

ANALISIS LONGITUDINAL DE LACTATO EN SANGRE EN AREAS AEROBICAS  
Y ANAEROBICAS EN NADADORES BOGOTANOS PARALIMPICOS DE 50 Y  
100MTS LIBRE.



INVESTIGADOR:

JOSE DIEGO BELTRAN

CO-INVESTIGADORES

INGRID JOHANA CASTRO

NHORA CONSTANZA CORONADO

ANGELICA MICAN GAMBA

CAMILA ANDREA PARDO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE  
Y LA EDUCACION FISICA

SOACHA 23 DE OCTUBRE DE 2018

ANALISIS LONGITUDINAL DE LACTATO EN SANGRE EN AREAS AEROBICAS  
Y ANAEROBICAS EN NADADORES BOGOTANOS PARALIMPICOS DE 50 Y  
100MTS LIBRE.



INVESTIGADOR:

JOSE DIEGO BELTRAN

CO-INVESTIGADORES

INGRID JOHANA CASTRO

NHORA CONSTANZA CORONADO

ANGELICA MICAN GAMBA

CAMILA ANDREA PARDO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE  
Y LA EDUCACION FISICA

SOACHA 23 DE OCTUBRE DE 2018

## INDICE DE CONTENIDO

1. JUSTIFICACION.....	4
2. OBJETIVO GENERAL.....	6
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
4. MARCO TEORICO.....	8
4.1. Análisis longitudinal.....	8
4.1.2 Lactato .....	9
4.2 Áreas funcionales.....	12
4.2.1 Área Subaeróbica .....	13
4.2.2 Área Súper aeróbica .....	15
4.2.3 Área del Máximo Consumo de Oxígeno .....	16
4.2.4 Tolerancia anaeróbica láctica.....	16
4.2.5 Capacidad aláctica .....	17
4.2.6 Entrenamiento por áreas funcionales.....	18
4.3 Deporte paralímpico.....	22
4.4 Clasificación para natación .....	24
4.4.1 Amputaciones.....	27
4. DISEÑO METODOLOGICO .....	27
9. ANEXOS.....	31
10. BIBLIOGRAFIA.....	34

## JUSTIFICACION

El cumplimiento de objetivos de un deportista paralímpico de alto rendimiento, depende de las condiciones físicas y psicológicas del sujeto para llegar a un estado óptimo de competencia. Ahora bien, uno de los deportes en el que predomina la resistencia es la natación.

La natación está presente en el programa de los Juegos Paralímpicos desde Roma 1960 y es uno de los pocos deportes presentes en todas las ediciones del evento. La natación es el único deporte Paralímpico que prohíbe las prótesis durante la competencia. Al comenzar la prueba, los nadadores pueden partir desde la plataforma (incluso sentados), desde dentro del agua o con la ayuda de un profesional, dependiendo de la discapacidad del atleta. Los nadadores se agrupan en 14 clases funcionales. Para definir su grupo, los atletas pasan por una serie de evaluaciones clínicas para probar: fuerza muscular, movilidad articular y motora (clases S1 hasta S10) y capacidad visual (clases S11 hasta S13). (Brendan Burkett, 2010)

El deporte paralímpico, que tuvo sus orígenes en una práctica deportiva adaptada con fines terapéuticos para personas con discapacidad, se ha consolidado, actualmente, como deporte de alto rendimiento y se rige bajo los mismos parámetros del deporte olímpico. Cada vez, se cierra más la brecha que divide estos dos escenarios y somos testigos de cómo día a día se desarrollan nuevas iniciativas, que hacen prever la integración futura de los dos sistemas. (Sean M Tweedy, 2009)

Teniendo en cuenta lo anterior la práctica de un deporte paralímpico de alto rendimiento provoca modificaciones cardiovasculares, respiratorias, metabólicas, entre otros, por tal motivo, es necesario, el estudio de las diferentes zonas de entrenamiento (aeróbicas y anaeróbicas), para realizar un seguimiento al deportista durante el entrenamiento.

Respecto a las zonas de entrenamiento, es válido mencionar la clasificación que hacen diferentes autores respecto a las zonas nombradas anteriormente, en la siguiente tabla se evidenciara, la clasificación de las mismas.

Existen dos grupos principales las aeróbicas y las anaeróbicas, dándonos a conocer las rutas metabólicas que prevalecen durante el entrenamiento. Pancorbo establece estos parámetros: frecuencia cardiaca en latidos por minuto, porcentaje de frecuencia cardiaca, lactato en milimoles por litro, volumen máximo de oxígeno en litros y percepción del esfuerzo físico por calificación personal del deportista. para determinar cualquier zona de entrenamiento. (Palacios Portilla, 2015)

De acuerdo al deporte, deportista e intensidad de un ejercicio físico, varía el consumo máximo de oxígeno produciendo lactato. En condiciones normales, los niveles de lactato alcanzan los 2 mEq/L o menos, pero el ejercicio puede elevarlo hasta por encima 4 mEq/L. Cuando se producen incrementos considerables de las

cifras de lactato, con disminución del metabolismo de conversión de lactato a piruvato se genera un cuadro de acidosis metabólica afectando el estado de salud del sujeto, sin embargo, cabe resaltar que el organismo de un deportista de competencia puede resistir estos niveles de lactato. (Alberto, 2015). Desde esta perspectiva la presente investigación se realizara en el complejo acuático de Bogotá a un grupo de deportistas paralímpicos de la selección de Bogotá en pruebas de 50 y 100mts, se basa en la observación y el análisis de resultados, estudiando internamente el proceso de lactato en las zonas aeróbicas y anaeróbicas de los deportistas paralímpicos, para esto se realizaran pruebas de lactato en sangre vigiladas, la elaboración de esta prueba se ejecutara en periodos repetitivos estableciendo procesos de cambio en un tiempo controlado, en ello se identificarán las diferentes áreas a nivel de entrenamiento en las capacidades físicas de resistencia, encaminado a plantear los cambios y adaptaciones a nivel de lactato, su umbral y su remoción además entendiendo la relación existente entre las persona amputadas y las personas no amputadas.

**NOTA:** es necesario dejar claridad, que el trabajo expuesto anteriormente consta de dos fases; la primera fase es la búsqueda, investigación y realización total del marco teórico, la segunda fase consta de la aplicación, análisis de resultados y conclusiones (ver cronograma anexo final del documento)

## **OBJETIVO GENERAL**

- Determinar áreas aeróbicas y anaeróbicas por medio del test estándar de lactato en nadadores paralímpicos de 50 y 100mts estilo libre.

## **OBJETIVO ESPECIFICO**

- Prescribir zonas de entrenamiento aeróbicas y anaeróbicas según nivel de lactato en sangre.
- Diagnosticar a través del Test Standard de Lactato las zonas aeróbicas y anaeróbicas en nadadores paralímpicos de 50 y 100mts estilo libre.
- Planificar los entrenamientos de nadadores paralímpicos de 50 y 100mts estilo libre de acuerdo a los resultados del Test Estándar de Lactato.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La natación como deporte adaptado permite que nadadores con diferentes discapacidades compitan unos contra otros, en función de su capacidad motriz condicionada por su discapacidad, en una de las 9 clases SB para braza, y en una de las 10 clases S para crol, espalda y mariposa, y 10 clases SM para estilos (Daly & Martens, 2011). Si hablamos de rendimiento podemos observar que en este caso la natación adaptada no solo es medida por la capacidad motriz del deportista, sino también por la medición en Tiempo y Distancia lo cual le provee información al entrenador sobre las capacidades de resistencia del nadador, con ello se podrá medir su velocidad ya sea en 50 o 100 metros, pero aunque hagan su máximo esfuerzo, no se sabrá con exactitud cuanta energía han utilizado para producir esa velocidad. Y si no hacen su máximo esfuerzo, el entrenador realmente sabrá muy poco.

Por consiguiente debemos tener en cuenta el análisis de lactato como un indicador o parámetro razonable para la estimación de la intensidad de la carga de trabajo durante el entrenamiento (Mader, 1991), lo que ayudara a establecer en forma individual y objetiva la intensidad del ejercicio a la que se quiere trabajar, como también las zonas de trabajo ya sean anaeróbicas o aeróbicas.

Por otra parte, se ha evidenciado que son escasos los estudios que hacen referencia a la utilización del test de lactato en nadadores paralímpicos, con el objetivo de analizar la producción de lactato y asignar zonas de entrenamiento en 50 y 100 metros

## MARCO TEORICO

### 4.1 Análisis longitudinal

De acuerdo a Chin en 1989 define el análisis longitudinal como el equivalente a un seguimiento (Chinn, 1989), por otro lado Myers en el 2006 define el análisis longitudinal como un tipo de diseño de investigación que consiste en estudiar y evaluar a las mismas personas por un período prolongado de tiempo.

Así mismo Visser en 1985, lo define como la examinación de cambios producidos en el tiempo en una misma muestra. Además agrega que se busca verificar diferencias interindividuales a través de los cambios interindividuales. citado en Arnau & Bono, 2008)

El análisis longitudinal se utiliza para estudiar procesos de cambio que estén vinculados directamente con el paso del tiempo (Edwards, 2000; Helms, 1992; Zeger y Liang, 1992, citados en Arnau & Bono, 2008). Uno de los beneficios de este tipo de estudio es que tal vez sea posible indagar sobre la relación causal entre A y B (Menard, 2008). Para Goldstein en 1979, la utilización de un análisis longitudinal debe involucrar más de dos medidas, para que así se realice el seguimiento, dichas mediciones se deben realizar al inicio y al final (Goldstein, 1979).

El análisis longitudinal se realiza dentro del contexto de los modelos lineales generalizados y tiene dos objetivos: adoptar las herramientas convencionales de regresión, en las que se relaciona el efecto con las diferentes exposiciones y tener en cuenta la correlación de las medidas entre sujetos. (Twisk & Vente, 2002)

Al ser mediciones a lo largo del tiempo, el control de calidad juega un papel esencial. Se debe comprobar que todas las mediciones se realicen en el momento oportuno y con técnicas estandarizadas. El personal del estudio debe ser entusiasta y prestar una atención especial, que tenga una comunicación fluida, que responda rápida y adecuadamente a los problemas de los participantes y adaptable a sus necesidades (Cook & Ware, 1983). Es de vital importancia que los equipos utilizados tengan un buen manejo para evitar el rápido deterioro de los mismos.

Se debe tener presente que en este tipo de análisis se presenta aumento en las probabilidades de abandono durante el tiempo de medición de la investigación; para esto se debe tener en cuenta:

- Caracterización y definición de la población según los criterios establecidos (nadadores bogotanos paralímpicos S1 –S10 amputados)
- Mantener contacto con los sujetos durante todo el tiempo de la medición, de esta forma se establecerá un contacto permante evitando abandono.



- El objeto del estudio influye en la participación de los sujetos a la investigación; mientras más interesante sea el tema a abordar mayor interés y colaboración prestarán los sujetos.
- La cantidad de atención personal dedicada a los sujetos. Evitar las entrevistas telefónicas ya que son menos personales que las que se realizan cara a cara y no se aprovechan para fortalecer los vínculos con el estudio.
- Disponibilidad de tiempo del sujeto para satisfacer la necesidad de la investigación.

En el análisis de los estudios longitudinales es posible tratar covariables dependientes del tiempo que pueden a la vez influir sobre la exposición en estudio y ser influenciadas por ella (variables que se comportan simultáneamente como confundidoras e intermedias entre exposición y efecto). También, de manera similar, permite controlar resultados recurrentes que pueden actuar sobre la exposición y ser ocasionados por ella (se comportan a la vez como confundidores y efectos)

#### **4.1.2 Lactato**

El lactato es un producto intermedio del metabolismo, especialmente del ciclo de los carbohidratos, y producido principalmente por las células musculares, por barrido láctico es vertido al torrente sanguíneo donde es reciclado y almacenado en hígado como energía.

Si los requerimientos energéticos son bajos, y las células cuentan con una adecuada cantidad de oxígeno, se activa la quema de glucosa en el ciclo de Krebs contribuyendo la energía a partir del piruvato (Silverthorn, 2010).

Si por el contrario los requerimientos energéticos son muy altos (Tékus et al.) se activa el sistema de la glucólisis anaeróbica donde el ácido pirúvico se convierte en ácido láctico. Además de ser un producto secundario del metabolismo de la glucólisis durante el ejercicio este puede ser re-sintetizado por el hígado entrando al ciclo de Cori, allí es transformado en glucógeno y luego en glucosa para reponer los depósitos en sangre y de allí nuevamente servir como combustible (Myers & Ashley, 1997)

El análisis de lactato se realiza para precisar las velocidades de entrenamiento (Madsen y Lohberg 1987; Prins 1988; Weltman 1993), evaluar los cambios longitudinales en la aptitud física aeróbica y anaeróbica (Sharp et al. 1984), y para evaluar las respuestas de cada individuo frente a las sesiones de entrenamiento a realizar (Pyne 1989).

La concentración de ácido láctico ha sido una determinante para controlar el rendimiento específico de los deportistas. Las bases para la valoración del

entrenamiento se relacionan directamente con la medición del lactato y la velocidad de nado; siendo esta última un índice que manifiesta el gasto energético del deportista permitiendo expresar la intensidad de entrenamiento en cada uno de los ritmos de trabajo. Esta relación se efectúa por la capacidad de rendimiento del deportista en términos de energía oxidativa y no oxidativa. (Vasile, 2014)

Es de vital importancia conocer el comportamiento y la concentración del ácido láctico en diferentes niveles de estrés físico, esto resulta relevante para el entrenamiento deportivo, en especial con atletas de alto rendimiento, ya que es el mejor indicador metabólico del esfuerzo (Leminszka, Dieck-Assad, Martinez, & Garza, 2010), que permite conocer la intensidad de trabajo para dosificar la carga de entrenamiento.

Teniendo claro la utilidad del lactato como un método de medición invasivo, el cual demanda de personal experimentado y debidamente capacitado para el manejo apropiado de equipos del laboratorio (Schabmueller et al., 2005); es importante la búsqueda de nuevas técnicas no invasivas que faciliten la valoración y el seguimiento continuo del proceso de entrenamiento haciendo énfasis en la adaptación fisiológica del deportista.

En la actualidad las ciencias biomédicas están desarrollando modelos y/o dispositivos de no invasivos, para la medición o predicción de la concentración del ácido láctico en diferentes niveles de intensidad del ejercicio (Leminszka et al., 2010), esto con el objeto facilitar la evaluación y causar la menor agresión posible al deportista

Es por esto que los deportistas de alto rendimiento emplean la medición de lactato en sangre, mediante el test estándar de lactato que evalúa la capacidad aeróbica y anaeróbica. Este método fue diseñado por el Dr. Jan Olbrecht, basado en proyectos del Dr. Alois Mader, Dicho test permite evaluar el potencial de rendimiento y optimiza la prescripción de entrenamiento de atletas. (Prieto, 2014)

Alba (2014) afirma: El test estándar de lactato es una de las pruebas utilizadas en la actualidad para el control fisiológico y bioquímico de los atletas de alto rendimiento. En el mismo se determinan la velocidad de desplazamiento correspondiente a una concentración de 4 mmol de lactato por litro de sangre ( $V_4$ ), como indicador del umbral láctico y la velocidad o ritmo máximo de producción de lactato ( $V_{LaMax}$ ), como indicador de la capacidad máxima de la glicólisis.

Con dicho test Olbrecht evaluó atletas que alcanzaron talla mundial, entre ellos P. Van Den Hoogenband (natación 200 m libres); K. Vliegheuis (natación 400 y 800 m. libres) y Luc Van Lierde (triatlón). (Olbrecht, 1992)

Karlsson y Jacobs analizaron los conceptos de umbral aeróbico y anaeróbico de los 4 mmol de lactato de Mader, “el umbral de lactato” se determina una alta confiabilidad en la evaluación del ejercicio debido a la estrecha relación encontrada entre el metabolismo muscular y la regulación de la circulación central y periférica.

Según Olbrecht (1992) los destinos del lactato en relación al Umbral son:

1. Por debajo del umbral de lactato, la relación entre el oxígeno consumido y actividad metabólica del musculo se encuentra próxima a una unidad, es decir, que el sistema circulatorio aporta el suficiente oxígeno a las mitocondrias de la fibra muscular y en consecuencia estas pueden oxidar el ácido pirúvico.
2. Dentro del umbral, se genera una gluconeogénesis gracias al ciclo de cori, este proceso se desarrolla en el hígado y los riñones.
3. Por encima del umbral de lactato, el sistema aeróbico no aporta el oxígeno suficiente al musculo, debido a esto el piruvato no puede oxidarse en la mitocondria, convirtiéndose en lactato para evitar que el potencial redox del citosol aumente, de esta manera aumenta el CO<sub>2</sub> y los H<sup>+</sup>.

Teniendo en cuenta lo anterior sobre la transformación del lactato esta prueba provee al entrenador información de cuatro variables.

- Capacidad aeróbica: - el punto máximo del suministro energético aeróbico
- Potencia aeróbica: - el alcance o capacidad en la cual el punto máximo del suministro energético aeróbico es aprovechado o explotado
- Capacidad anaerobia: - el punto máximo del suministro energético anaeróbico.
- Potencia anaerobia: -el alcance o capacidad en la cual el punto máximo del suministro energético anaeróbico es aprovechado o explotado (Berdeal, 2014)

Determinar los niveles de ácido láctico en sangre ha sido imprescindible para evaluar la intensidad del estímulo de entrenamiento, (Brooks, Fahey, White y Baldwin, 1999), generando mayor información sobre la intensidad del esfuerzo que está realizando el músculo que trabaja (Castro, 2003).

La intensidad de entrenamiento es expresada en términos de concentración de lactato sanguíneo. Cuando la intensidad del ejercicio es superior al 60% de la máxima potencia aeróbica la concentración de lactato aumenta por encima de sus valores de reposo aproximadamente 0,8- 2,0 mmol/l. Si el ejercicio no es muy intenso, la concentración de lactato sanguíneo tiende a lograr un estado estable a los pocos minutos de haber iniciado la actividad.

Si la intensidad del esfuerzo es tanta que la concentración de lactato aumenta de manera curvilínea y no alcanza un estado estable antes de que el sujeto llegue al agotamiento de entrenamiento determinada puede expresarse en términos de una concentración concreta de lactato sanguíneo, o en relación a las concentraciones de lactato de referencia (Hopkins 1991)

Otros estudios relacionan la intensidad del ejercicio con la producción de lactato, de la siguiente manera:

- Durante el ejercicio intenso y corto el músculo produce rápidamente lactato; en la recuperación hay una absorción de lactato desde la sangre ya sea por los músculos en reposo o por otros que trabajan a menor intensidad.

- Durante el ejercicio de moderada intensidad, las fibras musculares glucolíticas producen y liberan lactato. Este lactato toma dos caminos; el primero pasa a la circulación y el otro difunde a las fibras musculares oxidativas vecinas que lo oxidan.

- Durante el ejercicio de baja intensidad, los músculos que inicialmente liberan lactato, pueden reabsorberlo. Es aquí donde se evidencia que el intercambio de lactato es un proceso dinámico sin importar si el individuo está en reposo o se encuentra realizando ejercicio.

Adicional a esto Brooks habla que durante el ejercicio de moderada intensidad, el flujo del lactato en sangre excedía al flujo de glucosa, permitiendo observar la importancia del lactato como fuente de carbohidratos. Así mismo, Miller interpreta que el lactato compite con la glucosa como fuente de carbohidratos.

De esta manera, la reserva de glucosa en sangre es almacenada para el uso de otros tejidos y para pruebas de larga duración y mayor intensidad que se realicen posteriormente. Es aquí donde se define que la mayor parte del lactato tomado por los músculos es transformado por la vía oxidativa y se afirma que el lactato es un importante precursor gluconeogénico, tanto en intensidades bajas como moderadas, y es, posiblemente, el sustrato más importante de la gluconeogénesis.

En deportes cíclicos como la natación la velocidad de nado es otro indicador de la intensidad del ejercicio. La velocidad puede ser un índice que manifiesta el gasto energético del deportista en condiciones constantes. Por esta razón este método es utilizado continuamente para expresar la intensidad de entrenamiento en cada uno de los ritmos de trabajo correspondientes a concentraciones de lactato sanguíneo determinadas mediante pruebas de esfuerzo realizadas previamente en el laboratorio.

## 4.2 Áreas funcionales

El concepto de "área funcional" se comenzó a formar desde la década del 1960, en éstos años Toni Nett (alemán), Reindell y Gerschler; comenzaron a hablar de entrenamiento aeróbico y anaeróbico. Utilizaba la palabra aeróbico para referirse a todos aquellos entrenamientos que estaban dirigidos a adaptar los grandes sistemas (cardiovascular y respiratorio) y hablaba de anaeróbico para aquellos trabajos dirigidos a la musculatura y no a los grandes sistemas.

Hoy en día conocemos que no se da así y que ambos tipos de trabajo tienen conexión entre los sistemas y los músculos, dependiendo del nivel de intensidad del ejercicio. Más adelante se empezaron a dividir las áreas de trabajo tanto aeróbicas como anaeróbicas; Hollmann y Keul comenzaron a diferenciar los trabajos láctidos a los aláctidos en la parte anaeróbica y luego en 1976 Hollmann dividió el área aeróbica de la siguiente manera:

- Bajo nivel.
- Mediano nivel.
- Alto Nivel.

Esta división estaba basada en los diferentes sustratos utilizados dentro el área aeróbica para diferentes rangos de intensidad en el trabajo.

Con un trabajo parecido encontramos a Maglischo lo único que con otra manera de llamar a las distintas áreas aeróbicas, estas son:

- Área subaeróbica.
- Área supraaeróbica.
- Máximo consumo de oxígeno.

También dentro del área anaeróbica subdividió las áreas en:

- Tolerancia anaeróbica láctida.
- Capacidad aláctida.

(Maglischo, 1982).

### 4.2.1 Área Subaeróbica:

Las variaciones cardiopulmonares como producto de la carga de trabajo a nivel aeróbico constituyen los de mayor valor práctico y utilizable por parte del entrenador. Toma en cuenta tanto la frecuencia cardíaca como también la respiratoria (Mazza, 1995) en vías de ubicar los tres niveles de trabajo.

Dentro de los valores hemomusculares se aprecia la medición de lactato (Keul, 1972; Mader y col., 1976; Stegmann y col., 1981) especialmente a nivel sanguíneo lo cual marca de manera indirecta la real magnitud de trabajo desarrollado. Cargas

de trabajo con estas características permiten la realización de esfuerzos relativamente prolongados, con ciertas diferencias según se trate la técnica del entrenamiento

Representa el primer nivel de trabajo dentro de los mecanismos aeróbicos, algunas de las consecuencias fisiológicas inducidas por el entrenamiento dentro de esta área son:

Estos trabajos contribuyen a:

- Preservar las cargas de glucógeno permitiendo la supercompensación.(J. C.Mazza 1990).
- Lograr una mayor participación de los ácidos grasos en la degradación metabólica aeróbica.(J. C.Mazza 1990).
- El desarrollo de una mejor capacidad para transferir el lactato residual al torrente sanguíneo y así transportarlo a otros sitios metabólicos. (D. .Martín y P. Coe 1984).
- Mejorar la potencia oxidativa mitocondrial para oxidar el piruvato proveniente de la remoción. (D. .Martín y P. Coe 1984).

Los trabajos dirigidos a esta área, son utilizados para un mantenimiento de la capacidad aeróbica en deportistas bien entrenados o para un desarrollo de la capacidad aeróbica en atletas que recién se inician en el deporte.

La duración del trabajo (carga + recuperación) depende en cierta medida de la especialidad del deportista. Es obvio que el número de repeticiones varía teniendo en cuenta las posibilidades de los deportistas. Si se toma en consideración el máximo rendimiento de los atletas en cada una de estas distancias, entonces sacamos en conclusión que aplicando los porcentajes a deportistas muy veloces ello posibilita efectuar mayor número de repeticiones para la misma magnitud de tiempo.

El tiempo de trabajo para esta área va de los 40 a los 90 minutos de ejercicio, la concentración de lactato se encuentra entre los 2 y 4 mmol/l y las pulsaciones en un rango del 45 al 60 % de la frecuencia cardíaca máxima (en adelante FCM). (Maglischo, 1982).

Con magnitudes de trabajo que oscilan entre los márgenes de 30 y 45 min. Existen excelentes posibilidades para la utilización de los ácidos grasos libres y a la larga el consumo del tejido graso subcutáneo, estableciéndose una excelente relación entre la magnitud de este tejido con respecto a la masa muscular magra, y con la utilización relativamente baja de los reservorios de glucógeno. Sin embargo aún dentro del área de trabajo Subaeróbica conviene efectuar subdivisiones y teniendo en cuenta que se pueden obtener específicas variaciones funcionales, las cuales son muy importantes de acuerdo a los niveles de trabajo dentro de esta amplia zona de trabajo (Roces, 1993; Molnár, 1993).

#### 4.2.2 Área supraaeróbica:

Dentro de esta área de trabajo existe un incremento de la demanda energética en la unidad de tiempo. Ello se evidencia a través de distintas manifestaciones funcionales, las cuales son de gran utilidad para el entrenador. Con entrenamientos que presentan estas variantes en relación al reposo se reduce la duración de los entrenamientos en relación al área anteriormente descrita.

Constituye un segundo nivel en los trabajos de predominio aeróbico, es el área funcional que más desarrolla la eficiencia aeróbica, algunos de los efectos producidos por el entrenamiento a este nivel son:

- Aumenta la capacidad del mecanismo de producción-remoción de lactato intra y pos esfuerzo (J.C. Mazza 1990).
- Aumenta la capacidad mitocondrial de metabolizar moléculas de ácido pirúvico, evitando así la lactacidemia elevada (J. C.Mazza 1990).
- Permite disponer de una mayor base para la preparación de la resistencia especial, sobre la cual se podrá construir más tarde un elemento esencial, la velocidad pura sostenida. (D. .Martín y P. Coe 1984).

Así entonces en la realización de trabajos de velocidad prolongada entre 30 y 40 min. En el caso del entrenamiento fraccionado entre 25 y 35 min. para los deportistas de larga distancia y entre 20 y 30 min. para los velocistas. Es evidente entonces que las modificaciones funcionales serán más intensas en algunos casos en relación a los trabajos del área subaeróbica, pero en otros aspectos ya serán inclusive diferentes. Los mismos los podremos apreciar de la siguiente forma:

Aumento en la capacidad de producción - remoción de lactato (lactate turnover) intra y postesfuerzo. Incremento en la velocidad de metabolización del piruvato. Desplazamiento del umbral anaeróbica de lactato, estableciendo las bases para el aumento del máximo consumo de oxígeno. Aumento de la eficiencia metabólica glucolítica. Se entrena en forma prevalente la oxidación de los hidratos de carbono, con elevada capacidad de remoción de lactato durante las pausas del entrenamiento fraccionado. (autores varios, resumido por Molnár, 1993)

En trabajos de duración o continuos se llega a unos 45-50 minutos en corredores fondistas y de 30-40 minutos para deportistas de otra especialidad. Los niveles de lactato van de los 4 a 6 mmol/l y si utilizamos como variable de control a la frecuencia cardíaca, esta oscila entre el 65-75% de la FCM. El volumen total del entrenamiento anual en esta área es de aproximadamente 18-20%. (Maglischo, 1982).

Se entrena en forma prevalente la oxidación de los hidratos de carbono, con elevada capacidad de remoción de lactato durante las pausas del entrenamiento fraccionado. (autores varios, resumido por Molnár, 1993)

El área de entrenamiento Superaeróbico constituye el pasaje entre las exigencias Subaeróbicas y el Máximo Consumo de Oxígeno. Por este motivo entonces se le debe de utilizar de manera sistemática dentro del plan de entrenamiento tanto en deportes cíclicos como en los acíclicos o de conjunto.

#### **4.2.3 Área del Máximo Consumo de Oxígeno**

El área del Máximo Consumo de Oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.) impone elevadas exigencias a nivel oxidativo e inclusive la demanda de trabajo llega a magnitudes las cuales cruzan la zona del umbral anaeróbico. Los investigadores manifiestan al respecto que la zona del Máximo Consumo se sitúa ya a partir del 90% de las máximas posibilidades (Hollmann, 1976, 1980, 1990).

Sintéticamente los beneficios que otorga el desarrollo de esta área son:

- Aumento de la potencia aeróbica que eleva la velocidad mitocondrial para oxidar moléculas de ácido pirúvico, incrementando la velocidad de las reacciones químicas del ciclo de Krebs y cadenas respiratorias (J. C.Mazza 1990).
- Un incremento en las enzimas oxidativas glucolíticas en los músculos que trabajan. (Martín y P. Coe 1984).
- Aumenta la potencia de Redox NAD/NAD H<sup>+</sup> (J. C.Mazza 1990).

Así entonces los esfuerzos continuos se pueden desplegar hasta unos 20 a 30 min., mientras que en el entrenamiento fraccionado se recomienda entre 15 a 20 min. Este abanico de esfuerzos se justifican por el hecho de que una carga de trabajo al Máximo Consumo de Oxígeno no necesariamente está situada en el 100% del consumo de dicho gas. Los investigadores manifiestan al respecto que la zona del Máximo Consumo se sitúa ya a partir del 90% de las máximas posibilidades (Hollmann, 1976, 1980, 1990).

Una carga desplegada en el límite máximo del consumo de este gas se le puede desplegar solamente hasta unos 6 - 7 minutos de esfuerzo continuo. Un análisis de las características del entrenamiento situadas en dicha zona nos muestra los siguientes aspectos:

- Incremento en la potencia aeróbica, con aumento de la velocidad mitocondrial para oxidar las moléculas de piruvato. Se incrementa el consumo máximo de oxígeno tanto a nivel relativo como absoluto.
- Aumenta el potencial redox NAD/ NADH<sup>+</sup> hasta las máximas posibilidades, con gran capacidad para captar el H<sup>+</sup> a nivel mitocondrial en relación a su oxidación a nivel del ácido pirúvico.



- Se incrementa la velocidad de las reacciones oxidativas a nivel enzimático: malato deshidrogenasa, suscinato deshidrogenasa, citocromo oxidasa, etc.
- El incremento del potencial se produce tanto a nivel del ciclo de Krebs como en la cadena respiratoria. Aumenta la eficiencia del sistema de transporte y difusión del oxígeno con modificaciones centrales y periféricas.
- La combustión aeróbica de la glucosa se lleva a la máxima capacidad, mientras que la oxidación de los A.G.L. se reduce al mínimo. (autores varios, resumido por Molnár, 1993; Hegedüs, 1996)

#### **4.2.4 Tolerancia anaeróbica lactácida.**

En esta área se busca lograr llevar los niveles de lactato al máximo posible, estos llegan hasta los 24 mmol/l y la intensidad de los trabajos es de 95-98% dependiendo de la duración y el volumen de las series y repeticiones. El volumen total de trabajo en el año no supera el 1-2% y la recuperación entre sesión y sesión no puede ser menor a 72 horas. (Maglischo, 1982)

Cuando se busca desarrollar la mayor cantidad de concentración de lactato se está trabajando en lo que llamamos potencia anaeróbica, los niveles de lactato también llegan a 24mmol/l, este tipo de trabajo se busca para lograr simular situaciones similares a las de la competencia. (Maglischo, 1982)

Estos trabajos contribuyen a:

- Desarrollar progresivamente la aptitud de trabajo con niveles de lactato elevado.
- Aumentar la capacidad para tolerar contracciones coordinativas de fibras musculares F.T. ante lactatos elevados (J. C.Mazza 1990).
- Aumentar la capacidad Buffer (> bicarbonato) (J. C.Mazza 1990).

#### **4.2.5 Capacidad alactácida**

Esta área es específica de los velocistas, y depende fundamentalmente del creatin-fosfato como combustible energético, por tanto la duración de los trabajos en este nivel van de 8 a 12 segundos y para algunos autores (Platonov) puede ir hasta los 25-30 segundos en pruebas cíclicas como el caso de los 100 y 200 mts en el atletismo.

El objetivo fundamental de estos trabajos es:

- Incremento de la velocidad glucolítica anaeróbica (J. C.Mazza 1990).

- Elevada activación del sistema nervioso central (M. Garcia Verdugo y Xavier Leibar 1997).
- Ampliación de la capacidad de rendimiento funcional máximo (M. Garcia Verdugo y Xavier Leibar 1997).

La clave del rendimiento deportivo pasa por la planificación de las cargas del entrenamiento, que consiste en la búsqueda de alternativas que permitan concretar metodológicamente la aplicación de contenidos de entrenamiento precisos, utilizando las cargas adecuadas con un orden secuencial sistemático, para poder alcanzar un objetivo competitivo planteado en el momento oportuno.

#### **4.2.5 Entrenamiento por zonas**

“La resistencia física viene determinada por la potencia y la capacidad de las fuentes de energía para mantener dicha potencia” (Zhelyazkov, 2001). Cargas poco exigentes o de magnitud que sobrepase el límite de la tolerancia, con verdadera agresión orgánica, pueden resultar inútiles cuando no perjudiciales con vistas a la obtención de adaptaciones positivas.

Así pues, se entiende como entrenamiento por zonas o áreas funcionales a la aplicación de cargas de trabajo que provocan modificaciones específicas. La experiencia permite dividir las zonas de entrenamiento según las capacidades biomotoras y definir, de forma más precisa, las variables de las tareas (Raczek, 1990). La estructura de un modelo basado en zonas de potencia puede estar formada por los objetivos funcionales de la magnitud de las cargas y sus respuestas fisiológicas dentro de cada una de esas zonas.

En realidad el concepto del área funcional no es nuevo y ha venido evolucionando. Basándose en este concepto, la literatura, contempla la posibilidad de entrenar utilizando estas metodologías: (Hirvonen, 1991), (Hegedüs, 1996), (García-Verdugo y Leibar, 1997), (Martin y Coe, 1998), (Bompa, 2003), (García-Verdugo y Landa, 2005), (García-Verdugo, 2007), (Navarro y García-Verdugo, 2010), etc., son algunos ejemplos de los muchos que se pueden encontrar en la actualidad.

- **Área regenerativa Z1 (Umbral Aeróbico).**

Entrenar en esta zona tiene por objetivo principal la recuperación posterior a las competiciones, las sesiones de entrenamientos o los trotes entre series. También se puede utilizar para el calentamiento o para enfriamiento, para un trote el día posterior a una competición, un entrenamiento exigente o para los primeros minutos al iniciar un trote largo o cuando se retorna al entrenamiento luego de una lesión.

Constituye un área de gran importancia en lo que a procesos de recuperación se refiere ya que tiene efectos sobre la activación aeróbica, la capilarización, la estimulación cardiovascular y respiratoria, la oxidación de

grasas, sobre la remoción y oxidación del lactato residual. Aproximadamente se ubica a menos del 85 % del paso en el cual se encuentra el umbral anaeróbico si se entrena en base a este criterio.

- **Área subaeróbica:**

En estas zonas o áreas funcionales se aumenta la capacidad aeróbica, la oxidación de ácidos grasos y se aprecia un aumento del número y tamaño de las mitocondrias con una mejora en el umbral anaeróbico entre otros beneficios. El tiempo de trabajo para esta área puede ir desde los 30 minutos hasta las 3 horas de carrera según sean los objetivos a alcanzar.

Estas áreas son sin duda las más empleadas en cualquier tipo de entrenamiento y puede representar alrededor de un 70% del volumen total de entrenamiento en el macrociclo, estando supeditado al porcentaje del VO<sub>2</sub> o de la frecuencia cardiaca a la que se entrena la diferencia y efectos fisiológicos producidos entre una y otra zona. Se encuentran aproximadamente entre el 86 al 99 % del paso del umbral anaeróbico.

- **Consumo máximo de oxígeno:**

Correr a estos ritmos de entrenamiento permite llegar a los mayores niveles de la combustión oxidativa por lo que las cargas de trabajo no se pueden sostener durante períodos muy prolongados. Las carreras continuas se pueden mantener hasta unos 20 a 30 minutos por lo que se podría considerar que una carrera de 10 km al paso más fuerte que se pueda sostener es lo más cercano a un trabajo de este tipo.

Un entrenamiento realizado en su nivel máximo de consumo de oxígeno se puede sostener hasta unos 5 a 7 minutos de esfuerzo continuo por lo que se hace muy difícil sostener por mucho tiempo un paso a ese nivel siendo recomendable realizar entrenamientos fraccionados con una buena recuperación para poder mejorar el nivel de VO<sub>2</sub> max. A través de este tipo de entrenamiento se producen incremento en la potencia aeróbica, aumenta la eficiencia del sistema de transporte y difusión del oxígeno con modificaciones centrales y periféricas. La combustión aeróbica de la glucosa se lleva a la máxima capacidad, mientras que la oxidación de los A.G.L. se reduce al mínimo. Los porcentajes del ritmo de umbral anaeróbico para este tipo de entrenamiento se sitúan aproximadamente entre el 103 y 106 del umbral anaeróbico.

- **Tolerancia anaeróbica láctica**

Para entrenar a estos ritmos de carrera se requiere que la energía para realizar esos trabajos se obtengan por encima de la máxima capacidad oxidativa con un gran aporte energético proveniente de la glucólisis anaeróbica.

Básicamente es de gran importancia para corredores de medio fondo pero aun así no deja de ser utilizado en la preparación de corredores de distancia, ya que entrenar a esos altos rangos de intensidad proporcionan una mejora en el VO2 max y potencia aeróbica a la vez de permitir el reclutamiento de fibras altamente especializadas para resolver carreras en las fases finales de la competición. Su porcentaje con relación al umbral anaeróbico sobrepasa el 105% de este.

- **Capacidad aláctica**

Esta zona de entrenamiento se puede decir que está destinada a velocistas ya que los ritmos de carrera son tan elevados que no proporcionan gran ayuda para fondistas, esto debido a que los sustratos energéticos utilizados están relacionados con la eficiencia del mecanismo del ATP y su utilización en las carreras de fondo por lo que son esfuerzos típicos de velocistas. Se observa un incremento en la velocidad de la glucólisis y no se utilizan las grasas como sustrato energético. Se porcentaje para entrenar en esta área puede llegar más allá del 110 % de paso umbral.

(Autores varios, resumido por Molnár, 1993)

Estas constataciones a nivel biofuncional determinan paralelamente un enfoque práctico acorde a dichas características. Es importante el considerar la disciplina del entrenamiento dentro de las distintas áreas aeróbicas. En este caso específico entendemos el sujetarse en forma ordenada dentro del área funcional del trabajo programado.

El entrenando tiene que entender que es lo que está haciendo, cuáles son los objetivos del entrenamiento aeróbico y la utilidad que proviene del mismo. Esto hay que enfatizarlo desde el momento en que se considera en forma habitual como "calidad de entrenamiento" solamente aquellos trabajos que son intensos. Esto constituye un grave error cuando se está en la búsqueda de determinados objetivos funcionales, los cuales no se obtienen con las cargas de entrenamiento de alta intensidad.

Un entrenamiento situado dentro del área Subaeróbica no produce una sensación psicofuncional muy estresante, lo cual lleva a veces al deportista a pensar que el entrenamiento es "insuficiente". Por esta causa incrementa la intensidad de la carga y pasa a entrenar un objetivo distinto al programado.

La persistente consideración de los objetivos del entrenamiento por parte del entrenador con sus dirigidos puede poner remedio a estos problemas.

### **4.3 Deporte paralímpico**

Los Juegos Paralímpicos, se celebraron por primera vez en Roma, Italia, en el año 1960 contando con la participación de 400 atletas de 23 países, de la misma forma en 1976 se celebraron los primeros Juegos Paralímpicos de Invierno en Suecia y, del mismo modo que con los juegos de verano, se han llevado a cabo cada cuatro años.

Desde los Juegos Olímpicos de Seúl, Corea, en 1988 y los Juegos de Invierno de Albertville, Francia, en 1992, los Juegos Paralímpicos se han realizado en las mismas ciudades y lugares de los Juegos Olímpicos debido a un acuerdo entre el Comité Paralímpico Internacional (IPC) y el Comité Olímpico Internacional (COI). (Torralba, 2012)

Con relación a lo anterior e deporte paralímpico, poco a poco ha logrado un grado de crecimiento importante consiguiendo una gran posición y estructura, iniciando como un medio de rehabilitación ubicándose en el alto rendimiento.

Su historia nace desde después de la segunda guerra mundial, al surgir dos problemas principales en el continente europeo, uno de ellos la destrucción de ciudades y el otro la inclusión social de personas con alguna discapacidad estos como consecuencia de la guerra. El segundo problema encontró una rápida y posible solución en la práctica de un deporte o actividad física que les ayudara y facilitara su recuperación. (Carmen America Galindo de Duran, 2017)

Guttmann en 1948, fue pionero en observar que el deporte para personas “minusválidas” era una solución para reinsertarlos en la sociedad manifestando que “Es fundamental que los minusválidos se suban al tren de la historia que es el deporte, el fenómeno social más importante para conseguir la integración y normalización”.

Así pues, surgió un movimiento en Stoke Mandeville iniciando con tiro con arco, baloncesto y atletismo en silla de ruedas, con la creación de este movimiento se logra la realización de los I Juegos Internacionales de Stoke Mandeville en Roma, coincidiendo con los Juegos Olímpicos.

En el año 1989 se organiza el Comité Paralímpico Internacional (IPC), máximo mando en la organización de los Juegos sin fines de lucro, con sede principal en Bonn, Alemania, teniendo como objetivo principal desarrollar oportunidades deportivas para todas las personas desde el nivel principiante hasta el nivel elite.

Desde 1988, con los Juegos de verano en Seul, Corea del Sur se realizan inmediatamente después los Juegos Paralímpicos son el fin de hacer una sociedad más inclusiva y demostrar que el atleta con alguna discapacidad puede llegar a sus límites por medio del deporte.

Con lo anterior conviene resaltar que al convertirse el deporte adaptado en competitivo, surgen desventajas respecto a la competencia; con el paso del tiempo se ha homologado la edad, el sexo, el peso entre otras variables que resultan escasas, obligando a clasificar cada una de las discapacidades de acuerdo a la patología, tipo de prueba y deporte.

Buscando disminuir el impacto y aumentar la igualdad de condiciones de condiciones según el grado de discapacidad; clasificándolos en 4 grandes grupos: ciegos o discapacidad visual, discapacidad intelectual, minusválidos físicos y parálisis cerebral.

EL Comité Paralímpico Internacional, reconoce dos grandes eventos Las Olimpiadas Especiales y las Sordo Olimpiadas;

Teniendo en cuenta lo anterior se puede observar que el deporte adaptado y paralímpico surge como una necesidad de inclusión en la sociedad a principales víctimas de la guerra y sin ir muy lejos hoy en día se sigue presentando dicha necesidad por personas que irónicamente la gran mayoría de veces están poniendo su vida en riesgo por salvar la vida de otras personas.

Según la Unión Europea la inclusión, social es un proceso en el cual se asegura que las personas que se encuentran en estado de pobreza y exclusión social, aumenten las posibilidades de participar de forma activa en la sociedad respecto a la parte económica, cultural, pudiendo disfrutar de calidad de vida y bienestar, condiciones las cuales se consideran normales de acuerdo a la sociedad en la que viven. (Reina, 2014).

Rouse define la inclusión como un espacio en el que las personas con “discapacidad” comparten actividades, materiales, entre otros, con personas “convencionales”, convirtiendo la actividad física como un medio que asegura la igualdad de oportunidades.

El Artículo 31 de la Convención de la Organización de Naciones Unidas sobre los derechos de las personas con discapacidad, establece que los adultos y niños con discapacidad deben tener un acceso a actividades de ocio, recreación y deporte, tanto en entornos inclusivos como específicos.

Sumado a esto, el deporte es uno de los ámbitos en los que se desarrolla un mayor fenómeno social, es así, que el deporte paralímpico poco a poco ha ido teniendo un gran avance, iniciando como medio de rehabilitación hasta llegar a un nivel de alto

rendimiento, estando a la par de los deportes convencionales y reflejándose en la organización de los juegos paralímpicos. (Ruiz, 2012).

El Dr. Guttmann, define el movimiento paralímpico como la conjugación del espectáculo deportivo con la difusión de las capacidades de los deportistas discapacitados. (Torralba, 2012).

Según Zucchi, los objetivos principales del deporte adaptado, son promover la auto-superación, mejorar la autoconfianza, disponer sanamente del tiempo libre y el ocio, establecer el deporte como medio de integración, mejorar las funciones motoras, entre otras. (Carmen America Galindo de Duran, 2017).

Ahora bien, ¿cómo es posible que una sociedad que avanza a pasos agigantados, se hable todavía de la inclusión como herramienta para deporte paralímpico, suponiéndose que no son ellos los que se deben adaptar a dicha sociedad, sino nosotros y la ciudad a adaptarse a ellos?

La respuesta surge hacia la falta de conocimiento que tiene la sociedad respecto a la discapacidad, influyendo de forma directa en actitudes que tomamos desde niños, basándonos en lo que la cultura nos muestra en relación al tema. Dichas enseñanzas dan como resultado, actitudes negativas, conllevando a la exclusión de actividades que se presentan día a día.

Dicho desconocimiento genera prejuicios, malos entendidos, discriminación, convirtiéndose en algo habitual y general en nuestra sociedad, sin tener un resultado positivo frente a campañas o actividades de capacitación, pero aún más importante sensibilización sobre la discapacidad.

Basándonos en lo anterior es importante aclarar términos con los cuales nuestra sociedad ha intentado solucionar cada una de las problemáticas; según la RAE la integración es la “acción y efecto de integrar o integrarse”, lo que en nuestra sociedad resulta, reunir toda la población con alguna discapacidad y querer hacerla parte de nuestra sociedad, creando lugares especiales donde se les “facilite” la vida en sociedad, como los son parqueaderos más cercanos, baños especiales, entre otros, significando que en lugares alejados de las grandes ciudades no podrán tener libre acceso, porque resulta más dispendioso que nosotros nos adaptemos a ellos a que ellos se adapten a nosotros.

En cuanto a la inclusión, la RAE la define como la “acción y efecto de incluir”; lo que quiere decir que ya no debería existir un grupo de personas con alguna discapacidad dentro de un grupo más grande de personas convencionales, sino un solo grupo en el que se tenga en cuenta que no todos somos iguales pero si todos podríamos estar en las mismas condiciones refiriéndonos al desplazamiento de un lugar a otro, el acceso a diferentes lugares, como colegios, bancos, centros comerciales, lugares de interés general, entre otros.

Es válido aclarar que existe un cambio positivo frente al manejo de situaciones en pro de llegar a la igualdad de oportunidades tanto de personas con alguna discapacidad como convencionales, pero aún hace falta capacitar a la población en general y no solo a los que están en contacto directo con la población en condición de discapacidad.

Según el International Paralympic Committee (IPC) define paralímpico, como una palabra que “deriva de la preposición griega "para" (al lado o al lado) y la palabra "Olímpico". Los juegos paralímpicos reciben ese nombre al ser paralelos a los Juegos Olímpicos e ilustra cómo existen los dos movimientos de lado a lado. (Official website of the Paralympic, 2018)

Además de celebrarse días después de culminar los juegos olímpicos, el paralimpismo se caracteriza por tener reglas estandarizadas, a comparación del deporte adaptado estas reglas pueden modificarse para la participación de cualquier limitación, en los juegos paralímpicos los atletas deben pasar por valoraciones rigurosas que identifiquen la patología elegible para poder participar en determinada categoría estandarizada por su funcionalidad (Proceso de Clasificación).

La para natación, determina los criterios de clasificación en los procesos de evaluación que tenga cada deportista y como tal la elegibilidad para competir. Estos criterios tienen como objetivo dividir las disciplinas deportivas en las que se encuentra asociado el grado de discapacidad, la cual puede ser visual, física o cognitiva.

El sistema hace una explicación por cada clase deportiva. En para natación se denominan unos prefijos los cuales divide los estilos (pecho, braza, espalda, mariposa y mixto), estos ayudan a distinguir las clases específicas en la competición.

#### **4.4 Clasificación para natación**

La clasificación deportiva está descrita por una letra o dos según el nado; la letra S indica la clase para las pruebas de estilo libre, espalda y mariposa, las letras SB indican la clase para los eventos estilo pecho y las letras SM indican la clase para eventos mixtos

S1 a S10: Los nadadores con discapacidad física son evaluados en distintos aspectos tales como fuerza muscular, coordinación de movimiento, rango de movimiento articular y/o largo de extremidades. Mientras más alto es el número de la clasificación, menor es la discapacidad.

S11 a S13: Los nadadores con discapacidad visual son clasificados en estas 3 clases en relación al grado de severidad de la ceguera. S11 es para los deportistas con ceguera completa y la S13 para los nadadores con ceguera parcial.



S14: Es la clase única para nadadores con discapacidad intelectual. (Comite paralímpico de Chile, 2018)

El origen de la natación como deporte se remonta al Antiguo Egipto y a la Grecia Clásica, y ahora es una de las disciplinas más fuertes y populares en todo el mundo.

En la natación paralímpica se practican cuatro estilos: libre, braza, espalda y mariposa. Además, los cuatro se combinan en la prueba de estilos, ya sea individual o de relevos. Todas las carreras se disputan en piscina de 50 metros y los deportistas pueden salir desde tres posiciones: de pie sobre el poyete, sentados en el poyete o directamente desde dentro del agua.

Los hombres y las mujeres compiten por separado. Las pruebas son de 50 a 400 metros Libre y de 50 a 100 metros Mariposa. Las pruebas Medley son de 150 y 200 metros. En las competencias con relevo, los equipos se eligen por mejores marcas y también por una limitación en los puntos, preestablecidos en la fase de clasificación. La excepción es el S14 (atletas con discapacidad intelectual).

Algunos nadadores pueden empezar con una inmersión desde la plataforma de salida o en el agua, dependiendo de su condición. Esto se decide cuando se clasifica al atleta. En algunos casos, su entrenador o un voluntario pueden ayudar en las etapas de salida.

Las adaptaciones para la discapacidad visual están orientadas a garantizar la integridad y seguridad de los nadadores. En el tiempo de giro y/o llegada, recibirán un aviso por un palo con una punta de espuma. Quien brinda esta indicación debe entrenar con el atleta para sincronizar esta acción.

Además, se utilizan gafas opacas para que todos puedan competir en igualdad de condiciones, más allá de sus distintos grados de visión.

La disciplina figura desde los primeros Juegos Paralímpicos (Roma, 1960), cuando fue sólo para deportistas con lesiones en la médula espinal. En Heidelberg 1972 se sumó a los nadadores con discapacidad visual. Sólo se permite el uso del cuerpo: están prohibidas las prótesis o aparatos ortopédicos.

Los entes reguladores son el Comité Paralímpico Internacional (IPC) y la Federación Internacional de Natación (FINA).

De acuerdo a la Comisión Nacional de Cultura Física y Deporte, en este deporte, los nadadores se clasifican en función de cómo afecta su discapacidad a la hora de practicar cada estilo. Las clases S1 a S10 engloban a aquéllos que tienen discapacidad física o parálisis cerebral, siendo los de la S1 los más afectados y los de la S10 los más leves. Además, la clase S11 se reserva para los nadadores ciegos, la S12 y S13 para deficientes visuales y la S14 para discapacitados intelectuales.

La modalidad engloba desde los nadadores con severa discapacidad (S1, SB1, SM1) a aquellos con una discapacidad mínima (S10, SM9, SM10). En cada clase algunos nadadores pueden empezar con una inmersión o en el agua dependiendo de su condición. Esto se decide cuando se clasifica al atleta.

A continuación, se dan a conocer las clases funcionales de natación.

S1, SB1, SM1 Nadadores que tienen severos problemas de coordinación en los cuatro miembros o no tienen uso de sus piernas, tronco, manos y uso mínimo de sus hombros.

S2, SB1, SM2 Discapacidades similares a la clase S1 pero estos atletas tendrían mayor propulsión usando sus brazos y piernas.

S3, SB2, SM3 Nadadores con brazada razonable pero sin uso de sus piernas o tronco. Severa pérdida de los cuatro miembros. Los atletas de esta clase tendrían una capacidad mayor en comparación con S2.

S4, SB3, SM4 Nadadores que usan sus brazos y tienen una debilidad mínima en sus manos pero no tienen uso de su tronco o piernas. Nadadores con problemas de coordinación que afectan a todos los miembros pero predominantemente las piernas. También para severa pérdida de tres miembros. Mayor capacidad con respecto a S3.

S5, SB4, SM5 Nadadores con total uso de sus brazos y manos pero sin músculos en tronco y piernas. Nadadores con problemas de coordinación.

S6, SB5, SM6 Nadadores con total uso de brazos y piernas, algo de control de tronco pero músculos de las piernas inservibles. Nadadores con problemas de coordinación aunque generalmente estos atletas pueden caminar. También para enanos y nadadores con importante pérdida en dos miembros.

S7, SB6, SM7 Nadadores con total uso de brazos y tronco con alguna función de piernas. Nadadores con coordinación o debilidad en el mismo lado del cuerpo. Pérdida de dos miembros.

S8, SB7, SM8 Nadadores con total uso de brazos y tronco, con alguna función de piernas. Nadadores que sólo usan un brazo o con cierta pérdida de miembro.

S9, SB8, SM9 Nadadores con severa debilidad en una sola pierna. O nadadores con problemas de coordinación muy leves o con pérdida de un miembro. Generalmente estos nadadores empiezan fuera del agua.

S10, SB99, SM10 Nadadores con una mínima debilidad que afecta a las piernas. Nadadores con restricción en el movimiento de articulación de la cadera. Nadadores con alguna deformidad en sus pies o mínima pérdida de parte de un miembro. Esta clase tienen la mayor capacidad física.

S11, SB11, SM11 Estos nadadores con incapaces de ver y están considerados ciegos totales. En esta clase deben llevar gafas opacas y necesitan a alguien que les dé un golpecito cuando estén cerca del muro. Atletas B1.

S12, SB12, SM12 Estos nadadores pueden reconocer formas y tienen cierta capacidad de visión. La capacidad de visión varía mucho en esta clase. Atletas B2.

S13, SB13, SM13 Son los nadadores que tienen mejor visión, pero que legalmente se considera que tienen un problema de deficiencia visual. Atletas B3.

#### **4.4.1 Amputaciones**

Una amputación puede considerarse como: Un estado adquirido cuyo resultado es la pérdida de una extremidad y cuya causa suele ser una enfermedad o una lesión. Este estado determina una discapacidad permanente que afecta la movilidad, autonomía e imagen corporal que el paciente tiene de sí mismo, con las consiguientes secuelas psicológicas que ello puede significar. (Carreño, 2008)

Para la actividad deportiva de esta discapacidad, es común que los deportistas utilicen prótesis y demás elemento que permitan desempeñarse de la mejor manera en la disciplina la cual pueda ser apto, teniendo en cuenta que esta patología elegible se podrá clasificar por diferentes modalidades de para-atletismo en pista y campo respectivamente 50 metros libre.

La natación adaptada para las personas con discapacidad comenzó a practicarse en juegos de Stoke Mandaville de 1953 tres años más tarde se incluyó en los juegos olímpicos de roma 1960 siendo tres nadadores argentinos en 50 metros estilo libre en ganar una medalla de oro.

En estos juegos olímpicos se usó la clasificación con 1 a 5 grados siendo 5 grados la mayor discapacidad, pero si se trataba de nadadores con discapacidad completa se distribuían hasta 10 clasificaciones.

En los juegos paralímpicos de Nueva York y Stoke Mandeville 1984 la natación, limitada hasta al momento para nadadores paralíticos y amputados. Incluyo nadadores ciegos y con parálisis cerebral.

## **DISEÑO METODOLÓGICO**

La metodología de esta investigación es un análisis longitudinal por secuencia temporal. Este tipo de diseño de investigación radica en la evaluación a las mismas personas por un período extendido de tiempo (Myers 2006).

Para la correcta utilización del análisis longitudinal es necesario involucrar más de dos medidas, para que así se realice el seguimiento, dichas mediciones se deben realizar al inicio y al final (Goldstein, 1979). En esta investigación se van a desarrollar dichas mediciones al inicio y al final del entrenamiento. Cabe resaltar que sin importar que los deportistas ya hayan cumplido la mayoría de edad, es necesario firmar un consentimiento informado en el que se hagan responsables de los posibles riesgos que conlleve las mediciones de este test y se les solicita no realizar actividades que requieran de grandes esfuerzos antes de cumplir con el entrenamiento para que los resultados no se vean afectados.

En caso tal que hayan realizado actividad física horas antes del test abstenerse de realizarlo e informar a la persona encargada de la prueba técnica.

### **MATERIALES TEST STANDARD DE LACTATO**

#### **Maquina analizadora Accutrend Plus.**

El sistema Accutrend® Plus es el equipamiento adecuado para el rastreo, diagnóstico y monitoreo terapéutico de trastornos metabólicos y factores de riesgo cardiovascular en el consultorio o en la farmacia.

“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. Este instrumento es apropiado para el uso profesional y para la medición por el propio sujeto” Accutrend Plus, Manual del operador (USA, 2007)

Con el Accutrend® Plus es posible:

- Identificar factores de riesgo cardiovascular
- Monitorear las medidas no farmacológicas
- Monitorear un tratamiento

Accutrend® Plus es el sucesor de Accutrend® GC/GCT, AccuChek Instant Plus y Accutrend® Lactato en un único aparato, que reúne la experiencia comprobada de los sistemas Accutrend® con innovaciones de la interface con el usuario, visor e íconos mayores, haciendo que su utilización sea más intuitiva.

El aparato de medición Accutrend® Plus mide la intensidad del color producido en la capa reactiva de la tira reactiva, a través de fotometría de reflectancia, y calcula

la concentración de cada parámetro en la muestra a través de un algoritmo específico de lote. El resultado presentado se describe en unidades de mg/dL o mmol/L y se almacena automáticamente en la memoria con fecha y hora.

Permite la medición rápida de los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos en menos de 3 minutos:

- Glucosa: 12 segundos
- Colesterol: 180 segundos
- Triglicéridos: < 174 segundos
- Lactato: 60 segundos

### **Análisis de muestras de lactato**

Para el funcionamiento del analizador Accutred Plus es necesario iniciar el funcionamiento mediante una tira de codificación que viene en el tubo de tiras reactivas la cual identifica el lote a utilizar.

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 retro iluminada 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 y en ese momento la maquina le da una señal para abrir la tapa y que se deposite la muestra sanguínea.

A continuación, se aplica 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 (en este caso lactato) experimenta una reacción enzimática y se forma un colorante. La cantidad de colorante formado aumenta con la concentración de la sustancia (lactato) que se desea determinar.

Después de cierto tiempo (un minuto), se mide la intensidad del color retro iluminando 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 resulta a partir de la intensidad de señal de la luz reflejada, 76 teniendo en cuenta también el valor del blanco previamente medido y la lectura de la información específica de la tira de codificación del lote.

## **Tiras reactivas BM-Lactate**

Las tiras permiten determinar de manera cuantitativa del lactato en sangre debe ser utilizada exclusivamente con Accutrend Lactate, Accusport o Accutrend Plus.

Cada tira reactiva 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.

La sangre capilar aplicada se filtra a través de la malla protectora amarilla hasta la red de fibra de vidrio; los eritrocitos quedan retenidos y solo alcanza la película indicadora el plasma sanguíneo. El lactato se determina mediante fotometría de reflectancia a una longitud de onda de 657 nm en una reacción colorimétrica con el mediador lactato-oxidasa, a continuación se detalla el funcionamiento:

1. Mecánica de encendido del Accutrend Plus.
2. Colocación de cinta de codificación.
3. Colocación de cinta reactiva BM – Lactate.
4. Pinchazo con las agujas quirúrgicas en el pulpejo del dedo.
5. Colocación de la muestra sanguínea en la cinta reactiva.
6. Resultados en 1 minuto.  
Accutrend Plus, Manual del operador (USA, 2007)

## **Test estándar de lactato**

Es una prueba utilizada actualmente para el control fisiológico y bioquímico de atletas de alto rendimiento. En el mismo se determinan la velocidad de desplazamiento correspondiente a una concentración de 4 mmol de lactato por litro de sangre ( $V_4$ ), como indicador del umbral láctico y la velocidad o ritmo máximo de producción de lactato ( $V_{LaMax}$ ), como indicador de la capacidad máxima de la glicolisis.

## **Población**

La población a evaluar son nadadores bogotanos paralímpicos, cuyas edades oscilan de 18 años en adelante. Principalmente se van a evaluar deportistas clasificados S1 – S10 de acuerdo a su discapacidad y el estilo que mejor manejan en este caso libre.

## ANEXOS

### Cronograma de actividades

FASES	ACTIVIDAD/MESES	1 Y 2	3	4	5 Y 6	7 Y 8	9	10	11 Y 12	
<b>FASE 1 INVESTIGACION</b>	Actualización datos del semillero	X								
	Descripción de fases y etapas con objetivos	X								
	Asignación de funciones de co-investigadores	X								
	Elaboración cronograma	X								
	Elaboración del título	X								
	Revisión bibliográfica		X							
	Elaboración planteamiento del problema			X						
	Elaboración de objetivos				X					
	Elaboración de introducción				X					
	Elaboración de reseñas de antecedentes internacionales, nacionales y locales.						X			
	Elaboración de estado del arte							X		
	Descripción o caracterización de la población								X	
	Elaboración diseño metodológico									X
	Elaboración consideraciones teóricas									X
<b>FASE 2 APLICACIÓN Y RESULTADOS</b>	Resultados esperados									
	Indicadores de impacto social									
	Productos generados de la investigación									
	Presupuesto									
	Formato diligenciado de proyectos de investigación									
	Carta de presentación macroproyecto radicado									
	Revisión correcciones de comité de proyecto de investigación									

Se unificaron algunos meses ya que se tiene la cuenta el periodo de vacaciones de la universidad.

**NOTA:** Es necesario dejar claridad, que el trabajo expuesto anteriormente consta de dos fases; la primera fase es la búsqueda, investigación y realización total del marco teórico. La segunda fase consta de la aplicación, análisis de resultados y conclusiones; esta última se realizará en el primer periodo del 2019.

## FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Fecha.....

Yo.....  
.....identificado con cedula de ciudadanía N° .....

He sido informado de los riesgos, ventajas y beneficios del procedimiento, he realizado las preguntas que consideré oportunas, todas las cuales han sido absueltas y con repuestas que considero suficientes y aceptables.

Por lo tanto, en forma consiente y voluntaria doy mi consentimiento para que se aplique EL TEST STANDARD DE LACTATO

Teniendo pleno conocimiento de los posibles riesgos, complicaciones y beneficios que podrían desprenderse de dicho acto.

.....  
.....

Firma Del Evaluado  
Firma del evaluador



## BIBLIOGRAFIA

- Alberto, G. A. (2015). Métodos de entrenamiento utilizados por los entrenadores de los clubes de natación de la provincia de Imbabura y su relación con la preparación de las pruebas de resistencia en deportistas de 14-18 años en el año 2014.
- Berdeal, A. L. (2014). ¿Cómo interpretar los resultados del test estándar de lactato que se presentan en los atletas durante el ciclo de entrenamiento? Laboratorio de Fisiología del Deporte.
- Brendan Burkett, R. M. (2010). The Influence of Swimming Start Components for Selected Olympic and Paralympic Swimmers. *Human Kinetics Journals*, 134-141.
- Chinn. (1989). Longitudinal studies: objectives and ethical considerations. *Epidém Santé*, 417 - 429.
- Chollet, D. (2003). *Natacion deportiva. Enfoque científico*. Barcelona: Inde.
- Comité paralímpico de Chile . (2018). Obtenido de Paralímpico Cl.
- Cook, & Ware. (1983). Design and analysis methods for longitudinal research. *Annu Rev Public Health*, 1-24.
- Goldstein. (1979). *The design and analysis of longitudinal studies*. Academic Press.
- Official website of the Paralympic. (2018). Obtenido de Paralympic History of the Movement.
- Olbrecht, J. (1992). *La Relevancia del Lactato para el Entrenamiento*. Publice.
- Palacios Portilla, A. S. (2015). Determinación del umbral anaeróbico en nadadores/as principiantes y avanzados de la asociación de natación de Pichincha en el Distrito Metropolitano de Quito, con el fin de establecer zonas de entrenamiento durante el periodo de julio a octubre del 2015.
- Prieto, R. P. (2014). ACLARAMIENTO DEL LACTATO DURANTE LA RECUPERACIÓN ACTIVA Y PASIVA. PAPEL DEL TRANSPORTADOR DE LACTATO MCT1. .
- Sean M Tweedy, Y. C. (2009). International Paralympic Committee Position Stand -Background and scientific rationale for Classification in Paralympic Sport. *British Journal of Sports Medicine*.
- Twisk, & Vente. (2002). Attrition in longitudinal studies: how to deal with missing data. *Journal Clinical Epidemiol*, 329 - 337.
- Vasile, L. (2014). Endurance Training in Performance Swimming. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 232 - 237.
- Quintero-Burgos RI, Manrique-Abril FG. El lactato sanguíneo y su correlación con biomarcadores salivales, como indicadores de la intensidad del ejercicio. *Rev salud hist sanid on-line* 2011; 6(1):3-11
- Martín-Morell; Gonzales-Cristina; Fernando-Llop. Presente y futuro del ácido láctico. *Archivos medicina del deporte* 2007; (2): 270-284

- Valdivia, P.A. (2010). Producción de lactato en función del tipo de prueba de natación. *Trances*, 2(2):55-66.
- Apuntes Fisiología del Ejercicio 1 y 2 I.S.E.F. Maldonado. (prof. Edgardo Barbosa años 1997-98-99 )
- Revista "Archivos de medicina del deporte" ( Dr. José Blanco Herrera )
- Maglisco, E. (1982): "Swimming Faster". Palo Alto. California.
- Nett, T. (1960): "Der Lauf" Barthel & Wernitz. Berlín.
- Hollmann, W., Hettinger, Th. (1976, 1980, 1990): "Sportmedizin - Arbeits - und Trainingsgrundlagen". Schattauer, Stuttgart.