**

Como se sugirió en este sistema reinan las pruebas de máxima velocidad o ejecución con grandes pesos, los esfuerzos máximos de duración inferior a 6 seg imponen la mayor demanda a la descomposición y resíntesis de ATP y PC.

Pocos estudios han corroborado y examinado las adaptaciones del entrenamiento en series breves de ejercicio máximo destinadas específicamente al desarrollo del sistema ATP-PC, sin embargo en 1979 Costill y colaboradores determinaron tanto el entrenamiento que impone estrés en el sistema ATP-PC como el que hacia énfasis en el sistema glucolítico, produjeron las mismas ganancias de fuerza muscular (alrededor del 14%), los resultado llevaron a la conclusión de que los esfuerzos a esprines máximos ayudan a mejorar la fuerza pero no tiene relevancia en la mejora de producción o mejora en la liberación de energía de ATP y PC. Tales ganancias de fuerza permiten al individuo ejecutar una determinada tarea con menos esfuerzo, lo cual reducirá el riesgo de fatiga.

#### **1.3.2 Adaptaciones al sistema glucolítico**

El entrenamiento anaeróbico (series de 30 seg), aumenta las actividades de enzimas glucolíticas y oxidativas claves, las principales y con mayor estudio son la fosforilasa, la fosfofructocinasa (PKF) y la lactodeshidrogenasa (LDH). La actividad de estas enzimas aumentan entre un 10% y un 25 % con series repetidas de ejercicios de 30 seg, estudios recientes presenciaron modificaciones en esprines máximos de 30



seg en las enzimas hexocinasa (56%) y la PFK (49%), pero no la actividad total de la fosforilasa y la LDH.

Dado que la PFK y la fosforilasa son indispensables para la producción anaeróbica de ATP, se pensaría que dicho entrenamiento mejoraría la capacidad glucolítica y que el musculo desarrollase una mayor tensión durante un tiempo más prolongado, sin embargo no hay resultados donde se pueda corroborar. De esta manera concluimos que las ganancias en rendimiento con estas formas de entrenamiento son como resultado la mejora de la fuerza más que en la propia producción de ATP.

El entrenamiento anaeróbico incrementa el ATP-PC y las enzimas glucolíticas, pero no tiene ninguna relación o efecto con las enzimas oxidativas. A la inversa. El entrenamiento aeróbico produce incrementos en las enzimas oxidativas, pero no tiene ningún efecto sobre ATP-PC ni sobre las enzimas glucolíticas.

## **1.4 PRODUCCIÓN, CONCENTRACIÓN Y REMOCIÓN DE LACTATO**

### **1.4.1 Producción de lactato.**

En el proceso de producción de lactato, a partir del glucógeno en el musculo esquelético, no implica la utilización de oxígeno, ni la eliminación de hidrogeno del sistema. De esta manera no es un proceso de oxidación, y tiene lugar bajo condiciones estrictamente anaeróbicas que existen en el musculo durante la práctica deportiva. Si la actividad es ligera, todo el lactato puede reconvertirse en parte en glucógeno en el mismo, músculo, pero si el ejercicio es de alta intensidad, la mayor cantidad de lactato puede escaparse al torrente circulatorio y convertirse en glucógeno hepático. De esta manera al llegar al hígado, el glucógeno muscular puede dar lugar indirectamente a glucosa sanguínea.



***“Al igual que la formación de lactato a partir de glucógeno muscular libera energía, la nueva formación de glucógeno a partir de lactato requiere el aporte de energía”*** (Astrand, 2010).

Como hemos mencionado el lactato se produce en la glicolisis anaerobia, sin intervención de oxígeno. Tiene sin embargo la gran ventaja de proseguir la glucolisis, porque reoxida el nicotinamida adenina dinucleótido (NADH.H +), que aparece en la etapa oxidativa de los triosa P, de nuevo a NAD +, fundamental para que continúe el proceso de la glicolisis.

Parte del lactato resultante de la oxidación anaerobia de la glucosa, así como el piruvato y otros intermediarios de la vía anaerobia, pueden ser empleados como fuentes de suministro energético, por la propia fibra muscular, cuando retornan las condiciones de oxidación resultan favorables, pero la mayor cantidad de lactato recurre al torrente sanguíneo y por este al hígado, donde es convertido en glucosa mediante el proceso llamado gluconeogénesis.

***“El balance general de la glucólisis anaeróbica es de:  $GLUCOSA + 2 ADP + 2P \rightleftharpoons 2 LACTATO + 2TP$ ”*** (Barbany, 2006).

La producción de lactato aumenta de forma importante en las primeras etapas de actividad física, traduciendo la fase de anaerobiosis láctica inicial. Esta anaerobiosis láctica es importante para que el músculo pueda continuar con la contracción (posterior al consumo de ATP y PC), hasta que no se hayan podido culminar las vías oxidativas aerobias.

***“Se explica por el déficit inicial en O<sub>2</sub> (todavía no ha habido tiempo de completar las adaptaciones cardiovasculares y respiratorias) y porque el ciclo de Krebs momentáneamente no puede sintetizar todo el piruvato que llega”.*** (Barbany, 2006).

Como el ejercicio continúa, la relación ATP/ADP disminuye, activando las fosfofructoquinasa y creando un círculo vicioso que solo es posible romper recurriendo



a la vía lateral de la glucólisis anaerobia con producción de lactato. A más de la producción de ATP para la contracción, permite reoxidar el NADH.H<sup>+</sup> formado y proseguir la oxidación de la glucosa.

Superando la fase inicial, si el ejercicio se realiza en condiciones aerobias, la producción de lactato tiende a recuperar los valores de reposo. Si no puede hacerse en plena aerobiósisis ya sea por la intensidad o por las condiciones en las que se realiza, aparecen puntas de trabajo anaerobio conduce con rapidez la fatiga por la baja rentabilidad, con un rápido agotamiento de las reservas de glucógeno y porque produce hidrogeno, que inactiva las enzimas y alteran las permeabilidad de la fibra.

El lactato producido tienen la posibilidad de continuar con diversidad de destinos, una parte permanece en el músculo y será reutilizado después, cuando las condiciones metabólicas de la fibra lo permitieren, otro porcentaje pasa a la sangre y llega al hígado donde se incorpora a las vías gluconeogénicas. El hígado metaboliza rápidamente el lactato sanguíneo explica la rapidez en la disminución de la hiperlactacidemia con posterioridad o inclusive en el transcurso de la actividad física, si las condiciones lo ameritan.

El lactato origina una fatiga muscular transitoria, la eliminación o remoción de los músculos esqueléticos y de sangre es fundamental para una recuperación holística, para obtener los mejores resultados tanto en entrenamientos como en competencia.

#### **1.4.2 Concentración de lactato sanguíneo.**

Autores como Stallknecht, Vissing y Galbo (1998) remarcan la importancia de notar que el lactato es sólo un intermediario en la oxidación de carbohidratos que se libera en el torrente sanguíneo desde las células musculares en una cantidad que depende de la tasa de producción y remoción del piruvato.

El nivel de lactato se puede medir fácilmente en una pequeña gota de sangre obtenida del lóbulo de la oreja o un dedo, la concentración de lactato en la sangre es



uno de los factores que desencadenan el proceso de remoción del mismo por lo que se deben alcanzar altos niveles del mismo antes de que se inicie la remoción o resíntesis del mismo.

Este umbral es un indicador del potencial de un deportista para el entrenamiento de resistencia. Según Costill y Wilmore (2014) el umbral de lactato (UL) se define como: **“el punto en el que el lactato sanguíneo comienza a acumularse por encima de los niveles de reposo durante un ejercicio de intensidad creciente.”** En la actividad entre leve y moderada, el lactato sanguíneo permanece ligeramente por encima de los niveles normales de reposo, conforme se incrementa la intensidad o velocidad de ejecución del trabajo por encima de 1,4 m/s, los niveles de lactato en la sangre aumentan con rapidez.

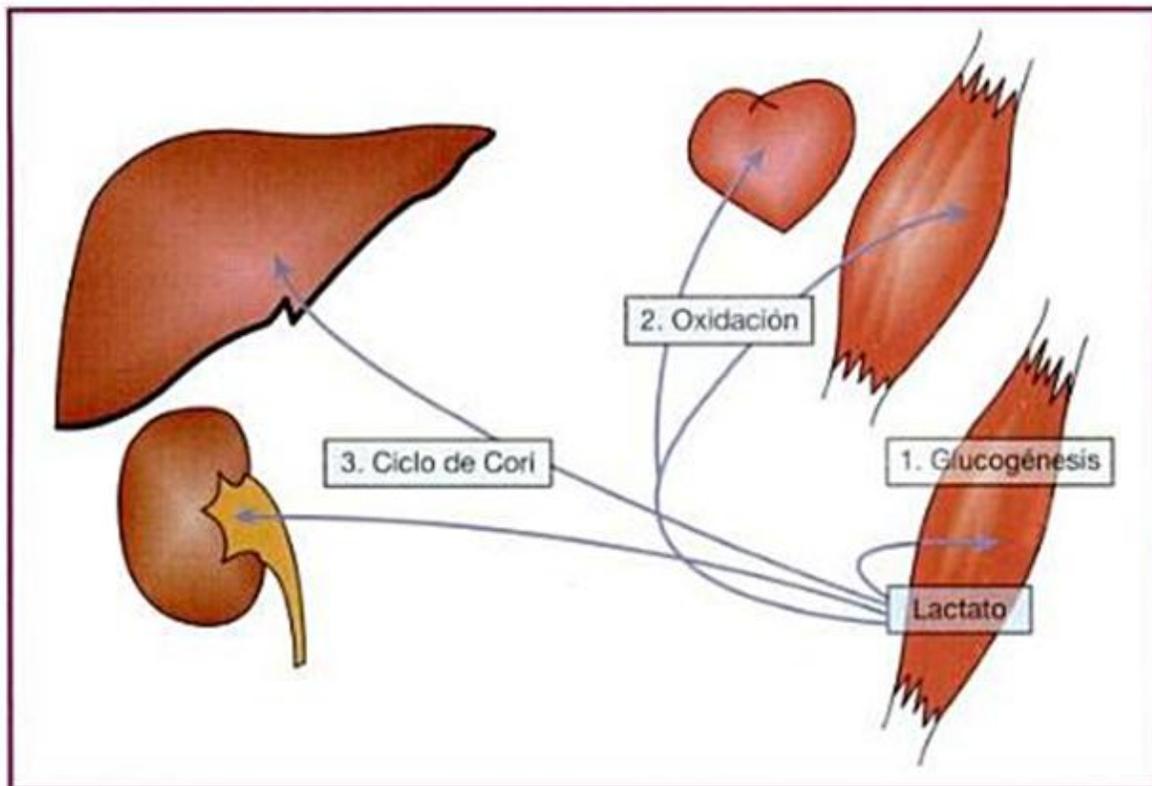
Este punto de inflexión en la curva representa el umbral de lactato. Se conoce que el umbral del lactato refleja la, interacción de los sistemas anaeróbicos y aeróbicos de energía, investigadores sugieren que el umbral de lactato representa un desvío significativo hacia la glucólisis anaeróbica, que forma lactato.

Hay que tomar en cuenta que la concentración de lactato en la sangre no solo proviene de la producción de lactato en musculo esquelético u otros tejidos, sino también por eliminación de la lactacidemia en el hígado, el músculo esquelético, el músculo cardíaco, y otros tejidos del cuerpo.

La concentración de lactato muscular puede superar las 30 m.moles, mientras que en sangre puede sobrepasar las 20 m.moles, este lactato originado a partir del metabolismo incompleto de la glucosa, recordando que el glucolisis anaeróbica, la molécula de glucosa se ha escindido en dos, y que el lactato es el resultado de la modificación de cada uno de estos dos fragmentos, por lo tanto no constituye un metabolito que el organismo quiere desechar, de hecho el organismo aprovechara esta molécula de 3 átomos de carbono, para terminar de obtener la energía contenida en sus enlaces, bien para utilizarla como sustrato precursor de glucosa, y por tanto de

glucógeno; el destino de este lactato producido por la glucolisis puede seguir cualquiera de estos tres caminos:

- Actuar como factor gluconeogénico, en el músculo.
- Ser oxidado en diferentes tejidos, principalmente en el músculo esquelético y músculo cardíaco.
- Ser captado por el hígado o riñones para la posterior síntesis de glucógeno hepático en el ciclo de cori.



**Ilustración 2:** Destinos de lactato producido por la célula muscular.

**Fuente.** Fisiología del ejercicio López & Fernández.

### 1.4.3 Oxidación de Lactato.

Hay la opción de reutilizar el lactato como combustible de otras células musculares diferentes a las que lo produjeron inicialmente (fibras glicolíticas tipo II). Son fundamentalmente las fibras tipo I y los miocitos cardíacos las células captadoras



de lactato sanguíneo que van a utilizarlo posteriormente convirtiéndolo en ácido pirúvico e introduciéndolo en la mitocondria para completar su oxidación. En condiciones de reposo el lactato se aclara en un 50 % por oxidación, mientras que en ejercicio la cantidad de lactato que se aclara mediante oxidación aumenta hasta en un 75-80% aproximadamente (Brooks, 2002). Cuantos mayores sean las concentraciones de lactato mayor importancia tendrá el componente gluconeogénico.

La oxidación de lactato en otras células musculares se favorece cuando la recuperación se realiza de forma activa es decir cuando realizamos una actividad de intensidad baja o moderada, en lugar de estar en reposo. Cuanto más lactato sea reoxidado por las células musculares, menor cantidad irá destinada a la resíntesis de glucógeno dentro del propio músculo.

#### 1.4.4 Ciclo de Cori.

Una cantidad del lactato que proviene de la célula muscular que alcanza el torrente sanguíneo es captado por el hígado para ser transformado en glucosa en el interior del hepatocito durante la recuperación. Este proceso gluconeogénico ayuda a la recuperación de glucógeno hepático. El porcentaje que puede ir destinado a la gluconeogénesis hepática varía entre el 10 y el 20 % del lactato producido.

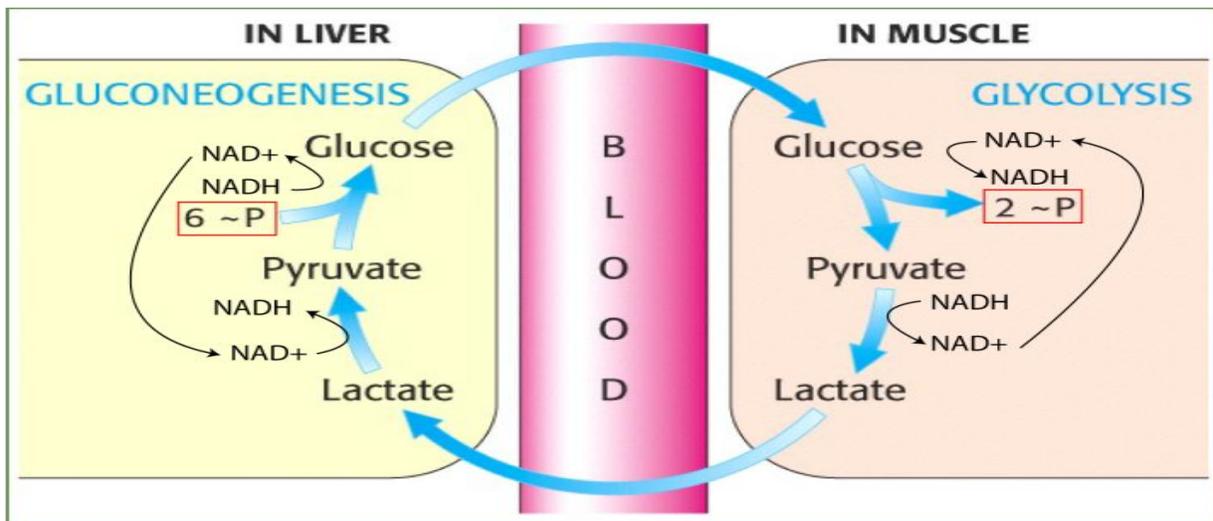


Ilustración 3: Esquema general del ciclo de Cori.

Fuente: Astrand & Rodahl (1992).



**Tasa de aparición de lactato o RA:** se llama así a la velocidad con la que el lactato que aparece en sangre por aumento de su producción en músculo.

- **Tasa de desaparición o RD:** se llama así a la velocidad con la cual el lactato desaparece en sangre, por su remoción, la misma tiene un límite y dependerá del grado de entrenamiento que se prolongue más en el tiempo. El punto donde estas dos tasas se separan se llama “break point” o punto de quiebre o inflexión donde el lactato aumentara de manera exponencial en los niveles sanguíneos.
- **Steady state:** es cuando la tasa de aparición es igual a la de remoción es decir: se encuentra en estado estable.
- **Tasa de oxidación:** se denomina así a la cantidad de lactato que al convertirse en piruvato ingresa al ciclo de Krebs, mide la capacidad de la cadena respiratoria mitocondrial.
- **Tasa de turn over o recambio:** a la cantidad de lactato que está removiendo en la misma fibra muscular, por lo que no aparece en sangre a diferencia de la tasa de remoción.

Si se toma cada 3 min que es el tiempo en que el lactato se encuentra en estado estable una vez que se ha incrementado la carga obtenemos lo siguiente:

Un individuo que realiza actividad física a velocidad progresiva desde caminata hasta carrera produce los siguientes valores:

A 6 km / h se produce 1mMol en sangre casi el mismo valor que en reposo.

A 8 km / h se incrementa a 2,1 m.moles en sangre

A 10 km / h el valor es de 2,3 m.moles.

A 12 km / h la acumulación de lactato es de 2, 3 m.moles hasta aquí remociona, sin embargo a la velocidad de 16 km / h tiene de lacto 6, 4 m.moles de lactato es decir a llegado al punto de quiebre o inflexión y se incrementa exponencialmente.



#### 1.4.5 Áreas funcionales

Si bien se puede obtener los resultados de un trabajo físico por medio de la frecuencia cardíaca, VO<sub>2</sub> máximo, otra manera y la que se va a utilizar es la de lactato sanguíneo.

Expresado esto se puede entrenar a un sujeto de acuerdo a las áreas funcionales de lactato, las cuales son las siguientes.

- A) **REMOCIONA** De 0 a 2 m.moles: **REGENERATIVA**
- B) **REMOCIONA** De 2 a 4 m.moles: **SUBAERÓBICA**
- C) **ESTRESA PARA REMOCIONAR** De 4 a 6 m.moles: **SUPERAERÓBICA**
- D) **ESTRESA PARA + POTENCIA** De 6 a 10 m.moles: **DEL VO<sub>2</sub> MÁXIMO**
- E) **POTENCIA ANAERÓBICA** De 10 a 12 m.moles
- F) **TOLERANCIA AL LACTATO +** De 12 m.moles



# CAPÍTULO

# II



## **2. EI CROSSFIT: DEFINICIÓN, FUNDAMENTOS, METODOLOGÍA, , ADAPTACIONES AL ENTRENAMIENTO, ELEMENTOS, PROGRAMACIÓN Y PLANIFICACIÓN**

El concepto o definición de Crossfit es generar un fitness amplio, general e inclusivo, su intención es el crear un programa que brinde la mejor preparación no solamente para lo conocido sino de igual manera para lo imprevisto, se busca en esta preparación las personas con mejores cualidades físicas, la variante de actividades a realizar en el Crossfit es tan amplia, que se realizan actividades tales como correr, nadar, remar, levantamiento olímpico, ejercicios gimnásticos, salto de cuerda, ciclismo etc.

El punto de partida de esta práctica son los movimientos funcionales vitales para una vida placentera, digna y autosuficiente. De acuerdo a cada necesidad y rendimiento estos son ejecutados a constante variación e intensidad, los mencionados movimientos son compuestos es decir se utiliza la mayoría de articulaciones para su ejecución, son naturales, efectivos y eficientes, tanto del cuerpo como de objetos o resistencias externas, como los peso libres.

La metodología que utiliza el Crossfit es totalmente empírica, aunque se basa en las afirmaciones significativas de eficiencia, eficacia y seguridad; las mismas que son las más importantes como interdependientes de todo programa de fitness, pueden respaldarse únicamente con hechos mensurables, observables y repetibles; en otras palabras, con datos. A este abordaje lo denominamos “fitness basado en evidencia”.

La metodología de él Crossfit depende de la plena divulgación de los métodos, los resultados y las críticas, y Greg Glassman su creador ha utilizado estratégicamente la globalización, siendo las redes sociales su principal herramienta tanto de publicidad, marketing y masificación, para fomentar dichos valores. El estatuto es abierto, y los entrenadores y atletas actúan como codesarrolladores mediante una comunidad



mundial, espontánea y colaboradora. El Crossfit se basa en el impulso empírico, la prueba clínica y el desarrollo comunitario.

La implementación de él Crossfit es, en términos simples, un deporte; el “deporte del fitness”. El cual aprovecha la simpatía, camaradería habitual y natural, la competencia y la diversión del deporte o del juego las cuales alcanzan una intensidad que es muy compleja de obtener por otros medios. Al utilizar pizarras como tableros de puntaje, calcular puntajes y llevar registros precisos, cronometrar y definir exactamente las reglas; obteniéndose estadísticas reales en cada sesión de trabajo.

El Crossfit lleva el compromiso con el fitness basado en evidencia, con la divulgación pública de los datos de rendimiento, el codesarrollo del programa en colaboración con otros entrenadores y su estatuto abierto lo han posicionado correctamente como para acumular importantes lecciones en su programa y así aprender con precisión y exactitud acerca de las adaptaciones realizadas por el programa de él Crossfit.

También representa una amplia variedad de exigencias deportivas satisfechas por el Crossfit según lo demuestra el amplio alcance en los diversos deportes y emprendimientos.

## 2.1 Fundamentos del Crossfit

La guía de entrenamiento de él Crossfit, es un programa de fuerza central y de acondicionamiento, el cual está diseñado para brindar una capacidad de adaptación tan amplia como sea posible, no es un programa de fitness especializado, sino un intento deliberado por optimizar la competencia física en cada uno de los diez dominios reconocidos por el fitness,

Estos dominios son: ***“resistencia cardiovascular y respiratoria, fuerza, flexibilidad, potencia, velocidad, coordinación, agilidad, equilibrio y precisión”***  
***Crossfit Training Guide.***



El programa fue diseñado para aumentar la competencia de personas en diferentes, aleatorias e imprevistas tareas físicas, tanto en militares, policías o bomberos han efectuado el programa de Crossfit obteniendo resultados satisfactorios. (Glassman, 2002).

Los atletas entrenan para realizar diferentes actividades como ya se ha señalado anteriormente y a distintas distancias tanto en remo, nado, ciclismo, y carrera garantizando de esta manera la utilización de las tres principales vías metabólicas.

La práctica de él Crossfit lleva al entrenamiento y ejecución de movimientos gimnásticos desde simples hasta los más avanzados, alcanzando gran capacidad de dominio corporal, tanto dinámica como estáticamente potencializando la relación entre fuerza, peso, flexibilidad y equilibrio. También concentra su campo de acción en el levantamiento olímpico, ya que este deporte demuestra excepcional habilidad para desarrollar alta potencia, control de objetos externos y dominio de patrones críticos del trabajo motriz en los deportistas.

Finalmente, promueve y ayuda a los atletas a explorar múltiples deportes como forma de expresarse y de aplicar su aptitud física.

## **2.2 Metodología del Crossfit**

El método de él Crossfit establece una jerarquía de esfuerzo e importancia que se ordena de la siguiente forma:

### **2.2.1 Resistencia aeróbica y anaeróbica.**

Como ya detallamos en el capítulo anterior, existen tres sistemas principales de energía que alimentan toda actividad humana, casi todos los cambios en el cuerpo debido al ejercicio se relacionan con las demandas sobre estos sistemas de energía. Además, la eficacia de cualquier régimen de aptitud física puede estar ligada ampliamente a su capacidad de dar un estímulo adecuado para el cambio dentro de estos tres sistemas.



La energía se obtiene aeróbicamente cuando se utiliza oxígeno para metabolizar los sustratos derivados de los alimentos para liberar energía. Una actividad se denomina aeróbica cuando la mayor parte de la energía necesaria se obtiene de modo aeróbico. Por lo general, estas actividades son de larga duración y requieren una producción o intensidad de baja a moderada. Ejemplos de actividad aeróbica incluyen correr en la cinta ergométrica por veinte minutos, nadar una milla o mirar TV.

La energía es derivada anaeróbicamente cuando la misma es liberada desde los sustratos en la ausencia de oxígeno. En las actividades anaeróbicas la mayor parte de la energía necesaria se obtiene de modo anaeróbico.

Estas actividades son de corta duración y precisan de una intensidad entre moderada y alta. Existen dos sistemas anaeróbicos, el sistema fosfagénico y el sistema de ácido láctico. Ejemplos de actividad anaeróbica incluyen correr 100 metros llanos, sentadillas y practicar dominadas.

La Crossfit training guide señala que el principal objetivo de Crossfit es ***“analizar de qué modo el entrenamiento anaeróbico y aeróbico respaldan las cualidades físicas tales como la fuerza, la potencia, la velocidad y la resistencia”***. También promueve la concepción de que el acondicionamiento integral y una salud óptima requieren del entrenamiento de cada uno de estos sistemas fisiológicos de forma sistemática.

Es importante mencionar que en cada actividad se utilizan los tres sistemas de energía si bien sólo uno es dominante, el acondicionamiento aeróbico nos permite realizar producción de potencia entre moderada y baja, por un período extendido, lo cual resulta espectacular en algunos ámbitos donde se requiere una gran resistencia, los atletas que realizan entrenamiento aeróbico excesivo disminuyen la masa muscular, la fuerza, la velocidad y la potencia.



No es poco común ver a maratonistas con salto vertical de varias pulgadas y flexiones sobre bancos muy por debajo del promedio para la mayoría de los deportistas. La actividad aeróbica posee una tendencia pronunciada de disminuir la capacidad anaeróbica. Esto no es una buena señal para los atletas o individuos interesados en el acondicionamiento integral o la salud óptima.

### **2.2.2 Adaptaciones al entrenamiento aeróbico y anaeróbico**

Las diferentes cargas de entrenamiento producen una variabilidad de cambios en el organismo los cuales tienen la finalidad de estresar o alterar el equilibrio del mismo llamado homeostasis. La adaptación consiste en el reequilibrio permanente del organismo ante los estímulos provocados por la actividad física, estos cambios resultan de manera progresiva y mesurada a lo cual vamos a denominar entrenamiento, cuya finalidad es conseguir rendimientos cada vez más elevados.

Jiménez, 2011, define a la adaptación como ***“los cambios duraderos en función o estructura, que van a capacitar al organismo para una respuesta más eficaz y eficiente ante estímulos subsiguientes producidos por el ejercicio”***.

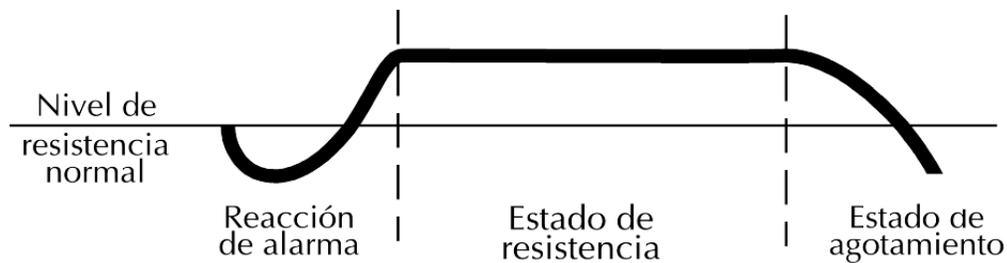
Los procesos de adaptación están sujetos a ciertas leyes que van a permitir diseñar y orientar los distintos estímulos del entrenamiento para obtener tanto las distintas modificaciones así como los resultados, estos procesos son:

- Síndrome general de adaptación de Seyle.
- Ley del umbral o de Arnold Schultz.
- Supercompensación.

El científico Seyle observó que el organismo reacciona mediante ajustes fisiológicos específicos para oponerse al agente estresante y restablecer el equilibrio, ante situaciones desequilibradoras como (frio, calor, fatiga...), también se dio cuenta que aunque los ajustes eran específicos, la forma de producirse era inespecífica, es decir siempre se da la misma secuencia. A esta secuencia la nombro síndrome general de adaptación, la misma tiene 3 fases:



1. Alarma (choque y antichoque): en esta fase es cuando se rompe el equilibrio homeostático y el organismo hace funcionar toda clase de ajustes para restablecerlo, en la fase de antichoque empieza la adaptación.
2. Adaptación o resistencia: una vez conseguidos los ajustes, el organismo tiene nuevos parámetros tanto restituidos como aumentados, por lo que soporta el agente estresante o estímulo.
3. Fatiga: si el estímulo aumenta demasiado en intensidad o duración excesiva, se perderá la resistencia y los parámetros tienden a disminuir.



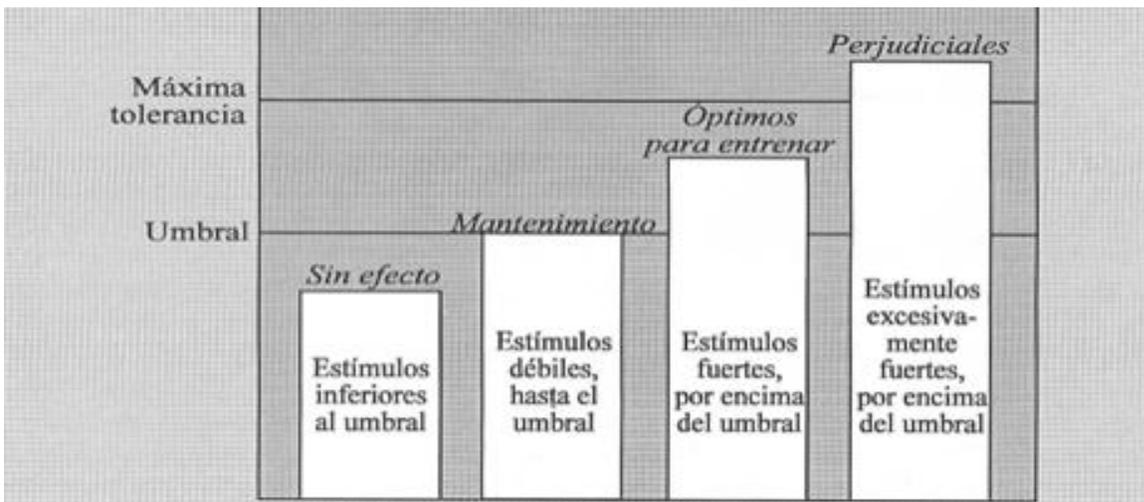
**Ilustración 4:** Síndrome General de adaptación de Seyle.

**Fuente:** Jiménez, 2011, Entrenamiento personal, bases, fundamentos y aplicaciones.

La ley de umbral, resalta que todo individuo tiene un estímulo umbral, nivel de esfuerzo por debajo del cual no se produce adaptación de ningún tipo, y un límite de tolerancia, nivel de esfuerzo máximo, en el que el organismo no lo asimila por excesivo, **“tanto el estímulo umbral, como el límite de tolerancia, vienen determinados por las cualidades innatas del deportista y por el nivel adquirido en el entrenamiento”** (Jiménez, 2011).



Cuando vamos a diseñar un entrenamiento debemos considerar que estímulos bajo el umbral no entrenan, los estímulos próximos al umbral y muy repetidos pueden entrenar, los estímulos que sobrepasan ligeramente el umbral si entrenan, y los estímulos muy fuertes pueden entrenar si no se repiten en exceso, (American Colleague of Sports Medicine, 2000).



**Ilustración 5:** Ley del umbral o de Arnold Schultz

**Fuente:** Jiménez, 2011, Entrenamiento personal, bases, fundamentos y aplicaciones.

La adaptación crónica al entrenamiento deportivo se produce en 4 etapas; en la primera etapa, se movilizan sistemáticamente los recursos funcionales del organismo del deportista cuando realiza un entrenamiento. En la segunda etapa, a partir de las cargas que se van incrementando, se produce una serie de transformaciones estructurales y funcionales en los órganos y sistemas correspondientes. Al final de esta etapa, se asegura la actividad del sistema funcional en las nuevas condiciones.

La tercera etapa se caracteriza por una reserva, que es indispensable para proporcionar un nuevo nivel de funcionamiento del sistema y de estabilidad de las estructuras funcionales. En la cuarta y última etapa ocurre el desgaste de los componentes aislados del sistema funcional, esta etapa ocurrirá cuando el entrenador



lleve el entrenamiento de manera irracional, cuando el estímulo es demasiado fuerte o la recuperación o alimentación son escasas o insuficientes.

## **2.3 Factores que determinan las adaptaciones al entrenamiento.**

### **2.3.1 Especificidad de entrenamiento.**

Toda adaptación ocurre como consecuencia del entrenamiento asignado, partiendo que el organismo se adapta de la forma más específica posible de acuerdo al ejercicio que se practica, es decir los deportistas están más capacitados para una carga específica que para una no específica, sin embargo en la práctica de él Crossfit se busca una preparación holística que el individuo pueda desempeñarse en gran variedad de disciplinas con un rendimiento por demás aceptable.

### **2.3.2 Dotación genética.**

Todo individuo viene con características determinadas en rendimiento, por su genética, aunque se tiene muy limitado control sobre este factor, hay que tener presente que el genotipo juega un papel fundamental en el desarrollo deportivo.

### **2.3.3 Estado de entrenamiento.**

Una sesión de igual volumen e intensidad provoca diferentes reacciones en sujetos distintos, ya que en un deportista entrenado tanto el volumen como intensidad no causarían mayor modificación en su organismo, mientras que el mismo trabajo en un sujeto de bajo nivel podría causar grandes modificaciones sobre los distintos sistemas funcionales y por ende se involucra una mayor cantidad de tiempo en su recuperación (Platonov,2001).

### **2.3.4 Adaptaciones al entrenamiento aeróbico.**

Como se mencionó, todo entrenamiento genera adaptaciones específicas el entrenamiento aeróbico no es la excepción siendo estas proporcionales al volumen e intensidad, la mayor aportación de este entrenamiento es un organismo más eficiente, resultando un menor esfuerzo para cada órgano y sistema, ante un nivel determinado.



El VO<sub>2</sub> Max aumenta entre un 15 y un 25% con el entrenamiento aeróbico, siendo este incremento independiente del sexo, edad, y raza (Willmore, 2003).

Recordando la definición de umbral de lactato decimos que es la intensidad de trabajo por encima de la cual la concentración de lactato sanguíneo comienza a aumentar por encima de los valores de reposo, mientras la concentración de bicarbonato disminuye, este punto indica el inicio de la producción de energía anaeróbica, además de la que se produce aeróbicamente (Willmore, 2003).

El entrenamiento aeróbico permite trabajar a intensidades más altas sin necesidad de incurrir a la producción de energía anaeróbica. Como lo señala Jiménez (2011) el umbral de lactato tiene lugar a intensidades de trabajo más altas, de esta manera, el entrenamiento provoca el desplazamiento de la curva de umbral de lactato a un punto superior.

Además el almacenamiento de glucógeno alcanza niveles superiores, de igual manera la capacidad de las mitocondrias aumenta generando más ATP de forma aeróbica en un deportista entrenado, la capacidad oxidativa del músculo esta mejorada por un incremento, tanto en el tamaño como en el número mitocondrial.

Una de las adaptaciones musculares más importantes se da en las fibras de tipo I, que son las que predominan en el deportista de resistencia, esta característica resulta más de tipo genético que por causa del entrenamiento aeróbico, estudios corroboran que el entrenamiento de resistencia influye en el tamaño de las fibras musculares, generando hipertrofia selectiva de las fibras tipo I e incrementa la capacidad oxidativa de las mismas, de esta manera se facilita el transporte de oxígeno, nutrientes y productos de desecho ya que aumenta la densidad capilar del musculo esquelético.

Dentro de los cambios cardiovasculares, tanto la frecuencia cardíaca como el volumen sistólico, aumentan con el trabajo, a consecuencia de estos cambios el gasto



cardíaco también incrementa; recordando que el Gasto cardíaco es = Frecuencia cardíaca x Volumen sistólico.

El incremento del volumen sistólico es debido a que el ventrículo izquierdo se llena de forma más completa, de la misma forma el volumen de plasma sanguíneo se incrementa, lo que produce un aumento del volumen diastólico final. Así pues el mayor volumen de sangre en el ventrículo incrementa el estiramiento de las paredes del ventrículo. Además las paredes del ventrículo izquierdo están en aumento, de esta forma favorece al incremento del volumen sistólico, pues el corazón tiene una mayor contractilidad que produce la disminución del volumen sistólico final (Willmore & Costill, 2004).

Otra gran importante adaptación es la disminución de la FC en reposo, esta disminución se da por efecto del aumento de la actividad parasimpática, a la disminución de la influencia simpática, y a una FC intrínseca más baja. Además la FC en ejercicio submáximo también disminuye debido a una mayor eficacia del corazón en consecuencia de las mejoras en los mecanismos de extracción del oxígeno. La FC máxima tiende a ser estable y no variar después del entrenamiento.

Los cambios con el entrenamiento aeróbico están extremadamente correlacionados con los cambios cardiovasculares, si con el ejercicio aumenta el flujo de sangre, también aumenta la capacidad de difusión del oxígeno a través de la membrana alveolar para que pase la sangre, y posteriormente sea utilizado por los músculos esqueléticos.

El deportista entrenado respira de manera más económica, y eficiente, siendo esta una respiración más profunda, y con menor frecuencia respiratoria durante el ejercicio, de esta manera se lleva cabo un exitoso intercambio alveolar del dióxido de carbono y se evita el aumento de trabajo causado por la frecuencia respiratoria. Otro importante cambio es la disminución de la ventilación a cualquier intensidad de trabajo.



Sin embargo en la ventilación en reposo no hay una gran modificación por el entrenamiento efectuado, a cargas submáximas la ventilación es mucho más eficiente, la ventilación máxima se modifica exageradamente con el ejercicio.

Los principales cambios esqueléticos surgen en un incremento de la densidad mineral ósea, lo cual es importante ya que conforme pasan los años el ser humano pierde esta densidad mineral ósea, demostrándose que si se efectúa ejercicios soportando el peso corporal (p.e. correr, caminar), los incrementos resultan en el cuello del fémur y en la tibia.

El cambio fundamental en la composición corporal que se origina con el entrenamiento aeróbico es la pérdida de peso corporal, siendo el componente principal la grasa. También con el entrenamiento aeróbico de alta duración va a crear una disminución de la masa magra del deportista.

### **2.3.5 Adaptaciones al entrenamiento anaeróbico.**

Para poder considerar un entrenamiento anaeróbico debemos realizar ejercicios de fuerza, potencia, y velocidad, un programa de este tipo de entrenamiento consiste en el considerable aumento de la fuerza, potencia e hipertrofia de los músculos entrenados; siendo el sistema muscular y nervioso los principales sistemas fisiológicos implicados en las adaptaciones referidas.

Una adaptación neurológica importante es la mejora en el reclutamiento de unidades motoras para efectuar una tarea o trabajo, la ganancia de la fuerza puede ser el resultado de la movilización de unidades motoras adicionales para actuar de manera sincronizada.

Nuestro sistema nervioso central tiene la capacidad de limitar la fuerza mediante mecanismo de inhibición sobre el sistema neuromuscular (mecanismo autogénico), el cual sirve de protección, pues va a impedir que los músculos realicen más fuerza de la que los huesos y tejido conectivo podría soportar, con entrenamiento este mecanismo



podría disminuir su inhibición para que el músculo alcance nuevos y mejores niveles de fuerza.

Además los factores neurales son los que posibilitan en gran porcentaje el aumento de fuerza en las primeras semanas de entrenamiento, donde no se ha dado aún hipertrofia muscular, *“este proceso es evidente en las primeras semanas de entrenamiento de 2 a 8, cuando las ganancias de fuerza no pueden ser explicadas por hipertrofia muscular”* como lo señala (Jiménez, 2011).

Los cambios que suceden en el músculo esquelético son: el incremento de tamaño celular ocurre por hipertrofia, la hiperplasia no parece ser la principal adaptación del tejido muscular. Los cambios en el tamaño de la fibra muscular se originan debido al aumento de las miofibrillas y filamentos de actina y miosina, formando más puentes cruzados para la producción de fuerza, esta mejoría es en calidad como en cantidad de las proteínas contráctiles de las fibras musculares, a partir de un trabajo de 16 sesiones de entrenamiento resultará la hipertrofia.

Respecto a la hiperplasia que es el cambio en el número de fibras musculares, no hay estudios muy confiables en la actualidad pero en animales se comprobó que si existe dicho cambio y en humanos podría también generarse la hiperplasia.

También se originan cambios metabólicos los cuales son:

- **Sistema ATP-PC:** el entrenamiento anaeróbico produce un incremento en la concentración intra muscular en reposo de ATP-PCr y glucógeno muscular en un 5%, y 10-30%, respectivamente. Dicho aumento pudiera ser el reflejo del aumento del área de las fibras tipo II, ya que las mismas tienen más fosfágeno y glucógeno que las de tipo I.

- **Glucólisis anaeróbica:** aumenta el número y tamaño de las mitocondrias y numero los entrenamiento de velocidad y fuerza aumentan la producción de ATP, aumento de las actividades enzimáticas implicadas en los mecanismos de producción de energía de las enzimas de la vía aláctica (CK) y de la láctica (PFK, GF, PK, LDH



entre otras). Adaptación a la acumulación de lactato, aumento de la capacidad tamponadora del músculo que permite soportar una mayor producción de lactato y un cambio más fuerte del pH intracelular.

- **Sistema oxidativo:** los entrenamientos con ejercicios altamente anaeróbicos, ejercicios de esfuerzos máximos de un minuto, producirán un incremento de la capacidad aeróbica de los músculos, aumento de la capacidad aeróbica y del flujo de producción de ATP.

Los principales cambios que se efectúan en la composición corporal es el del aumento del componente magro y la disminución de porcentaje de grasa corporal.

La actividad aeróbica beneficia la función cardiovascular y disminuye la grasa corporal. La actividad anaeróbica es única en su capacidad de mejorar significativamente la potencia, la velocidad, la fuerza y la masa muscular. El acondicionamiento anaeróbico nos permite ejercer fuerzas enormes en un período muy corto. Quizás el aspecto del acondicionamiento anaeróbico que tiene la mayor consideración es que esta no tendrá un efecto adverso sobre la capacidad aeróbica. De hecho, la actividad anaeróbica bien estructurada puede utilizarse para desarrollar un nivel muy alto de aptitud física aeróbica, sin que el músculo pierda consistencia con el volumen del ejercicio aeróbico.

Deportes colectivos como el fútbol, básquet, vóley, remo, atletismo en carreras de alta intensidad, gimnasia, natación, boxeo, levantamiento olímpico y muchos más, requieren un entrenamiento anaeróbico. Mientras que las carreras de fondo y de ultra-resistencia, el esquí cross-country y el nado de más de 1500 metros son deportes que requieren de un entrenamiento aeróbico a niveles tales que producen resultados inaceptables para otros deportistas o individuos interesados en el acondicionamiento integral o en la salud óptima.

El enfoque de él Crossfit es equilibrar con criterio el ejercicio anaeróbico y aeróbico de tal forma que sea consistente con los objetivos del atleta. Las



prescripciones de los ejercicios se adhieren a la especificidad, el progreso, la variación y la recuperación adecuados para optimizar las adaptaciones.

## 2.4 Elementos del Crossfit

### 2.4.1 Levantamiento Olímpico

Existen dos modalidades de levantamientos olímpicos en relación a la halterofilia, los cuales son: el envión (clean & jerk) y el arranque (snatch), el dominio de estos levantamientos desarrolla la sentadilla, peso muerto, cargada de potencia (power clean), y el envión dividido (split jerk) e integra en un único movimiento de valor inigualado para la fuerza y el acondicionamiento.

Estos levantamientos entrenan a los atletas para activar efectivamente más fibras musculares de forma más rápida que mediante cualquier otra modalidad de entrenamiento.

Jiménez, 2011, señala que **“el resultado contundente de este entrenamiento es de vital importancia para todos los deportes, la práctica del levantamiento olímpico enseña a aplicar la fuerza a grupos musculares en la secuencia correcta, es decir, desde el centro del cuerpo hacia las extremidades, aprender esta vital lección técnica beneficia a todos los atletas que deseen impartir fuerza hacia otra persona u objeto, tal como lo requieren la mayoría de los deportes”**.

Además de aprender a impartir fuerzas explosivas, el envión y el arranque acondicionan al cuerpo para recibir dichas fuerzas de otro cuerpo en movimiento de forma segura y efectiva.

Varios estudios han demostrado la capacidad única del levantamiento olímpico de desarrollar a los músculos, así como las siguientes cualidades físicas como la: fuerza, potencia, velocidad, coordinación. De igual forma incrementa la fortaleza ósea y la capacidad física de soportar el estrés.



Es importante mencionar que el levantamiento olímpico es el único que aumenta la absorción máxima de oxígeno, el marcador más importante para la aptitud física cardiovascular.

#### **2.4.2 Gimnasia**

El valor extraordinario de la gimnasia como modalidad de entrenamiento reside en su dependencia del propio peso corporal como la única fuente de resistencia. Esto agrega un valor singular a la mejora de la relación fuerza y peso a diferencia de otras modalidades de entrenamiento de fuerza, la gimnasia y la calistenia permiten un aumento en la fuerza sólo cuando aumenta la relación fuerza-peso.

La gimnasia desarrolla las dominadas, las sentadillas, las estocadas, el salto, las flexiones de brazo y numerosas flexiones para realizar una vertical de manos, hacer planchas y sostener posiciones, las destrezas descritas no tienen paralelo en términos del beneficio que le otorgan al físico, evidente en cualquier gimnasta competitivo.

Igual de importante que la capacidad de esta modalidad de desarrollar la fuerza de un atleta, es el enfoque final para mejorar la coordinación, el equilibrio, la agilidad, la precisión y la flexibilidad.

### **2.5 LA FUERZA COMO CUALIDAD DETERMINANTE**

Esta cualidad constituye uno de los principales y fundamentales factores de rendimiento en la mayoría de modalidades deportivas, como sabemos solo existe movimiento si hay la aplicación de una fuerza. Tanto la fuerza, potencia, aceleración, trabajo, son variables mecánicas derivadas de la masa, la distancia y el tiempo.

Además como ya mencionamos, la fuerza y potencia son las variables mecánicas más utilizadas en el contexto del entrenamiento deportivo. A la fuerza Legaz, 2012, la define desde una perspectiva física como “la acción que produce cambios en el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo o bien que produce deformaciones”.



**F= masa x aceleración.**

Mientras que la potencia es la relación entre el trabajo realizado por unidad de tiempo.

**P= fuerza x velocidad.**

Un deportista, para cada nivel de carga o trabajo el deportista manifiesta la máxima fuerza posible cuando realiza el máximo esfuerzo para mover la carga a la máxima velocidad posible. Esto conlleva a realizar el máximo trabajo por unidad de tiempo, manifestando la máxima potencia para ese nivel de carga.

El concepto de fuerza está ligado a la capacidad para vencer o contrarrestar una resistencia mediante la actividad muscular, la misma se puede manifestar en distintos regímenes de contracción las cuales son:

**Régimen isométrico (estático):** cuando durante determinada tensión el músculo no varía su longitud.

**Régimen isotónico (dinámico):** cuando la tensión provoca un cambio de longitud en los músculos, aquí se presentan dos modalidades: concéntrico en el que la resistencia se vence con una tensión de los músculos pero que disminuye su longitud, y el excéntrico, cuando se realiza una acción contraria a la resistencia con una extensión simultánea que elonga el músculo.

Existen tipos de fuerza fundamentales según Platonov & Bulatova, (2001) para estos autores son los siguientes: fuerza absoluta, fuerza máxima, fuerza de velocidad, fuerza de resistencia y fuerza lenta.

**La fuerza absoluta:** es de carácter involuntario y es la mayor cantidad de tensión que el sistema neuromuscular podría generar, utilizando todas sus posibilidades potenciales, activándose involuntariamente en situaciones especiales.

**La fuerza máxima:** determina las posibilidades máximas que el atleta puede demostrar durante una contracción voluntaria, y esta se representa por la magnitud de



resistencia externas que el deportista puede vencer o neutralizar con una completa movilización de las posibilidades del sistema neuromuscular. Esta forma de fuerza determina el rendimiento y resultado deportivo en aquellas modalidades como el levantamiento olímpico, los lanzamientos, los saltos y las carreras de velocidad, la lucha y la gimnasia artística.

También no deja de ser importante el nivel de fuerza máxima en pruebas como la natación de velocidad, el remo, el patinaje de velocidad, el ciclismo y por supuesto en deportes colectivos como fútbol, rugby, waterpolo.

**La fuerza de velocidad:** es la capacidad del sistema neuromuscular, de movilizar el potencial funcional para efectuar elevados índices de fuerza en el menor tiempo posible.

**La fuerza de resistencia:** es la habilidad de sostener un nivel de fuerza requerido por el mayor tiempo posible, vinculado a un rendimiento específico, de manera que los niveles de tensión no se disminuyan notablemente para no afectar el rendimiento.

**La fuerza lenta:** es relacionada con la actividad para desarrollar un nivel óptimo de tensión muscular a un ritmo de producción de fuerza moderada o baja (Martín, 2001).

### 2.5.1 Principios generales del entrenamiento de la fuerza.

Para el entrenamiento óptimo de la fuerza son fundamentales los 3 principios de especificidad, sobrecarga, y progresión.

- **Especificidad:** debemos considerar los objetivos específicos de cada individuo, la correcta elección de ejercicios para satisfacer sus necesidades, de igual manera las cargas para la mejora del rendimiento para la actividad adecuada o deporte concreto. (Verhoshansky, 2000).
- **Sobrecarga:** para que exista efectos positivos el organismo deberá someterse a cargas no habituales deberá ser forzado con magnitudes



superiores, el éxito de este programa será el control y actualización permanente.

- **Progresión:** es la adaptación de las cargas de trabajo a las variaciones de rendimiento, que genera el organismo en el proceso de entrenamiento deportivo.

### 2.5.2 Definiciones sobre el entrenamiento de fuerza contra resistencias.

Es clave el conocimiento de las definiciones que se escuchan a diario en la programación de entrenamientos de fuerza, para una clara comprensión, orientación y los efectos de los diferentes entrenamientos.

- **Repetición:** consta de un ciclo de movimiento completo de un determinado ejercicio. En el régimen dinámico concéntrico, consta de dos fases: la acción concéntrica, o contracción y la acción excéntrica o decontracción. Mientras que en el régimen estático como lo señala Zhelyakov, 2011, la repetición es determinada por el tiempo que dura el sostenimiento de cada tensión individual.
- **Series:** es el grupo de repeticiones desarrolladas consecutivamente, constituyéndose por un número de repeticiones 2, 3, 4, 5 etc. Dependiendo de la magnitud del peso, la velocidad de ejecución y fundamentalmente por los objetivos de cada sesión.
- **Máximas repeticiones (MR):** se refiere al máximo número de repeticiones por serie factibles para realizar con un peso o resistencia a vencer con la correcta técnica de ejecución y una vez mas de acuerdo a los objetivos de cada entrenamiento (Bompa, 2002).
- **Repetición máxima (RM):** es el mayor peso factible que se puede ejecutar con la técnica correcta en un determinado ejercicio, el cual se puede efectuar con una sola repetición, el valor del RM es un parámetro práctico (100%) a consecución del



mismo determinará los porcentajes específicos de peso a usar en los distintos objetivos (Verkhoshansky, 2000).

- **Velocidad de ejecución del ejercicio:** es la velocidad en metros x segundo que alcanza el implemento utilizado p.e barra, mancuerna, kettlebell, durante la ejecución de un ejercicio determinado.
- **Rimo de ejecución del ejercicio:** se refiere a la cadencia o frecuencia de movimientos la misma que puede ser controlada o máxima.
- **Cadencia controlada:** se respeta un ritmo de movimiento en cada repetición, es característica de los entrenamientos de resistencia de fuerza, en los cuales se intenta mantener los niveles de fuerza estables en rangos específicos y por el mayor tiempo o número de repeticiones.
- **Cadencia máxima:** no hay un ritmo específico, se posibilita realizar una repetición tras otra lo más rápido posible.
- **Máxima velocidad de desarrollo de fuerza:** es la relación a la intención de aplicar fuerza lo más rápido posible, independientemente del nivel de la resistencia a vencer, a menor resistencia mayor es la velocidad en la acción o ejecución y viceversa (Verkhoshansky, 2000).
- **Recuperación entre series:** es el espacio de recuperación llamado también pausa y ocurre desde el momento en el que culmina una serie hasta cuando el deportista inicia el primer movimiento de la siguiente serie o serie contigua. La pausa durara entre 20 seg a 5 min según los objetivos de cada sesión.
- **Micropausa:** son pequeños intervalos de 1 a 29 seg que se introducen dentro de cada serie, utilizados para recuperar parcialmente las energías para poder efectuar



algunas repeticiones más y llegar al número deseado, manteniendo la intensidad de movimiento. Ejemplo: realizar una serie de 8 Rep. Con el 80% de 1 RM, descansar 10 seg y realizar 1 o 2 Rep más (Bompa, 2002).

- **Macroseries:** son series extensas donde se propone realizar una cantidad de repeticiones definida, con un peso elevado como para realizarla sin interrupciones, la misma consta de repeticiones hasta el fallo, entre las cuales se asignan micropausas de entre 5 seg a 29 seg, para poder restituir energías, y de esta manera poder culminar las repeticiones propuestas. Ejemplo: Realizar una macroserie de 25 Rep. con el 85% de la RM, introduciendo microseries de 5 seg, 10 seg y 15 seg en forma creciente. (Jiménez, 2011).
- **Repeticiones forzadas submáximas:** es la realización de algunas repeticiones más luego de haber llegado al fallo muscular, estas repeticiones llevan a cabo la activación al máximo de todas las unidades motoras actuantes en el movimiento, por lo cual y debido a que ***“la fatiga llegara solo en un punto o rango del recorrido articular donde se produce la mayor deficiencia mecánica, llamada fase de atasco”*** (Jiménez, 2011), la función del entrenador es de asistir única y exclusivamente en este punto o zona del recorrido articular y no en los demás recorridos donde el movimiento puede llevarse a cabo sin ayuda.
- **Repeticiones supramáximas:** se ejecutan con las mismas características que las repeticiones forzadas con la variante que se utilizan pesos mas elevados que el 1RM del deportista, que no podrán ser levantados sin la ayuda del entrenador.



## 2.6 Planificación y programación de entrenamiento de Crossfit.

El modelo que ofrece es gran aleatoriedad de modalidades ejercicios, vías metabólicas, recuperaciones, intensidades, cargas, series y repeticiones, llegando a la posibilidad de que una sesión de entrenamiento no pueda ser repetido nunca más.

En la plantilla general recomendada por el método Crossfit podemos observar un patrón de 3 días de trabajo por un día de descanso, permitiendo esto una mayor capacidad de trabajos alta intensidad, con este formato el deportista puede trabajar de manera rápida y eficiente por tres días mientras que al cuarto día la función neuromuscular y la anatomía que han sido trabajadas a tal punto que el trabajo demuestra ser menos efectivo, y resulta imposible no disminuir la intensidad.

3 días de entrenamiento, 1 día libre

Día	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	M	G W	M G W	LIBRE	G	W M	G W M	LIBRE	W	M G	W M G	LIBRE

5 días de entrenamiento, 2 días libres

Día	1	2	3	4	5	6	7
semana 1	M	G W	M G W	M G	W	LIBRE	LIBRE
semana 2	G	W M	G W M	G W	M	LIBRE	LIBRE
semana 3	W	M G	W M G	W M	G	LIBRE	LIBRE

M = acondicionamiento metabólico o "cardio"

G = gimnasia

W = levantamiento de pesas

Tabla 1: Plantilla general de planificación.

Fuente: Crossfit training guide.



El inconveniente principal del régimen de tres días de trabajo y uno de descanso es que no sincroniza con el de cinco días de trabajo y dos días libres que parecen reinar en la mayoría de todos los hábitos. El régimen entra en conflicto con la semana de siete días. Muchos de las personas que practican el Crossfit se desempeñan dentro de esquemas de trabajo profesionales, y muchas veces académicos, donde la semana de trabajo de cinco días con fines de semana libres es de rigor.

Otros descubrieron que las necesidades de programación con la familia, el trabajo y la escuela requieren que los entrenamientos sean programados en días específicos de la semana, cada semana. Para esta gente hemos ideado un régimen de cinco días de trabajo y dos días libres que también funciona eficazmente.

La diferencia en cuanto al potencial que ofrecen ambos puede que no justifique la reorganización de su vida completa, solo para acomodar un patrón más efectivo. Hay otros factores que finalmente opacarán cualquier desventaja inherente al régimen que puede ser menos efectivo, como ser la conveniencia, la actitud, la selección de ejercicios, y el control del ritmo.

### **2.6.1 Programación de los elementos por modalidad.**

En la planilla general se observa que los entrenamientos tiene 3 modalidades o elementos los cuales son: acondicionamiento metabólico (“M”), gimnasia (“G”), y levantamiento olímpico (“W”), por su sigla en inglés.

El acondicionamiento metabólico o denominado “cardio” constan de actividades mono estructurales llevadas a cabo con el fin de mejorar función cardiorespiratoria y resistencia aeróbica y anaeróbica.

La modalidad de gimnasia comprende ejercicios, elementos con el peso del cuerpo o calistenia y su objetivo principal es mejorar el control del cuerpo, perfeccionando los componentes neurológicos como la coordinación, el equilibrio, la agilidad, y la precisión además de mejorar la fuerza y la capacidad funcional de la parte superior del cuerpo.



La modalidad de levantamiento de pesas comprende a los entrenamientos básicos con pesas más importantes, levantamientos olímpicos, donde el objetivo principal es incrementar la fuerza, la potencia y la capacidad de superar cargas máximas.

Gimnasia	Acondicionam. Metabólico	Levantamiento de pesas
Sentadillas libres	Correr	Peso muerto
Dominadas	Andar en bicicleta	Cargadas
Flexiones de brazos	Remar	Flexiones
Descenso (dip)	Saltar la soga	Arranque (Snatch)
Flexiones verticales		Envi6n (Clean & Jerk)
Trepar la soga		Ejercicios con pelota medicinal
Gim. con aros o en la barra		Ejercicios con pesas rusas (Kettlebell)
Ej. de flexi3n a posici3n vertical		
Espinales		
Flexiones abdominales		
Salto		
Estocadas		

**Tabla 2:** Ejercicios por modalidad.

**Fuente:** Crossfit training guide.

Días	Días de un solo elemento (1, 5, 9)	Días de dos elementos (2, 6, 10)	Días de tres elementos (3, 7, 11)
Prioridad	Prioridad: Elementos	Prioridad: Tarea	Prioridad: Tiempo
Estructura (programada)	M: Esfuerzo 6nico G: Gimnasia 6nica W: Levantamiento 6nico	D6o repetido 3-5 veces por tiempo	Trío repetido durante 20 minutos en rotaciones
(intensidad)	M: Distancia larga, lenta G: Alta destreza W: Pesado	Dos elementos que constituyan un reto entre moderado e intenso	Tres elementos que constituyan un reto entre liviano y moderado
Temple de la Recuperaci3n del Trabajo	La recuperaci3n no es un factor limitante	El manejo de interval. trabajo/descanso es crucial	El intervalo de trabajo/descanso es marginal

**Tabla 3:** Características de cada día de entrenamiento seg6n la combinaci3n de los elementos,

**Fuente:** Crossfit training guide.



Cada uno de los entrenamientos en sí están representados por la inclusión de uno, dos o tres modalidades por cada día. Días 1, 5 y 9 son modalidades de entrenamientos individuales mientras que los días 2, 6 y 10 incluyen dos modalidades cada uno, y finalmente los días 3, 7 y 11 usan tres modalidades cada uno. En todos los casos, cada modalidad es representada por un ejercicio o un elemento individual, por ejemplo, cada M, W, y G representa un ejercicio solo de la modalidad de acondicionamiento metabólico, de levantamiento de pesas y de gimnasia respectivamente.

Cuando el entrenamiento incluye únicamente un ejercicio (días 1, 5 y 9) la concentración está en un ejercicio o en un esfuerzo único. Cuando el elemento es una "M" única (día 1) el entrenamiento es un esfuerzo único y generalmente un esfuerzo de distancia continua y de baja intensidad.

Cuando la modalidad es una "G" única (día 5) el entrenamiento consta de la práctica de una destreza única y generalmente esta destreza es lo suficientemente compleja como para requerir de mucha práctica; por lo tanto puede no ser adecuada para ser incluida en un entrenamiento cronometrado, si el rendimiento aún no es el adecuado como para ser incluido eficientemente.

Cuando la modalidad es una "W" única (día 9) el entrenamiento es un levantamiento único y generalmente es realizado con mucho peso y pocas repeticiones. Vale la pena repetir que el enfoque en los días 1, 5 y 9 son esfuerzos únicos de entrenamiento aeróbico, en largas distancias, intentar mejorar movimientos de gimnasia más complejos y de mayor habilidad, y realizar levantamientos únicos y básicos de pesas con mucho peso y pocas repeticiones, respectivamente. Este no es el día para realizar carreras de velocidad, dominadas o barras, o enviones de altas repeticiones el resto de los días serían más apropiados.

En sesiones de único elemento (1, 5 y 9), la recuperación no es un factor limitante. Para los días "G" y "W" el descanso es largo y muy calculado y el enfoque se mantiene claramente en la mejora del elemento y no en el efecto metabólico total.



En sesiones de dos elementos (2, 6 y 10), la estructura generalmente es un dúo de ejercicios llevados a cabo alternativamente hasta ser repetidos por un total de 3, 4 o más comúnmente de 5 rondas, y son ejercicios realizados por tiempo. Decimos que en estos días la prioridad es el volumen, este es fijo y el tiempo varía. El entrenamiento generalmente se califica por el tiempo requerido para completar cinco rondas.

Los dos elementos en sí están diseñados para ser entre moderados y de alta intensidad, y el manejo de los intervalos de descanso es crucial. Estos elementos se intensifican por la velocidad, la carga, las repeticiones o alguna combinación. Idealmente la primera ronda es difícil pero posible, mientras que la segunda ronda y las subsiguientes requerirán de un ritmo marcado, un descanso, y de la división de la tarea en esfuerzos manejables. Si la segunda ronda puede ser completada sin problemas, los elementos son demasiado fáciles.

Mientras que en sesiones de tres elementos (3, 7 y 11), la estructura generalmente es un trío de ejercicios, esta vez repetidos durante 20 minutos, realizados y calificados por el número de rotaciones completadas en veinte minutos. Decimos que en esos entrenamientos la “prioridad es el tiempo” porque el deportista se mantiene activo por un tiempo determinado y la meta es completar tantos ciclos como sea posible en ese tiempo. Los elementos son elegidos para proveer un desafío que se manifiesta solo durante ciclos repetidos. Idealmente, los elementos elegidos no son importantes fuera del ritmo acelerado requerido para maximizar las rotaciones completadas dentro del tiempo asignado (generalmente 20 minutos).

Es un entrenamiento de marcado contraste a los días de dos elementos, donde los elementos tienen una intensidad mucho mayor. Este entrenamiento es extremadamente difícil, pero el manejo de los intervalos de descanso es un factor marginal. Cada uno de los tres días distintos tiene un temple distintivo. En términos generales, a medida que la cantidad de elementos se incrementa de uno a dos a tres,



el efecto del entrenamiento se debe cada vez menos al elemento individual seleccionado y más al efecto de los esfuerzos repetidos.

Días		
1	<b>M</b>	Correr 10 Km
2	<b>GW</b>	(5 flexiones verticales/225 x 5 deadlifts + ronda de 9 Kg.) x 5 por tiempo
3	<b>MGW</b>	Correr 400m/10 dominadas/"Thruster" 50% peso corporal x 15 durante 20 minutos por rotaciones
4	LIBRE	
5	<b>G</b>	Practicar verticales durante 45 minutos
6	<b>WM</b>	(Banco de prensa 75% peso corporal x 10/Remar 500m) x 5 por tiempo
7	<b>GWM</b>	Estocadas 30 m/empuje de fuerza 50% BW x 15/Remar 500 m durante 20 minutos por rotaciones
8	LIBRE	
9	<b>W</b>	Repeticiones 5-3-3-2-2-2-1-1-1 de deadlift
10	<b>MG</b>	(Correr 200m/salto de caja 75 cm x 10) x 5 por tiempo
11	<b>WMG</b>	Cargada 50% peso corporal x 20/bicicleta 1 Km. y 1/2 /15 flexiones de brazos durante 20 minutos por rotaciones
12	LIBRE	

**Tabla 4** : Diferentes entrenamientos tanto individuales, y en combinación de elementos.

**Fuente:** Crossfit training guide.



# CAPÍTULO

## III



### 3. Metodología y Análisis de lactato en sangre.

#### 3.1 Tipo de investigación.

El estudio a realizarse es de tipo cuasi experimental, ya que permitirá analizar parámetros fisiológicos, como es la acumulación de lactato en los mejores 10 deportistas del gimnasio de Crossfit “THE ZONE” a fin de obtener datos científicos de la incidencia de este deporte en la actualidad, de la misma manera conocer los niveles en cada uno de los tres tipos de sesiones de entrenamiento y de esta manera determinar indicadores referenciales que permitan planificar adecuadamente el entrenamiento así como brindar información científica acerca de él Crossfit.

#### 3.2 Población y muestra.

En el presente estudio se efectuará a los 10 mejores deportistas del gimnasio “THE ZONE”, las muestras se tomarán posterior a la ejecución de los entrenamientos designados con el empleo de él medidor de lactato (Accutrend plus), en el mencionado gimnasio ubicado en la ciudad de Cuenca.

<b>NÓMINA DE INVESTIGADORES</b>	
<b>NOMBRES</b>	<b>FUNCIÓN</b>
VICENTE BRITO VÁSQUEZ	<b>DIRECTOR</b>
HERNÁN GRANIZO RIQUETTI	<b>TESISTA</b>

**Tabla 5:** Nomina de Investigadores  
**Fuente:** Elaboración Propia



	<b>NÓMINA DEPORTISTAS</b>	<b>EDAD</b>	<b>PESO (kg)</b>	<b>ALTURA (cm)</b>
1	ALVAREZ FRANCISCO	20	73	172
2	ARCOS JUAN	22	75	174
3	ESCANDON ANDRES	28	78	178
4	GONTAN DIEGO	26	71	168
5	SANCHEZ DARWIN	32	77	170
6	TOAPANTE CARLOS	25	72	174
7	VASQUEZ JORGE	33	71	169
8	VENEGAS FERNANDO	30	68	172
9	VINTIMILLA MATEO	21	70	176
10	YANZA DIEGO	25	60	166

**Tabla 6:** Nómina de deportistas  
**Fuente:** Elaboración propia

### **3.3 Instrumentos de medición.**

La medición de lactato se efectuará serán tomadas mediante tiras reactivas BM-LACTATE, y para su posterior procesamiento y determinación se utilizara el analizador ACCUTREND PLUS, así como las lancetas que se utilizarán en la punción para la extracción de sangre serán las ACU CHECK.

#### **3.3.1 Toma de muestras de sangre.**

Un test de lactato es una prueba de esfuerzo físico que se realizará, y que básicamente consiste en obtener una micro muestra de sangre (generalmente capilar del pulpejo del dedo) para valorar la concentración de lactato a distintas intensidades (velocidad) de ejercicio, conformando una curva de lactato.

##### **3.3.1.1 Analizador Accutrend Plus.**

***“El instrumento Accutrend Plus se utiliza para la medición cuantitativa de cuatro parámetros sanguíneos: glucosa, colesterol, triglicéridos y lactato. Se***



***realiza una medición fotométrica de la reflectancia utilizando tiras reactivas específicas para cada uno de estos parámetros sanguíneos. Para obtener información detallada sobre cada test, consulte los prospectos de las tiras reactivas correspondientes.***” (2007, Roche Diagnostics)

Mediante una tira de codificación, el instrumento lee las características específicas del lote de las tiras reactivas actualmente en uso. Esta información se guarda (y, por consiguiente, sólo debe leerse una vez por tubo de tiras reactivas). A continuación, se extrae una tira reactiva sin usar del tubo y se inserta en el instrumento. Mientras está insertada, el área de aplicación de la tira reactiva está retroiluminada por un LED (diodo emisor de luz).

Antes de que se realice la medición en sí, se determina el comportamiento de reflexión de la tira reactiva por medio de la luz reflejada (desde el área de aplicación). A continuación, se coloca la muestra de sangre al área de aplicación y se cierra la tapa de la cámara de medición. El componente que se desea determinar en la muestra aplicada experimenta una reacción enzimática y se forma un colorante. La cantidad de colorante formado aumenta con la concentración de la sustancia que se desea determinar.

Después de cierto tiempo (que depende del parámetro de análisis), se mide la intensidad del color retroiluminando de nuevo el área de aplicación con el LED. La intensidad de la luz reflejada se mide con un detector (fotometría de reflectancia). El valor medido se determina a partir de la intensidad de señal de la luz reflejada, teniendo en cuenta también el valor del blanco previamente medido y la lectura de la información específica del lote (tira de codificación). Por último, el resultado se muestra en pantalla digital y se guarda simultáneamente en la memoria.



**Imagen 1:** Analizador Accutrend Plus.

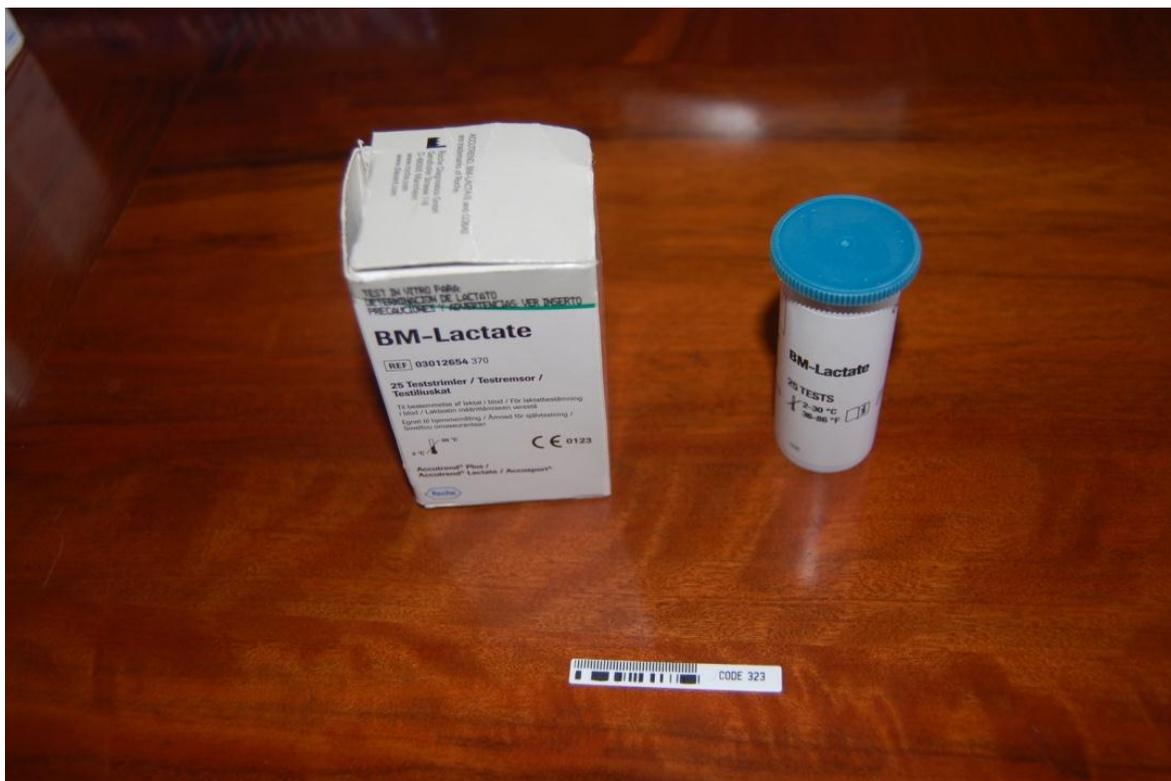
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.3.1.2 Tiras reactivas LACTATE-BM.

Las tiras permiten determinar de manera cuantitativa el lactato en sangre debe ser utilizada exclusivamente con Accutrend Lactate, Accusport o Accutrend Plus, cada tira tiene una zona reactiva que contiene los reactivos indicadores.

Cuando se aplica la sangre capilar, se produce una reacción química y la zona reactiva cambia de color. El instrumento analizador registra este cambio de color y convierte la señal de medición en el resultado mostrado utilizando los datos introducidos previamente mediante la tira de codificación.

Además de estos instrumentos para la realización del presente trabajo de investigación, se utilizaron materiales como: lancetas quirúrgicas, guantes quirúrgicos, alcohol y algodón, y tiras hansaplast.



**Imagen 2:** Tiras Reactivas LACTATE – BM

**Fuente:** Elaboración propia



**Imagen 3:** Lancetas ACCU-CHEK  
**Fuente:** Elaboración Propia



**Imagen 4:** Guantes hipo alérgicos.  
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4 Protocolo.

Para la toma de muestras de Lactato se mantuvo el siguiente protocolo, en relación a los tiempos determinados por el tesista, el director y los testeados.

- **Lactato en reposo.**

Monitoreo del Lactato 15' antes aproximadamente, de la ejecución de la sesión de entrenamiento.



**Imagen 5:** Análisis en reposo.

**Fuente:** Elaboración Propia

- **Antes de iniciar el test o la sesión de entrenamiento.**

Se preparan las tiras BM lactate y el analizador para tomar la primera muestra de sangre antes del test y así obtener el valor de lactato en sangre en reposo del deportista.



**Imagen 6:** Materiales para el análisis.

**Fuente:** Elaboración propia



**Imagen 7:** Muestra sanguínea dedo medio en la tira reactiva.  
**Fuente:** Elaboración propia



**Imagen 8:** Muestra sanguínea dedo anular.  
**Fuente:** Elaboración propia



Imagen 9: Tiras reactivas utilizadas.

Fuente: Elaboración Propia

- **Al finalizar cada test:**

El test consta de 4 diferentes sesiones de entrenamiento las cuales efectuaron los 10 deportistas señalados anteriormente, las cuales se detallaran a continuación.

Al finalizar el test el deportista es sometido a una toma de muestra de sangre para obtener los valores correspondientes de lactato sanguíneo.



**Imagen 10:** Punción con lanceta.  
**Fuente:** Elaboración Propia



**Imagen 11:** Tiras reactivas BM-Lactate.  
**Fuente:** Elaboración propia



• TEST 1

TEST 1			
REPETICIONES	EJERCICIO	PESO (Lb)	SERIES
20	SPRAWLS		1
30	BARRAS		1
40	SALTOS AL CAJON		1
50	BALANCEOS KETTLEBELL	60	1
60	MARTILLAZOS A LA LLANTA		1
50	BALANCEOS KETTLEBELL	60	1
40	SALTOS AL CAJON		1
30	BARRAS		1
20	SPRAWLS		1

**Tabla 7:** Test 1.  
**Fuente:** <http://www.crossfit.com>

• TEST 2

TEST 2			
REPETICIONES	EJERCICIO	PESO (Lb)	SERIES
1	CORRER 400m		1
20	BAR MUSCLE UP		1
20	POWER SNATCH	135	1
20	SALTOS LATERALES SOBRE LA BARRA		1
20	FLEXIONES DE CABEZA		1
20	SENTADILLAS	135	1
20	PUSH UP		1
2	SUBIDAS AL CABO 6m		1
1	CORRER 400m		1

**Tabla 8:** Test 2.  
**Fuente:** <http://www.crossfit.com>



- **TEST 3**

<b>TEST 3</b>		
<b>REPETICIONES</b>	<b>EJERCICIO</b>	<b>SERIES</b>
12	SENTADILLA CON SALTO	6
12	BARRAS EN L	6
12	FONDOS EN ANILLAS	6
12	HANDSTAND PUSH UPS	6
12	ABDOMINALES	6
12	FLEXIONES DE BRAZO ESTILO ARAÑA	6

**Tabla 9:** Test 3.

**Fuente:** <http://www.crossfit.com>

- **TEST 4**

<b>TEST 4</b>			
<b>REPETICIONES</b>	<b>EJERCICIO</b>	<b>PESO (Lb)</b>	<b>SERIES</b>
10	TIJERAS CON BARRA AGARRE FRONTAL	135	1
20	RUSSIAN KB SWINGS	60	1
30	GOBIET SQUATS	60	1
40	V UPS		1
50	KB SNATCH	60	1
40	V UPS	135	1
30	GOBIET SQUATS	60	1
20	RUSSIAN KB SWINGS	60	1
10	TIJERAS CON BARRA AGARRE FRONTAL	135	1

**Tabla 10:** Test 4.

**Fuente:** <http://www.crossfit.com>



### 3.5 Análisis e interpretación de los resultados.

Valores de lactato en reposo, en ejercicio y en recuperación pasiva de 10 minutos, deportistas varones del gimnasio "THE ZONE" en test 1.				
NOMBRE	LAC.REP. m.mol/L	LAC.EJER. m.mol/L	LAC 10' m.mol/L	TIEMPO
ALVAREZ FRANCISCO	1,8	19,8	14,3	20'29"
ARCOS JUAN	2,1	17,3	13,6	17'56"
ESCANDON ANDRES	1,9	14,8	8,4	22'31"
GUZMAN DIEGO	2,9	16,2	12,3	22'05"
SANCHEZ DARWIN	3,0	14,3	6,3	21'34"
TOAPANTE CARLOS	2,2	17,6	11,3	17'36"
VASQUEZ JORGE	2,8	20,1	15,4	21'12"
VENEGAS FERNANDO	2,7	17,6	13,9	19'40"
VINTIMILLA MATEO	2,3	18,4	13,6	18'50"
YANZA DIEGO	2,4	18,2	11,7	21'24"

<b>Valor Mínimo</b>	1,8	14,3	6,3
<b>Valor Máximo</b>	3	20,1	15,4
<b>Promedio</b>	2,4	17,43	12,08

**Tabla 11:** Análisis del test 1.

**Fuente:** Elaboración propia

Los valores obtenidos tanto en reposo, culminado inmediatamente el ejercicio así como 10 minutos después de una recuperación pasiva, nos proporcionan una información general de los valores mínimos, máximos y promedio; y de esta manera analizar la condición individual de cada deportista.

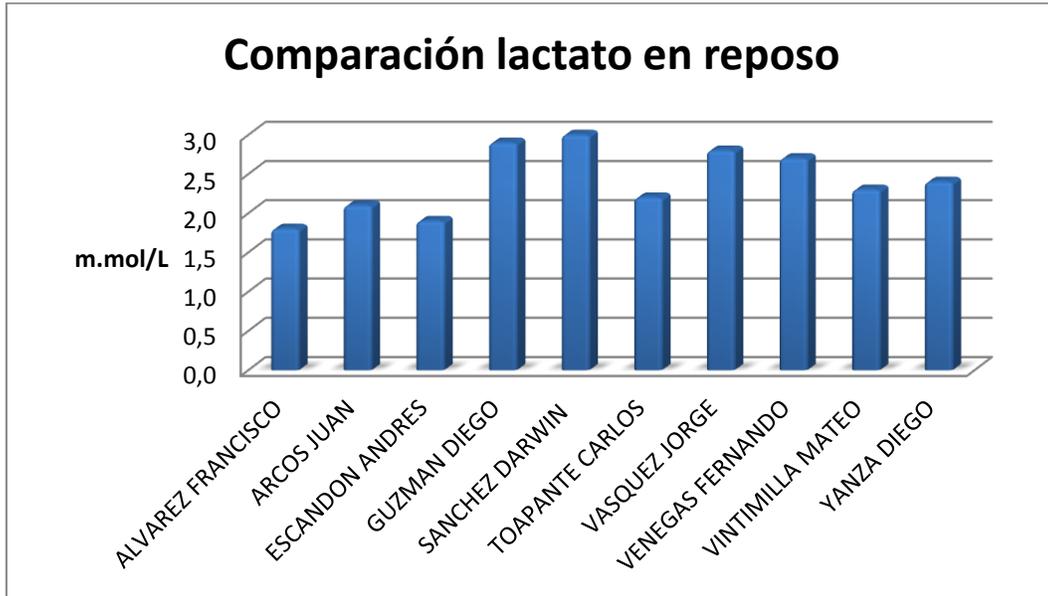


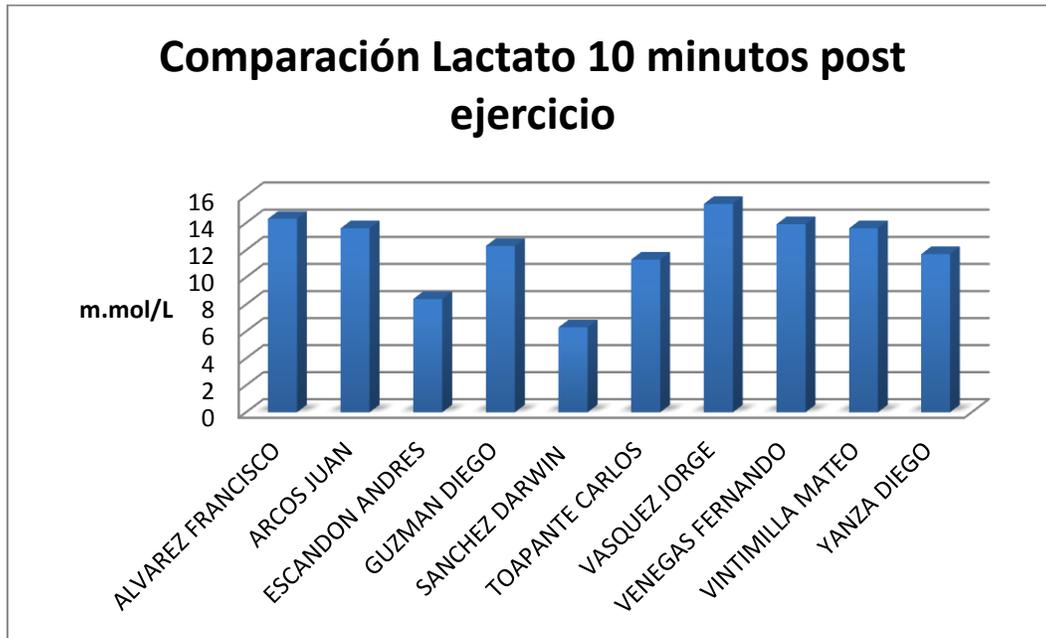
Gráfico 1: Comparación lactato en reposo del test 1.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 2: Comparación Lactato finalizado el ejercicio del test 1.

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 3:** Comparación Lactato 10 minutos post ejercicio del test 1.

Fuente: Elaboración propia

<b>Valores de lactato en reposo, en ejercicio y en recuperación pasiva de 10 minutos, deportistas varones del gimnasio "THE ZONE" en test 2.</b>				
NOMBRE	LAC. REP. m.mol/L	LAC. EJER. m.mol/L	LAC 10' m.mol/L	TIEMPO
ALVAREZ FRANCISCO	2,1	18,3	15,3	16'39"
ARCOS JUAN	2,3	17,6	14,2	17'21"
ESCANDON ANDRES	1,7	13,7	9,5	18'19"
GUZMAN DIEGO	2,6	11,6	8,1	19'28"
SANCHEZ DARWIN	3,2	16,8	7,2	16'42"
TOPANTE CARLOS	1,8	18,5	13,7	19'32"
VASQUEZ JORGE	3,1	15,5	7	16'20"
VENEGAS FERNANDO	2,3	16	12,2	19'33"
VINTIMILLA MATEO	1,8	19,7	15,3	20'47"
YANZA DIEGO	2	17,9	12,8	21'20"

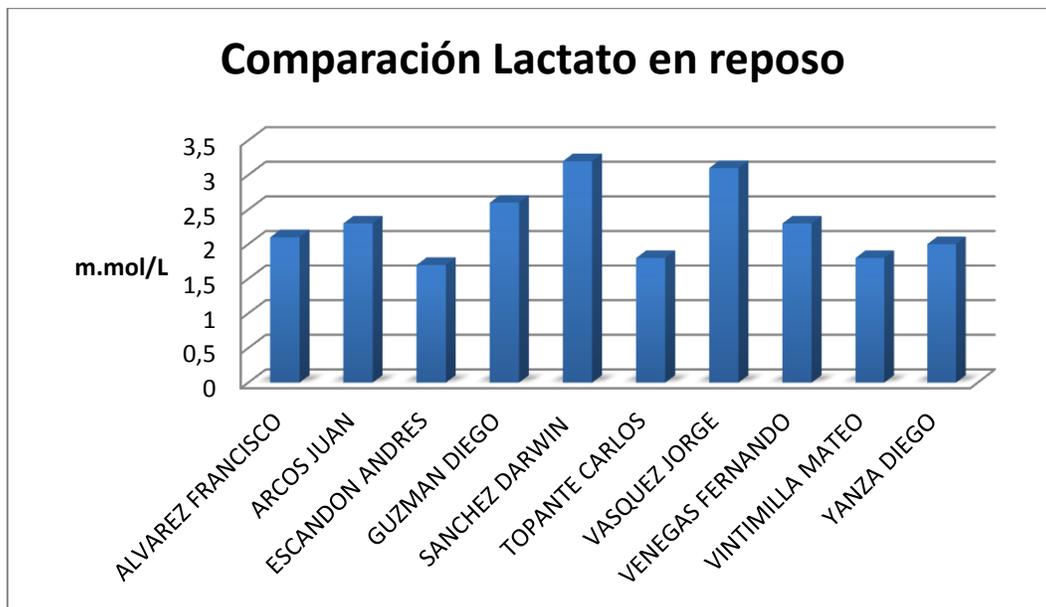


<b>Valor Mínimo</b>	1,7	11,6	7
<b>Valor Máximo</b>	3,1	19,7	15,3
<b>Promedio</b>	2,55	16,56	11,53

**Tabla 12:** Análisis test 2.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los valores obtenidos tanto en reposo, culminado inmediatamente el ejercicio así como 10 minutos después de una recuperación pasiva, nos proporcionan una información general de los valores mínimos, máximos y promedio; y de esta manera analizar la condición individual de cada deportista.



**Gráfico 4:** Comparación lactato en reposo del test 2.

**Fuente:** Elaboración propia

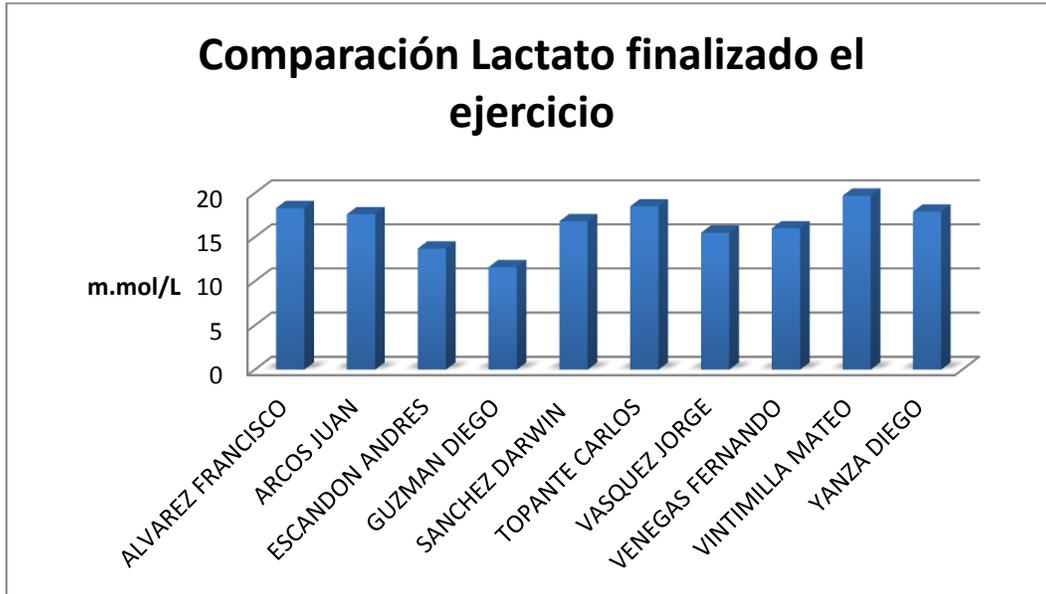


Gráfico 5: Comparación lactato finalizado el ejercicio test 2.

Fuente: Elaboración propia



Gráfico 6: Comparación Lactato 10 minutos post ejercicio del test 2.

Fuente: Elaboración propia



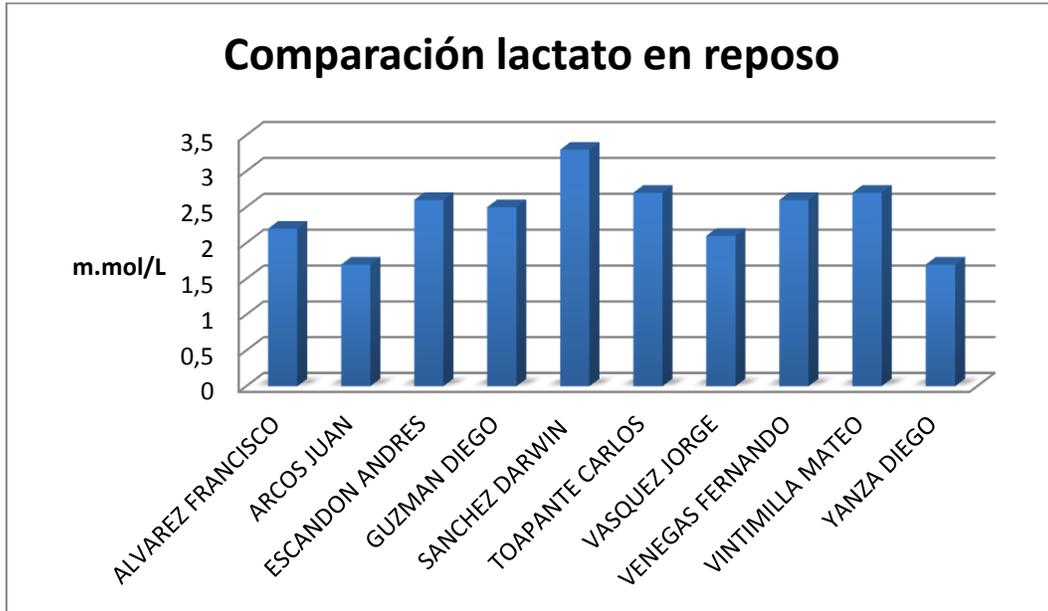
<b>Valores de lactato en reposo, en ejercicio y en recuperación pasiva de 10 minutos, deportistas varones del gimnasio "THE ZONE" en test 3.</b>				
<b>NOMBRE</b>	<b>LAC. REP. m.mol/L</b>	<b>LAC. FIN. EJER. m.mol/L</b>	<b>LAC 10' POST EJER m.mol/L</b>	<b>TIEMPO</b>
<b>ALVAREZ FRANCISCO</b>	1,9	21,1	14,6	13'14"
<b>ARCOS JUAN</b>	2,4	18,7	13,4	13'19"
<b>ESCANDON ANDRES</b>	2,7	17,4	13,7	15'23"
<b>GUZMAN DIEGO</b>	3	15,8	11,2	16'28
<b>SANCHEZ DARWIN</b>	3,2	15,3	6,9	13'21"
<b>TOAPANTE CARLOS</b>	2,5	15,8	13,8	12'15"
<b>VASQUEZ JORGE</b>	2,7	13,8	6,9	14'15"
<b>VENEGAS FERNANDO</b>	2,8	11,2	7	12'33"
<b>VINTIMILLA MATEO</b>	2,2	16,3	9,7	14'11"
<b>YANZA DIEGO</b>	2,1	19,8	14,6	13:58

<b>Valor Mínimo</b>	1,9	11,2	6,9
<b>Valor Máximo</b>	3,2	21,1	14,6
<b>Promedio</b>	2,55	16,52	11,18

**Tabla 13:** Análisis del test 3.

**Fuente:** Elaboración propia

Los valores obtenidos tanto en reposo, culminado inmediatamente el ejercicio así como 10 minutos después de una recuperación pasiva, nos proporcionan una información general de los valores mínimos, máximos y promedio; y de esta manera analizar la condición individual de cada deportista.



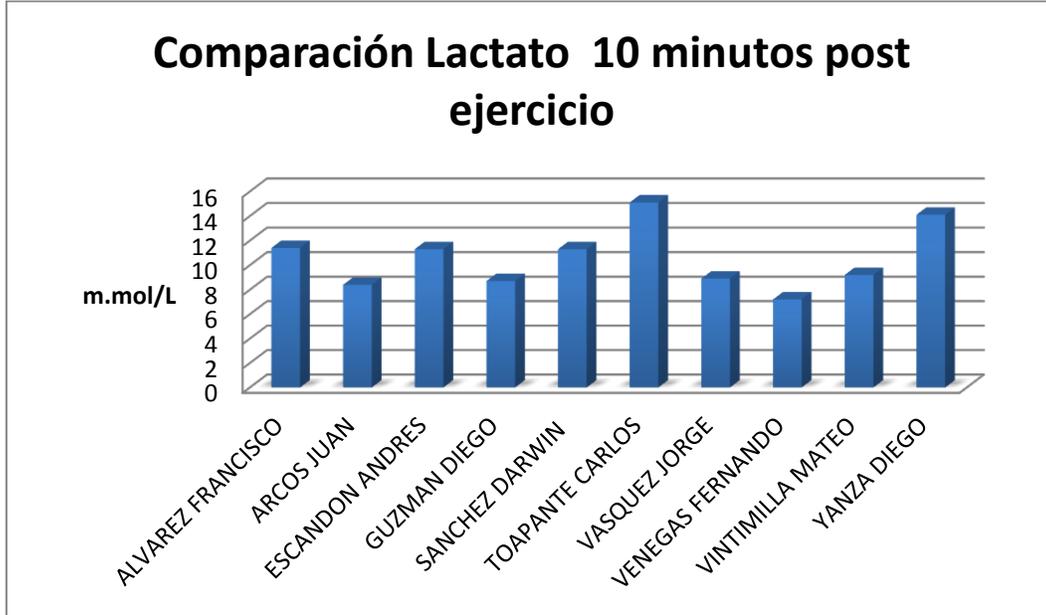
**Gráfico 7:** Comparación lactato en reposo del test 3.

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico 8:** Comparación lactato finalizado el ejercicio del test 3.

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico 9:** Comparación Lactato 10' post ejercicio del test 3.

Fuente: Elaboración propia.

Valores de lactato en reposo, en ejercicio y en recuperación pasiva de 10 minutos, deportistas varones del gimnasio "THE ZONE" en test 4.				
NOMBRE	LAC. REP. m.mol/L	LAC. FIN. EJER. m.mol/L	LAC 10' POST EJER m.mol/L	TIEMPO
ALVAREZ FRANCISCO	1,9	21,1	14,6	13'14"
ARCOS JUAN	2,4	18,7	13,4	13'19"
ESCANDON ANDRES	2,7	17,4	13,7	15'23"
GUZMAN DIEGO	3	15,8	11,2	16'28
SANCHEZ DARWIN	3,2	15,3	6,9	13'21"
TOAPANTE CARLOS	2,5	15,8	13,8	12'15"
VASQUEZ JORGE	2,7	13,8	6,9	14'15"
VENEGAS FERNANDO	2,8	11,2	7	12'33"
VINTIMILLA MATEO	2,2	16,3	9,7	14'11"
YANZA DIEGO	2,1	19,8	14,6	13:58

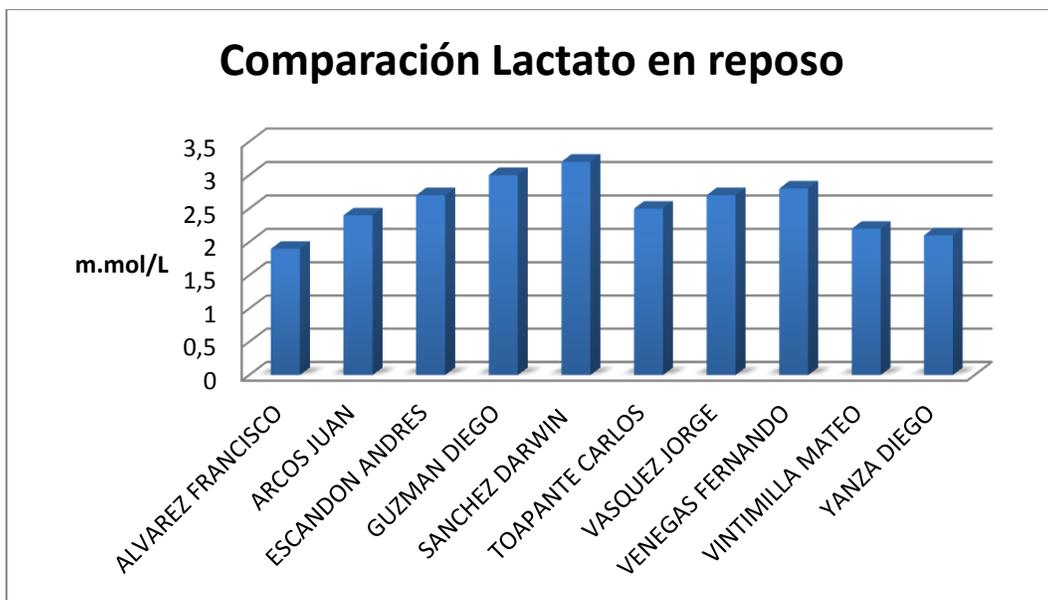


<b>Valor Mínimo</b>	1,9	11,2	6,9
<b>Valor Máximo</b>	3,2	21,1	14,6
<b>Promedio</b>	2,55	16,52	11,18

**Tabla 14:** Análisis del test 4.

**Fuente:** Elaboración propia

Los valores obtenidos tanto en reposo, culminado inmediatamente el ejercicio así como 10 minutos después de una recuperación pasiva, nos proporcionan una información general de los valores mínimos, máximos y promedio; y de esta manera analizar la condición individual de cada deportista.



**Gráfico 10:** Comparación Lactato en reposo del test 4.

**Fuente:** Elaboración propia



Gráfico 11: Comparación lactato finalizado el ejercicio del test 4.

Fuente: Elaboración propia



Gráfico 12: Comparación lactato 10 minutos post ejercicio del test 4.

Fuente: Elaboración propia



Valores mínimos, máximos y promedios de lactato en reposo en el test 1, 2, 3, 4.			
	Min m.mol/L	Max m.mol/L	Prom m.mol/L
TEST 1	1,8	3	2,4
TEST 2	1,7	3,1	2,3
TEST 3	1,7	2,7	2,4
TEST 4	1,9	3,2	2,6

Tabla 15: Promedios generales de lactato en reposo.

Fuente: Elaboración propia

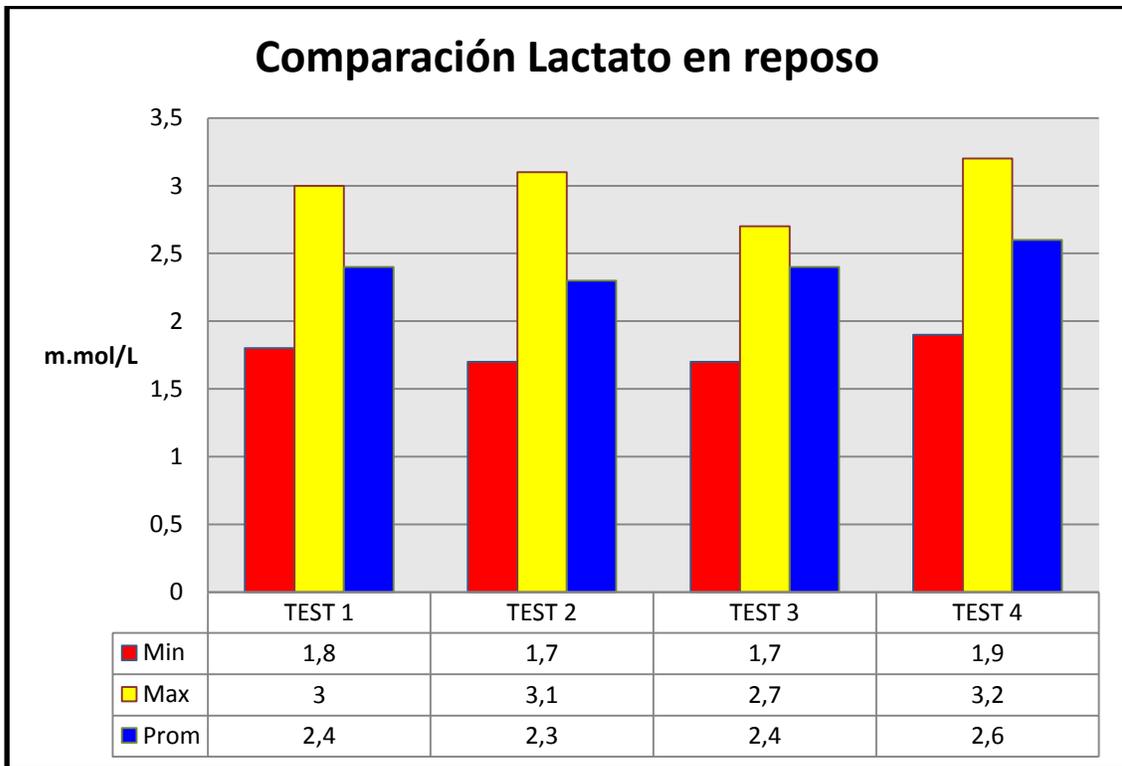


Gráfico 13: Comparación de promedios generales de lactato en reposo.

Fuente: Elaboración propia



Valores mínimos, máximos y promedios de lactato finalizado la actividad en test 1, 2, 3, 4.			
	Min m.mol/L	Max m.mol/L	Prom m.mol/L
<b>TEST 1</b>	14,3	20,1	17,43
<b>TEST 2</b>	11,6	19,7	16,56
<b>TEST 3</b>	11,7	17,5	15
<b>TEST 4</b>	11,2	21,1	16,52

Tabla 16: Promedios generales de lactato finalizado el ejercicio

Fuente: Elaboración propia

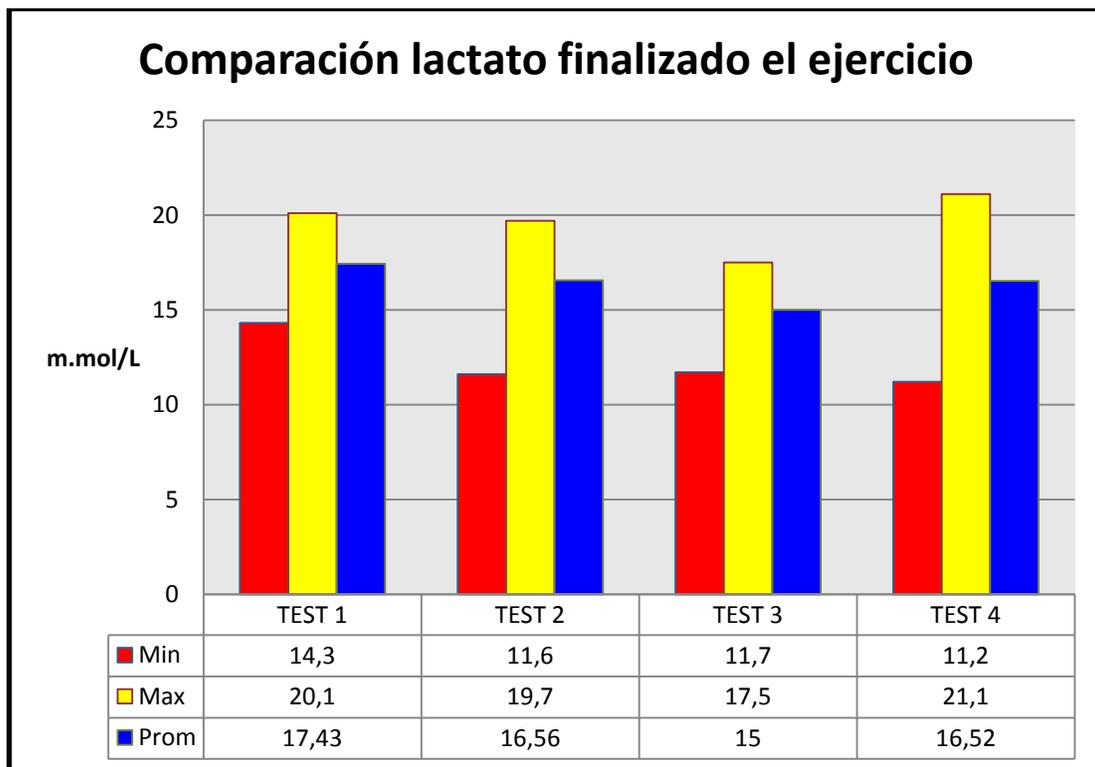


Gráfico 14: Comparación de promedios generales de lactato finalizado el ejercicio.

Fuente: Elaboración propia



Valores mínimos, máximos y promedios de lactato post 10 minutos de recuperación pasiva, en test 1, 2, 3, 4.			
	Min m.mol/L	Max m.mol/L	Prom m.mol/L
TEST 1	6,3	15,4	12,08
TEST 2	7	15,2	11,53
TEST 3	7,2	15,1	10,56
TEST 4	6,9	14,6	11,18

Tabla 17: Promedios generales de lactato 10 minutos post ejercicio.

Fuente: Elaboración propia

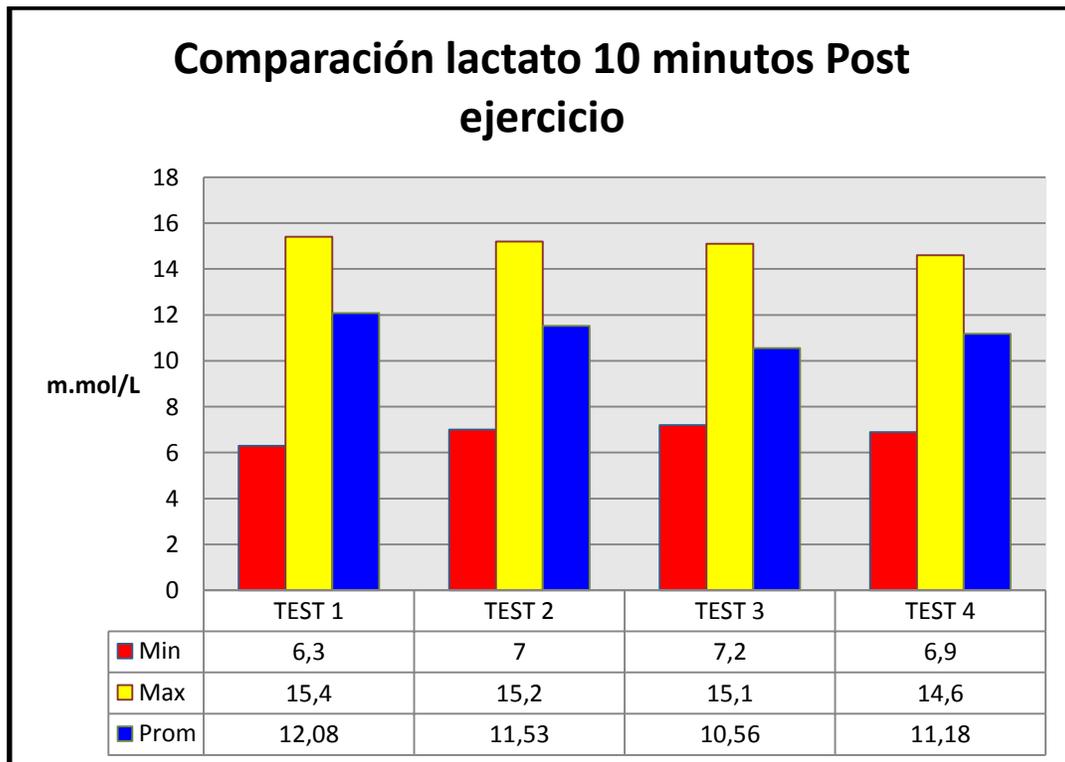


Gráfico 15: Comparación promedios generales de lactato 10 minutos Post ejercicio.

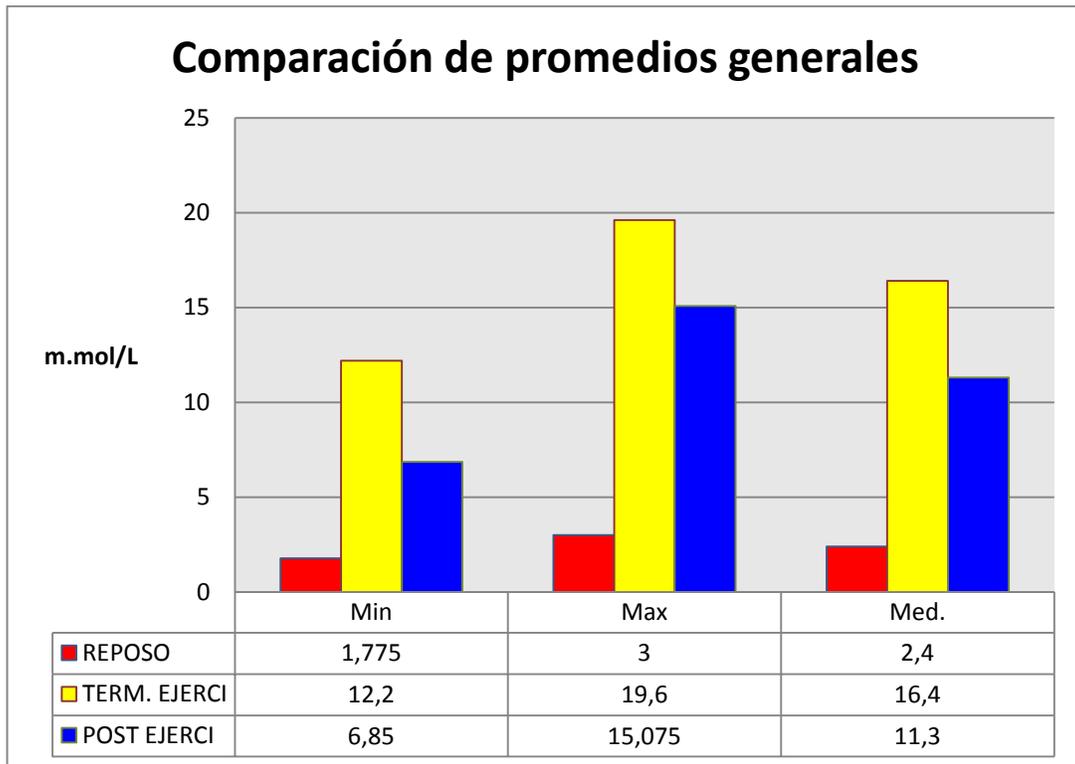
Fuente: Elaboración propia



<b>Análisis de promedios generales de valores mínimos, máximos en reposo, finalizado el ejercicio y 10 minutos; de recuperación pasiva, en test 1, 2, 3, 4.</b>			
	<b>Min m.mol/L</b>	<b>Max m.mol/L</b>	<b>Prom m.mol/L</b>
<b>REPOSO</b>	1,775	3	2,4
<b>FINAL. EJERCIO</b>	12,2	19,6	16,4
<b>10'POST EJER</b>	6,85	15,075	11,3

**Tabla 18:** Promedios general

**Fuente:** Elaboración propia



**Gráfico 16:** Comparación de promedios generales.

**Fuente:** Elaboración propia.



Durante la presente investigación con los deportistas del gimnasio “THE ZONE” se pudo obtener en el test 1 datos en reposo con valor mínimo de lactato de 1,8 m.mol; en el test 2 el valor mínimo es de 1,7 m.mol; en el test 3 el valor mínimo es de 1,7 m.mol; y en el test 4 el valor mínimo es de 1,9 m.mol.

Valores máximos en reposo de lactato en el test 1 es de 3 m.mol; en el test 2 el valor máximo es de 3,1 m.mol; en el test 3 el valor máximo es de 2,7 m.mol; y el test 4 el valor máximo es de 3,2 m.mol.

Valores promedio en reposo de lactato en el test 1 es de 2,4 m.mol; en el test 2 el promedio es de 2,55 m.mol; en el test 3 el promedio es de 2,41 m.mol; y en el test 4 el promedio es de 2,55 m.mol.

En el análisis de todos los valores es decir analizando los valores que se obtuvieron en los 4 testes efectuados nos brindan los siguientes valores mínimos de promedio general de lactato en reposo, valores mínimos de reposo de 1,775 m.mol.

Los valores máximos de reposo en promedio general de los 4 test nos dan los siguientes valores, de lactato valores máximos en promedio general de 3mmol.

El promedio general de lactato en reposo de los 4 test que se realizaron es de 2,4 m.mol.

- **Comparación Lactato en reposo.**

Los deportistas del gimnasio “THE ZONE” tienen lactato de 2,4 m.mol, la fuente indica que en condiciones normales los sujetos sanos que están en reposo y bien oxigenados presentan valores entre 0,7-1,3 m.mol.



- **Valores finalizado el ejercicio.**

Durante la presente investigación con los deportistas del gimnasio “THE ZONE” se pudo obtener datos durante unos 4 testes diferentes, obteniendo los siguientes valores finalizado el ejercicio.

En el test 1 se obtuvieron los siguientes valores de lactato finalizado el ejercicio siendo el valor mínimo de 14,3 m.mol, el valor máximo de 20,1 m.mol y el valor promedio de 17,43 m.mol.

En el test 2 se obtuvieron los siguientes valores de lactato finalizado el ejercicio siendo el valor mínimo de 11,6 m.mol, el valor máximo de 19,7 m.mol y el valor promedio de 16,56 m.mol.

En el test 3 se obtuvieron los siguientes valores de lactato finalizado el ejercicio siendo el valor mínimo de 11,7 m.mol, el valor máximo de 17,7 m.mol y el valor promedio de 15 m.mol.

En el test 4 se obtuvieron los siguientes valores de lactato finalizado el ejercicio siendo el valor mínimo de 11,2 m.mol, el valor máximo de 21,1 m.mol y el valor promedio de 16,52 m.mol.

En el análisis de todos los valores es decir analizando los valores que se obtuvieron en los 4 test efectuados nos brindan los siguientes valores mínimos de promedio general de lactato finalizado el ejercicio, valores mínimos finalizado el ejercicio es de 12,2 m.mol.

Los valores máximos de lactato finalizado el ejercicio en promedio general de los 4 test nos dan los siguientes valores, de lactato valores máximos en promedio general 19,6 m.mol.



El promedio general de lactato finalizado el ejercicio de los 4 testes que se realizaron es de 16,4 m.mol.

- **Comparación Lactato finalizado el ejercicio.**

Los deportistas del gimnasio “THE ZONE”, durante la práctica del Crossfit han alcanzado en promedio 16,4 m.mol, siendo el test 1 en promedio el que mayor acumulación de lactato causo en los deportistas con un promedio de 17,43 m.mol y en tanto el test 3 origino promediamente menor acumulación de lactato con 15 m.mol; mientras que los testes 2 y 4 originaron valores en los deportistas de 16,56 m.mol y 16,52 m.mol respectivamente, de esta manera no hay diferencias significativas entre estos 4 testes.

- **Valores diez minutos después de finalizado el ejercicio en recuperación pasiva.**

Durante la presente investigación con los deportistas del gimnasio “THE ZONE” también se pudo obtener los siguientes datos diez minutos de finalizado el ejercicio en recuperación pasiva:

En el test 1 se obtuvieron los siguientes valores de lactato diez minutos de finalizado el ejercicio en recuperación pasiva siendo el valor mínimo de 6,3 m.mol, el valor máximo de 15,4 m.mol y el valor promedio de 12,08 m.mol.

En el test 2 se obtuvieron los siguientes valores de lactato diez minutos de finalizado el ejercicio en recuperación pasiva siendo el valor mínimo de 7 m.mol, el valor máximo de 15,3 m.mol y el valor promedio de 11,53 m.mol.

En el test 3 se obtuvieron los siguientes valores de lactato diez minutos de finalizado el ejercicio en recuperación pasiva siendo el valor mínimo de 7,2 m.mol, el valor máximo de 15,1m.mol y el valor promedio de 10,56 m.mol.



En el test 4 se obtuvieron los siguientes valores de lactato diez minutos de finalizado el ejercicio en recuperación pasiva siendo el valor mínimo de 6,9 m.mol, el valor máximo de 14,6 m.mol y el valor promedio de 11,18 m.mol.

En el análisis de los valores que se obtuvieron en los 4 testes efectuados nos brindan el siguiente valor mínimo de promedio general de lactato luego de diez minutos finalizado el ejercicio en recuperación pasiva es de 6,85 m.mol.

El valor máximo de lactato diez minutos de finalizado el ejercicio en recuperación pasiva en promedio general de los 4 test nos dan el siguiente valor, de lactato valor máximo en promedio general de 15,075 m.mol.

El promedio general de lactato diez minutos de finalizado el ejercicio en recuperación pasiva de los 4 testes que se realizaron es de 11,3 m.mol.



# CAPÍTULO

# IV



## 4. Conclusiones y Recomendaciones.

### 4.1 Conclusiones

Al finalizar este trabajo de análisis podemos concluir:

- ✓ El Crossfit es una metodología de entrenamiento utilizada recientemente en la ciudad de Cuenca, muy compleja e inusual, que tiene gran cantidad de adeptos, gracias a una difusión por medios digitales como redes sociales generando gran convocatoria en nuestra sociedad.
- ✓ El entrenamiento no puede realizarse empíricamente, ni resulta beneficioso si no se establece una planificación adaptada para cada individuo, debería ser específico y mensurado.
- ✓ Replantear el concepto de entrenamiento funcional ya que gran cantidad de ejercicios, resultan inútiles, no plasmarse en actividades cotidianas, no se prioriza la adaptación anatómica, que es adaptar progresivamente a músculos e inserciones musculares a los huesos (tendones), para poder resistir mayores cargas e intensidades durante las siguientes fases del entrenamiento.
- ✓ Cuando los deportistas inician el WOD, las primeras rondas logran con facilidad pero a medida que transcurren los minutos comienzan a fatigarse, por la presencia de uno de los metabolitos precursores de la fatiga llamado lactato, el cual comienza a aparecer y va a limitar el rendimiento, por esta razón los deportistas efectúan una pausa para poder continuar. Los mejores entrenados van a retrasar esta aparición, continuaran con los movimientos asignados, pero tarde o temprano colapsaran necesitando realizar la pausa correspondiente.



- ✓ Las tres vías de producción de energía están presentes en la práctica de Crossfit, la primera es conocida como la fosfágena, que dura aproximadamente 10 segundos, si el ejercicio continúa con intensidad elevada, el lactato comenzará a acumularse al no darle tiempo al organismo a que lo remocione, esto provoca la acidificación de las fibras musculares, que van a dar en dos consecuencias importantes las cuales son que se impide que el calcio se una a las fibras musculares y consecuentemente se dé la contracción, por lo tanto cuando se acumula demasiado lactato, no tenemos ni energía ni capacidad para contraer músculos, originándose la fatiga.
  
- ✓ Se comprobó que la recuperación pasiva, no es efectiva para el deportista, ya que el lactato acumulado, tardara en su remoción dificultando una mejor preparación para futuras sesiones de entrenamiento de los deportista.
  
- ✓ Se observó que instructores y deportistas no tenían el mínimo conocimiento acerca del lactato ni los estudios que se realizan así como los distintos sistemas energéticos del organismo, generando admiración y preocupación.
  
- ✓ Definitivamente la práctica del Crossfit, se efectúa a intensidades muy elevadas, sin controles ni evaluaciones previas, tanto de volumen máximo de oxígeno, ni RM en cuanto a la cualidad de fuerza, y por el presente trabajo realizado, la determinación del lactato sanguíneo es primordial para que no se trabaje diariamente a esas intensidades ya que se podría dar lesiones tanto musculares como ligamentosas y pudiendo provocar en el organismo la rabiomólisis que es un síndrome caracterizado por la destrucción del músculo esquelético, liberándose mioglobina, electrolitos y enzimas musculares al torrente circulatorio.



## 4.2 Recomendaciones

- ✓ Se recomienda tanto a entrenadores, instructores y deportistas practicantes de Crossfit, realizar una recuperación activa para poder remocionar el lactato originado con el ejercicio. De esta manera se optimizara el rendimiento para posteriores sesiones de entrenamiento, además debido a los niveles alcanzados se recomienda alternar los trabajos e intensidades.
- ✓ Se concrete la coordinación y colaboración mutua con instituciones tanto públicas como privadas, para que, los estudiantes de Cultura Física puedan obtener nuevos conocimientos y experiencias en lo referente a los procesos de evaluación en la actividad física y el deporte. Además de la asignación e inauguración del laboratorio de fisiología del ejercicio en la Carrera, de esta manera el estudiante podrá afianzar conocimientos teóricos con prácticas de campo o laboratorio permitiéndole realizar estudios científicos.
- ✓ Se gestione acuerdos, auspicios con laboratorios de parte de la Carrera de Cultura Física, para poder efectuar análisis científicos ya que, el presupuesto del estudiante limita la presente investigación por el costo de las tiras reactivas, de esta manera se podrá conocer, determinar y analizar los niveles de lactato sanguíneo entre cada serie así como en cada minuto de recuperación tanto pasiva como activa.



## • BIBLIOGRAFÍA

- ACSM. (2000). *Manual ACMS para la valoración y prescripción del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo.
- Astrand, P. & Rodahl, K. (1992). *Fisiología del trabajo físico*. Panamericana.
- Barbany, J. (2002). *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Benito, P. (2013). *Conceptos básicos del entrenamiento con cargas de la musculación al wellness*. Barcelona: Paidotribo.
- Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento de la teoría a la práctica*. Barcelona: Paidotribo.
- Bompa, T. (2002). *Musculación. Entrenamiento avanzado*. Barcelona: Hispano Europeo.
- Calderón, F., & Legido, J. (2007). *Neurofisiología aplicada al deporte*. Colombia: Kinesis.
- Castañeda, G. (2009). *Nuevas tendencias el entrenamiento personal*. Barcelona : Paidotribo.
- Cometti, G. (2001). *Los métodos modernos de musculación*. Barcelona: Paidotribo.
- Cruz, J. (2008). *Fisiología Humana y deporte*. Colombia: Kinesis.
- Delavier, F. (2011). *Guía de los movimientos de musculación*. Barcelona: Paidotribo.
- Earle, R., & Bacchie, T. (2012). *Manual NSCA*. Barcelona: Paidotribo.
- Fox, E. (1988). *Fisiología del Deporte*. Panamericana.
- González, J. (1992). *Fisiología de la Actividad Física y del Deporte*. Panamericana.
- Grosser, M., & Müller, H. (1992). *Desarrollo muscular*. Barcelona: Hispano Europea.



- Heyward, V. (2006). *Evaluación y prescripción del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo.
- Jiménez, A. (2011). *Entrenamiento Personal*. Barcelona: INDE.
- Le Vay, D. (2013). *Anatomía y fisiología humana*. Barcelona: Paidotribo.
- López, A. & Fernández, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Panamericana.
- McArdle, W. D.; Katch, F. I. & Katch, V. L. (1990). *Fisiología del ejercicio*. Alianza Deporte.
- Minuchin, P. (2005). *Fisiología del ejercicio*. España: Nobuko.
- Platonov, V., & Bulatova, M. (2007). *La preparación física*. Barcelona: Paidotribo.
- Powers, S., & Howley, E. (2014). *Fisiología del ejercicio : teoría y aplicación a la forma física y al rendimiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Saladin, K. (2013). *Anatomía y fisiología*. México: Interamericana.
- Sergeyevic, V., & Dmitriyevich. (2001). *Fisiología del deportista*. Barcelona: Paidotribo .
- Verkhoshansky, Y. (2011). *Teoría y metodología de entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento Total*. Barcelona: Paidotribo.
- Willmore, J & Costill, D. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Zhelyazkov, T, (2011). *Bases del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.



## • LINKOGRAFÍA

- [http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ\\_Seminars\\_TrainingGuideSept2011\\_ES.pdf](http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_Seminars_TrainingGuideSept2011_ES.pdf)
- <http://www.crossfit.com/mt-archive2/008908.html>
- <http://www.efdeportes.com/efd165/umbral-del-lactato-y-el-entrenamiento-deportivo.htm>
- <http://www.efdeportes.com/efd58/seven.htm>
- <http://www.efdeportes.com/efd59/ph.htm>
- <http://www.efdeportes.com/efd66/lactato.htm>
- [http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/escuela\\_vasca\\_deporte/es\\_9258/adjuntos/Lactato%20en%20el%20Deporte%202.pdf](http://www.euskadi.eus/contenidos/informacion/escuela_vasca_deporte/es_9258/adjuntos/Lactato%20en%20el%20Deporte%202.pdf)
- <http://www.fecna.com/wp-content/uploads/2011/08/6-1-Actualización-de-sistemas-de-energ%C3%ADa-y-costo-energético.pdf>
- <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/iespablocasso/1999/articulos/articulo6.PDF>