

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS DE LA

COMUNICACIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE EDUCACION SECUNDARIA



**“EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO EN ALTITUD
EN ATLETAS DE RESISTENCIA DE LA REGION
CUSCO”**

Tesis presentado por:

Bach. Juan Jorge Berríos Bárcena

Para optar al título profesional de Licenciado en
Educación Secundaria: Especialidad Educación
Física.

Asesor: Dr. Leonardo Chile Letona

ORCID: 0000-0001-6969-212X

CUSCO – PERÚ

2022

DEDICADO A

 Mi Dios que me dio todo, a mis padres Justo y María que me inculcaron la superación, a mi amiga, compañera y consejera que nunca se cansó de motivarme a terminar este proyecto, gracias mi Camu, a mi hija Grace y a mi gran alegría Antonella. A mis hermanos Jonatan, David y Franklin, y a mi recordada tía Antonia.

AGRADECIMIENTO A

Mi Universidad San Antonio Abad del Cusco en especial a mi Facultad de la Educación y Ciencias de la Comunicación, a mi Escuela profesional de Educación Física, a mis queridos docentes por su valioso apoyo y dedicación que contribuyeron a mi formación profesional, y sobre todo a mi amigo y asesor de tesis Dr. Leonardo Chile Letona, gracias por su confianza y su apoyo en todo.

Al maestro Mariano García Verdugo de España que me aconsejo iniciar el presente y abrió el camino a investigar más de un tema poco difundido.

A mis alumnos atletas y ex atletas, que con su aporte hacen de mi un mejor profesional, aprendo todos los días de Ustedes chicos, gracias.

PRESENTACION

Señor Decano de la Facultad de Educación y Ciencias de la Comunicación de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Señores docentes dictaminantes, replicantes y miembros del jurado de nuestra casa superior de estudios San Antonio Abad del Cusco.

En cumplimiento con lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Educación de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Presento a vuestra consideración el trabajo de investigación titulado: “EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO EN ALTURA EN ATLETAS DE RESISTENCIA DE LA REGION CUSCO” para optar el grado de Licenciado de Educación Secundaria en la especialidad de Educación Física.

El presente trabajo busca dar respuesta a las interrogantes del entrenamiento en altura de los atletas que representan y representaran a nuestra región del Cusco en eventos nacionales e internacionales.

Gracias a vuestro importante aporte.

Atentamente,

Bac. Juan Jorge Berrios Bárcena

RESUMEN

El problema del entrenamiento en altura no es reciente, desde hace más de 50 años el tema concito interés en el ámbito deportivo mundial por motivo de los Juegos Olímpicos de México 68, además de considerar que existen más de 140 millones de personas que viven en un hábitat natural superiores a los 2500 metros de altura, de los cuales 80 millones se encuentran en Asia y 35 millones en los Andes sudamericanos, en el Perú una tercera parte del total de la población que son aproximadamente 10 millones de personas viven en altura, y hoy la mayor parte de atletas de resistencia que representan al país son de altura.

Entender cuáles son los efectos, los niveles altitudinales y la hipoxia en el entrenamiento en altura serán los objetivos a determinar para mejorar las posibilidades de entrenar mejor, para lo cual recurriremos a buscar la información de la metodología existente y de lo que metodólogos, científicos y entrenadores han avanzado desde la perspectiva de la aclimatación y adaptación a la altura para atletas que radican en el nivel del mar y de los que viven permanentemente en altura.

El estudio pretende entender algo más sobre lo escaso existente de los efectos del entrenamiento en altura para mejorar el rendimiento de los habitantes del Ande, en la identificación y formación de atletas para el alto rendimiento, y de contestar los supuestos de las ventajas de entrenar en altura, por esto el tema “Efectos del Entrenamiento en Altura en los Atletas de la Región Cusco”.

Esperamos que este sea el inicio de una serie de estudios que nos propondremos hacer a futuro.

Palabras claves: Hipoxia, Altitud, presión atmosférica, lactato, rendimiento, adaptación.

RESUME

The problem of training at altitude is not recent, for more than 50 years the subject has aroused interest in the world sports field due to the Olympic Games in Mexico 68, in addition to considering that there are more than 140 million people who live in a natural habitat above 2,500 meters of altitude, of which 80 million are in Asia and 35 million in the South American Andes, in Peru a third of the total population, which is approximately 10 million people, lives in altitude, and today most of the endurance athletes that represent the country are tall.

Understanding what the effects are, altitude levels and hypoxia in training at altitude will be the objectives to determine in order to improve the possibilities of training better, for which we will resort to seeking information on the existing methodology and what methodologists, scientists and Coaches have advanced from the perspective of acclimatization and adaptation to altitude for athletes who live at sea level and those who live permanently at altitude.

The study aims to understand more about the limited effects of training at altitude to improve the performance of the inhabitants of the Andes, in the identification and training of athletes for high performance, and to answer the assumptions of the advantages of training in height, for this reason the theme "Effects of Training in Height in the Athletes of the Cusco Region".

We hope that this is the beginning of a series of studies that we intend to carry out in the future.

Keywords: Hypoxia, Altitude, atmospheric pressure, lactate, performance, adaptation.

ÍNDICE

DEDICADO A	i
AGRADECIMIENTO A	ii
PRESENTACION	iii
1. EL PROBLEMA	1
<i>1.1. Planteamiento del Problema</i>	<i>1</i>
1.1.1 Área de la investigación	1
1.1.2 Área geográfica.....	1
1.1.3 Situación problemática.....	1
<i>1.2 Formulación del Problema.....</i>	<i>2</i>
1.2.1 Problema General	2
1.2.2 Problemas Específicos.....	2
<i>1.3 Formulación de Objetivos</i>	<i>3</i>
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivo Especifico	3
<i>1.4 Formulación de Hipótesis.....</i>	<i>3</i>
1.4.1 Hipótesis General.	3
1.4.2 Hipótesis Específica	3
<i>1.5 La Justificación.....</i>	<i>4</i>
1.5.1 Justificación Teórica.....	4
1.5.2 Justificación Pedagógica.....	4
<i>1.6 Limitaciones de la Investigación</i>	<i>5</i>
<i>1.7 Factibilidad.....</i>	<i>5</i>
<i>1.8 Marco Teórico</i>	<i>6</i>
1.8.1 Estado del Arte.	6

1.8.1.1	Antecedentes Internacionales.....	6
1.8.1.2	Antecedentes Nacionales.	7
2.	Bases Teóricas	8
2.1.1	La Teoría del Entrenamiento	8
2.1.2	Tipos de Entrenamiento.....	9
2.1.2.1	Entrenamiento Físico.	10
2.1.2.2	Entrenamiento Técnico.	10
2.1.2.3	Entrenamiento Táctico.....	11
2.1.2.4	Entrenamiento Psicológico.	11
2.1.2.5	Entrenamiento Teórico.	12
2.1.3	La importancia del Entrenador	12
2.1.4	La Teoría de la Adaptación	15
2.1.5	Principios de Entrenamiento.....	17
2.1.5.1	Principio de Unidad Funcional.	18
2.1.5.2	Principio del Estimulo Eficaz.	18
2.1.5.3	Principio del Incremento de las Cargas.	19
2.1.5.4	Principio de la Variación de la Carga.	20
2.1.5.5	Principio de la Multilateralidad.	20
2.1.5.6	Principio de la Especificidad.	21
2.1.5.7	Principio de Continuidad o repetición.	22
2.1.5.8	Principio de carga y recuperación.....	23
2.1.5.9	Principio de la Periodización.	23
2.1.5.10	Principio de la Individualidad.....	24
2.1.6	Métodos de Entrenamiento de Resistencia.....	24
2.1.6.1	Métodos Continuos.	25

2.1.6.2	Método Fraccionado.....	26
2.1.7	Capacidades Físicas.....	27
2.1.7.1	Capacidades Físicas Condicionales.....	27
2.1.7.2	Capacidades Físicas Coordinativas.....	34
2.1.7.2.5	Anticipación.....	37
2.1.8	Planificación del Entrenamiento.....	38
2.1.8.1	La Periodización del Entrenamiento.....	39
2.1.8.2	El Sistema de Entrenamiento Contemporáneo (ATR).....	41
2.1.9	La Resistencia.....	43
2.1.9.1	La Fatiga.....	45
2.1.9.2	Tipos de Fatiga.....	46
2.1.9.3	Indicadores de la Resistencia.....	47
2.1.9.4	Tipos de Resistencia.....	52
2.1.9.5	Vías de Obtención de energía.....	60
2.1.9.6	Umbrales, Zonas y Ámbitos de la Resistencia.....	64
2.1.9.7	Modelos de Test de Resistencia.....	66
2.2	<i>Entrenamiento en Altitud</i>	70
2.2.1	Factores a considerar en la Altura.....	73
2.2.1.1	Presión Atmosférica y Barométrica.....	73
2.2.1.2	Hipoxia.....	75
2.2.1.3	Pruebas genéticas:.....	79
2.2.1.4	Pruebas con atletas de la región Cusco.....	80
2.2.1.5	Radiación y Deshidratación.....	80
2.2.1.6	Resistencia del Aire, Gravedad y Aerodinámica.....	82
2.2.2	La Adaptación y Aclimatación.....	83

2.2.3	Respuestas Fisiológicas a la Altura.	90
2.2.3.1	A Nivel Celular.	90
2.2.3.2	A Nivel de las Capacidades.	91
2.2.3.3	A Nivel de la Sangre.	93
2.2.3.4	A Nivel del Sistema Respiratorio.	96
2.2.3.5	A Nivel Muscular.	100
2.2.3.6	A Nivel Enzimático.	102
2.2.3.7	A Nivel Hormonal.	102
2.2.3.8	Metabolismo.	106
2.2.4	Fases de aclimatación a la Altura.	107
2.2.4.1	1ª Fase: Aclimatación (3 - 6 primeros días):.....	107
2.2.4.2	2ª Fase: Entrenamiento (12-14 días):.....	107
2.2.4.3	3ª Fase: Recuperación o Asimilación.	108
2.2.5	Niveles Altitudes.	108
2.2.6	Efectos negativos por la Altura.	110
2.2.7	La alimentación y el Descanso en la Altura.	110
2.2.8	Horario y Latitudes.	112
2.3	<i>Marco Conceptual</i>	113
2.3.1	Altitud y Altura.	114
2.3.2	Presión Atmosférica.	114
2.3.3	Hipoxia.	114
2.3.4	Adaptación.	114
2.3.5	Aclimatación.	115
2.3.6	Resistencia.	115
2.3.7	Metabolismo.	115

2.3.8	Catabolismo.....	115
2.3.9	Anabolismo.....	115
2.4	<i>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</i>	116
2.4.1	Tipo investigación	116
2.4.2	Nivel de Investigación.....	116
2.4.3	Diseño de investigación.....	116
2.4.4	Población	117
2.4.5	Muestra	117
2.4.6	Instrumentos de recolección de datos.....	118
2.4.7	Interpretación y Análisis de Resultados	118
2.5	<i>Tabla 5</i>	118
2.6	<i>118</i>	
2.7	<i>Presentación de Resultados</i>	118
2.7.1	Tabla 7	120
2.7.2	.....	120
2.7.3	Frecuencia Cardíaca en Esfuerzo a 2800 msnm (Urubamba)	120
2.7.4	.....	121
2.7.5	Tabla 8	121
2.7.6	.....	122
2.7.7	Frecuencia respiratoria en Esfuerzo	122
2.7.8	Figura 1	122
2.7.9	.....	123
2.7.10	Histograma de Frecuencia Respiratoria en Esfuerzo.....	123
2.8	<i>123</i>	
2.9	<i>CONCLUSIONES</i>	124

2.10	<i>RECOMENDACIONES</i>	126
2.11	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	128
2.12	<i>SITIOS WEB DE INTERNET</i>	134
2.13	<i>ANEXOS</i>	135
2.13.1	Ficha De Recolección De Datos	135
2.13.2	Tabla 10	136
2.13.3	Operacionalización De Variables	136
2.13.4	.....	136
2.13.5	Tabla 11	137
2.13.6	Matriz De Consistencia	137
2.13.7	.....	137
2.13.8	Tabla 12	138
2.13.9	Cronograma	138

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

1.1.1 *Área de la investigación*

El presente proyecto se centra en el área del deporte del atletismo y deportistas de resistencia que entrenan en la región del Cusco, lo que busca es determinar la metodología a usar en los procesos de entrenamiento de los atletas de Cusco en pruebas de resistencia.

1.1.2 *Área geográfica.*

Se realiza el presente proyecto en los atletas que entrenan en la región del Cusco ubicado a 3300 metros sobre el nivel del mar, en el Perú, área correspondiente al continente Sudamericano.

1.1.3 *Situación problemática.*

El entrenamiento en altitud es aprovechado por entrenadores y atletas de todo el mundo para mejorar sus capacidades físicas sobre todo de resistencia con el propósito de mejorar el rendimiento deportivo, en Europa y parte de Asia existen algunos centros de entrenamiento de altitud y donde los deportistas viajan a entrenar por periodos cortos, y para esto buscan altitudes superiores a los 1500 metros sobre el nivel del mar, lo curioso es que en las zonas donde se superan altitudes de 2000 metros no existen ciudades o poblaciones, y otra curiosidad es que los que buscan el efecto de la altitud son los que viven al nivel del mar. En el continente Sudafricano si podemos encontrar ciudades situadas por sobre los 2000 metros, estas ciudades se encuentran en los países de Kenia, Etiopia, Uganda, Marruecos, justamente en estos lugares se desarrollan de forma natural y optima los atletas de resistencia para el fondismo y el maratón (Daniels, 2015), (García Verdugo, 2003), (Bazán, 2014), (Issurin, 2014), (Hernández, 2016), (Verkhoshansky J. , 2014), El entrenamiento en

altitud es aprovechado por entrenadores y atletas de todo el mundo para mejorar sus capacidades físicas sobre todo de resistencia con el propósito de mejorar el rendimiento deportivo, en Europa y parte de Asia existen algunos centros de entrenamiento de altitud y donde los deportistas viajan a entrenar por periodos cortos, y para esto buscan altitudes superiores a los 1500 metros sobre el nivel del mar, lo curioso es que en las zonas donde se superan altitudes de 2000 metros no existen ciudades o poblaciones, y otra curiosidad es que los que buscan el efecto de la altitud son los que viven al nivel del mar. En el continente Sudafricano si podemos encontrar ciudades situadas por sobre los 2000 metros, estas ciudades se encuentran en los países de Kenia, Etiopia, Uganda, Marruecos, justamente en estos lugares se desarrollan de forma natural y optima los atletas de resistencia para el fondismo y el maratón (Daniels, 2015), (García Verdugo, 2003), (Bazán, 2014), (Issurin, 2014), (Hernández, 2016), (Verkhoshansky J.). 2014).

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Qué efectos causa el entrenamiento en altitud en los atletas de resistencia de la región Cusco?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo afectan los niveles altitudinales a los atletas del Cusco?
- ¿Es la hipoxia una limitante del rendimiento de atletas de resistencia?
- ¿Cómo entrenan los atletas de resistencia que viven en altitud?
- ¿Qué factores de altitud favorecen el entrenamiento en altitud?
- ¿Los métodos y principios de entrenamiento cambian por el entrenamiento en altitud?

1.3 Formulación de Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Describir los efectos que ocasiona la altitud en el entrenamiento de atletas de resistencia de la región del Cusco, Perú.

1.3.2 Objetivo Especifico

- Determinar los niveles altitudinales y sus efectos en el entrenamiento de altitud en los atletas de resistencia de la región Cusco.
- Estimar como afecta la hipoxia en el rendimiento de los atletas de resistencia.
- Explicar cómo entrenan los atletas de resistencia que viven en altitud.
- Establecer los factores favorables para el entrenamiento en altitud.
- Demostrar que la metodología y los principios de entrenamiento en altura no cambian por la altitud, existiendo solo cambios fisiológicos en los atletas de resistencia de la región Cusco.
- Examinar el fenómeno hipóxico como limitante al entrenamiento de los atletas de resistencia de la región Cusco.

1.4 Formulación de Hipótesis

1.4.1 Hipótesis General.

Entrenar en altitud mejora el rendimiento de los atletas de resistencia de la región Cusco.

1.4.2 Hipótesis Específica

La altitud es un fenómeno que aún no se puede entender.

Los atletas mejoraran su rendimiento deportivo al entrenar en altitud.

La hipoxia es un limitante del rendimiento físico en altitud.

1.5 La Justificación

1.5.1 Justificación Teórica

Existen 2 motivos para abordar el tema “Efectos del entrenamiento en altitud en atletas de resistencia de la región del Cusco”, el primero es que no existe mucho conocimiento científico del tema, y el segundo es que existen más de 40 millones de personas que viven a más de 3.000 metros de altura y unos 140 millones viven a más de 2.500 metros, y por consiguiente es importante su estudio y por sobre todo los talentos que viven naturalmente en estas zonas en donde los deportes de resistencia serian beneficiados.

1.5.2 Justificación Pedagógica.

El beneficio de conocer más del entrenamiento en altitud, servirá para que las generaciones de profesores, entrenadores y atletas puedan mejorar su nivel deportivo en el campo de la resistencia en altitud, explotando al máximo esta ventaja natural que a dado la naturaleza a todos los que han nacido en la zona andina. Sabrán las generaciones posteriores aportar del tema con resultados deportivos que logren objetivos de mejorar el nivel deportivo.

Justificación Práctica.

En el campo del entrenamiento la teoría y la práctica van siempre juntas, es importante entender que sin una base cognitiva no será posible garantizar resultados a largo plazo, es posible tener resultados gracias a la experiencia práctica, pero estos serán mediatos y no de largo plazo, porque en entrenamiento los resultados se deben no solo demostrar, sino también mantener en el tiempo, es por esto que vemos efímeros atletas que brillan pocos años y después desaparecen, ya sea por lesión o por agotamiento fisiológico. La base del resultado será una combinación perfecta

entre conocimiento y experiencia. Los beneficios de los aportes prácticos ayudaran mucho a mejorar el nivel de rendimiento del Perú, Sudamérica y el Mundo.

1.6 Limitaciones de la Investigación

La principal limitación que enfrentamos fue que no encontramos mucho conocimiento del tema en referencia, solo algunos capítulos, pocos artículos y casi ningún estudio del entrenamiento en altitud, encontramos en estos pocos aportes el punto de vista del atleta que vive en el nivel del mar y viajan a la altitud a buscar beneficios, no así de atletas nacidos en altitud para su beneficio por ser oriundos del lugar.

También encontramos limitaciones tecnológicas, no existiendo aparatos como lactómetros, espirómetros y barómetros en la ciudad para determinar el grado de beneficio o perjuicio del entrenar en altitud.

La ciudad del Cusco está muy alejada del nivel del mar, existiendo en nuestra región altitudes de selva y sierra, para esto viajamos a la zona de Quillabamba (1000 metros de altitud) y en la zona de Cusco (2800 a 3600 metros de altitud) donde logramos hacer pruebas de esfuerzo con mediciones de Frecuencia cardiaca y espirómetro manual, esto contribuyo a superar esta limitación.

La adquisición de materiales de investigación y recursos para el presente fue una limitante que tuvimos que superar por gestiones personales con el préstamo de pulsómetros, GPS, espirómetro manual, etc. además de conseguir apoyo económico para los viajes a las zonas de Quillabamba, Valle Sagrado y el Cusco.

1.7 Factibilidad

Los atletas que fueron evaluados para determinar los parámetros de esfuerzo, pertenecen a la Federación Peruana de Atletismo de los niveles de Alto Rendimiento, Rendimiento y Amateur, y tuvieron la disposición de apoyar el estudio.

Los escenarios usados fueron la pista atlética del Instituto Peruano del Deporte Cusco, la zona del Kapaq Ñan o camino inca del parque arqueológico de Sacsayhuaman, zonas de carrera en la rivera izquierda del rio Vilcanota en el Valle Sagrado de los Incas del Cusco, pista atlética del estadio de Nogalpampa en Urubamba, y el estadio municipal de Quillabamba.

Los recursos conseguidos para el proyecto se lograron cubrir con gestión de instituciones que financiaron los viajes a las zonas donde se hacen los trabajos de campo.

1.8 Marco Teórico

1.8.1 Estado del Arte.

Mucho se habla del entrenamiento en altitud y sus beneficios para los deportistas sobre todo para los deportes de resistencia, pero poco se conoce por estudios específicos del tema, lo que buscan los especialistas del tema es conocer más sobre la resistencia del ser humano en un entorno de poco oxígeno (disminución de la presión atmosférica), esto hace que los conductores del oxígeno como los glóbulos rojos tengan que trabajar extra para cubrir las demandas orgánicas en la altitud.

1.8.1.1 Antecedentes Internacionales.

Los inicios del estudio del entrenamiento en altitud se da a principios del siglo 19 cuando aparecen los dirigibles, los globos aerostáticos, los primeros aviones y cuando el hombre busca vencer los límites al comenzar las escaladas a las cumbres más altas como el Everest, a partir de aquí surgen estas primeras experiencias de dominar los cielos y las cimas más altas dando inicio a los estudios de la altitud a cargo de científicos, médicos y deportistas donde comenzaran a interesarse y estudiar estos fenómenos que tenían como consecuencia problemas de asfixia, falta de aire, desvanecimientos, mareos, etc. (Pérez Barroso, 2018).

En el deporte y sobre todo el competitivo se inicia su estudio a partir de la realización de los Juegos Olímpicos de 1968 en la ciudad de México ubicado a 2250 metros de altitud, ya que los países y sus especialistas tuvieron que conocer del tema y tomar decisiones para tener su mejor rendimiento físico en la altitud del DF. de México (Platonov, 2001). Es aquí donde el tema toma mayor interés en 3 interrogantes: ¿es mejor entrenar y competir en altitud?, o ¿mejor sería entrenar a nivel del mar y competir en altitud?, o ¿nos iría bien si vivimos y entrenamos en la altitud para después bajar y competir a nivel del mar?

Además, por delante también se presentaban las reacciones físicas que se generan por la baja presión del oxígeno que a la vez tiende a la menor resistencia del aire, y que da como resultado que los objetos en el aire puedan desplazarse a mayor velocidad que al nivel del mar, y sobre los efectos que estos mismo generan en los deportes de resistencia.

En el ámbito Latinoamericano existen algunos artículos y tesis del tema de entrenamiento de altitud en deportes como el futbol, atletismo, Gimnasia, Voley, hechos en países como México, Ecuador, Colombia los cuales citaremos a través del presente estudio. (Hernández, 2016), (José Barbosa, 2017), (ColDeportes, 2020).

1.8.1.2 Antecedentes Nacionales.

A nivel nacional, tenemos estudios del rendimiento deportivo en altitud a cargo de los Dres. Fabiola León, Gustavo F. Gonzales y Monge de la Universidad Peruana Cayetano Heredia donde hicieron pruebas en el futbol por las eliminatorias a Francia 98 por los partidos con Bolivia en La Paz (Gonzáles, 2008), después de esto no hay estudios científicos relevantes sobre el entrenamiento en altitud, solo encontramos algunos aportes de tesis y ensayos del tema, pero no corroborados científicamente. A nivel de la región Cusco, no existe ningún estudio al respecto.

Por todo esto, la presente investigación busca dar respuesta a todos los fenómenos del entrenar en altitud con el apoyo bibliográfico de especialistas de la medicina, la fisiología, metodólogos y entrenadores del deporte de Alto Rendimiento, además de los estudios experimentales que tendremos con atletas nativos de la región Cusco y la zona andina del Perú.

2. Bases Teóricas

2.1.1 La Teoría del Entrenamiento

Para iniciar a conceptualizar que es entrenamiento comenzaremos interpretando la palabra inglesa “training” que significa ejercicio, y en su concepto más entendible son los ejercicios que ayudan a mejorar la salud y la aptitud física del hombre. “La teoría del entrenamiento (ciencia del entrenamiento) recoge sistemáticamente las leyes que determinan los procesos de entrenamiento o bien establecen reglas cuyo cumplimiento aumenta la efectividad del entrenamiento” (Zimmermann, 2006, p. 247). Otras referencias de entrenamiento como El manual de la World Athletics (antes IAAF) dice que el entrenamiento es “un proceso sistemático con el fin de mejorar la forma física del atleta para cierta actividad elegida. Es un proceso a largo plazo” (Thompson, 2009), y pone énfasis en que este proceso es progresivo.

El entrenamiento deportivo es la esencia para el deporte moderno, es por esto que “Es un proceso sistemático dirigido al perfeccionamiento deportivo, que pretende desarrollar óptimamente la capacidad y disposición de juego y de rendimiento de todos los jugadores y del equipo, teniendo en cuenta conocimientos teóricos, experiencia práctica y todos condicionamientos personales, materiales y sociales, (Pérez J. P., 2009, p. 4). El fin del entrenamiento es la competencia, es por eso que Assurin (2014) menciona que “El entrenamiento deportivo significa la aplicación de cargas físicas a través de ejercicios físicos con la intención de asegurar una

participación satisfactoria en la competición” (p.5), sin competencia ningún entrenamiento tiene razón de ser.

Otro de los grandes metodólogos Fritz Zintl (1991) dice del entrenamiento “proceso planificado que significa un cambio del complejo de capacidad de rendimiento deportivo” (p.9). “El entrenamiento deportivo es un proceso psicopedagógico y planificado que persigue la mejora del rendimiento deportivo mediante el desarrollo de factores condicionales, motores e informacionales de acuerdo con el conocimiento científico y empírico”. (Legaz Arrese, 2012, p. 12).

El entrenamiento es un proceso mediante el cual un deportista se prepara para conseguir los más altos resultados posibles de rendimiento. La capacidad del entrenador de dirigir la optimización de unos resultados se concreta en el desarrollo de planes sistematizados que se nutran del conocimiento adquirido a partir de un amplio abanico de disciplinas científicas (Bompa, 2019, p.14).

En base a las referencias de importantes especialistas de la teoría y metodología del entrenamiento podemos resumir que el entrenamiento es un proceso planificado, sistematizado y progresivo que busca preparar al organismo para tener resultado y rendimiento deportivo. Rendimiento significa rendir, y esto se logra a partir de entrenar con planificación, de forma sistemática y en progresión, porque también se podría entrenar para no rendir, por situación de no conocer bien los tipos, la metodología y los principios del entrenamiento que a continuación será tema a desarrollar.

2.1.2 Tipos de Entrenamiento

Para lograr resultados deportivos óptimos es necesario conocer los 5 tipos de preparación deportiva que están muy relacionadas entre sí, de tal forma que si los resultados no se dan podría ser porque no se consideró adecuadamente alguna de

ellas en la preparación. Se requiere tener presente que el entrenamiento es integral y si por alguna razón alguna se descuidó alguna de ellas, podríamos no tener los resultados esperados, estos 5 tipos de preparación son: física, técnica, táctica, psicológica y teórica.

2.1.2.1 Entrenamiento Físico.

La preparación física es la más importante y comprende los ejercicios motrices a realizar para generar las respuestas fisiológicas del organismo y lograr así mejorar las capacidades como la resistencia, fuerza, velocidad, flexibilidad, agilidad, etc. El objetivo más importante de la preparación física es la estimulación del organismo tanto a nivel muscular como celular para generar reacciones del organismo, logrando el acondicionamiento físico para la competencia, para lo cual se regirá por principios y métodos a aplicarse en el entrenamiento, temas que veremos más adelante.

2.1.2.2 Entrenamiento Técnico.

Es la parte correspondiente al movimiento motriz del cuerpo para la mejor eficiencia de ejecución, es decir, lo que corresponde al campo de la biomecánica. “Son ejercicios físicos y otras actividades (demostración, explicación, análisis, correcciones verbales y visuales, etc.) cuyo fin es enseñar y mejorar ciertas habilidades técnicas” (Issurin, 2014, p. 6). Cada deporte tiene su técnica específica por lo que su incidencia debe ser continua para lograr el dominio técnico. La técnica tiene un proceso de aprendizaje las cuales están plasmadas en unas reglas que se deben considerar para su aprendizaje, estas son:

Aprender el movimiento: Siempre es importante una demostración inicial del movimiento técnico, es determinante poder concentrarse (mental) y hacer correctamente el gesto técnico (óseo-muscular).

Repetir el gesto técnico y perfeccionarlo: Solo con repetición y corrección oportuna del entrenador se podrá aprender bien el gesto técnico.

2.1.2.3 Entrenamiento Táctico.

Según Manfred Grosser las “capacidades tácticas son requisitos en relación a las sensaciones, percepciones, imaginaciones, a la memoria y el pensar durante acciones deportivas” (1986, p.164), es decir que son fundamentales para plantear mentalmente la forma como se afrontara la competencia y las percepciones externas del contexto social. La táctica es sinónimo de estrategia, tiene que ver con planear de antemano, planificar es tener prospectiva deportiva de lo que sucederá algo antes que suceda, de ver la forma de superar situaciones que se presentaran con los rivales, los escenarios de competencia, el publico, el medio ambiente, etc. “Por táctica entendemos el comportamiento planificado en una competición individual o de equipo y enfocado a la capacidad de rendimiento propia y del contrario y a las circunstancias exteriores” (Zech, 1971, p. 494).

2.1.2.4 Entrenamiento Psicológico.

Esta preparación tiene que ver con la personalidad del deportista, su capacidad de manejar el “stress” de entrenamiento y competencia, sus emociones que pueden apoyar o afectar su rendimiento, también sus habilidades blandas como los valores, empatía, trabajo en equipo, su inteligencia emocional, automotivación personal, actitud hacia el entrenamiento, a sus compañeros y a las demás personas, sus temores y conflictos, y otros relacionados a su madurez psicológica, así como también su actitud con los éxitos y las derrotas.

Los métodos de entrenamiento psicológico se pueden subdividir en tres grupos principales:

Métodos psicológicos para mejorar la regeneración y aumentar la capacidad de rendimiento físico.

Métodos psicológicos para mejorar el aprendizaje de la técnica.

Métodos psicológicos para eliminar factores de distorsión psíquicos que influyen sobre la capacidad de rendimiento deportivo (Weineck, 2005, pág. 545).

2.1.2.5 *Entrenamiento Teórico.*

Se refiere al conocimiento cognitivo que todo deportista debe tener de su deporte y del entrenamiento, no solo es hacer determinado ejercicio como un autómatas sino saber por qué y para que realiza determinada acción motriz, cómo y en que beneficiara el hacerlo, si logra conocer y entender lo que hace en el entrenamiento, tendrá mejor convicción y los resultados se darán, así mismo tiene que ver con conocer las reglas y normas de competencia, el conocimiento de factores determinantes para un mejor rendimiento como la nutrición, la técnica, la aerodinámica, la ergonomía, la hidratación, las prevención de lesiones, la lectura de historias de otros deportistas, el conocer marcas y resultados de su deporte en otros lugares, etc.

2.1.3 *La importancia del Entrenador*

Muchos libros hablan del entrenamiento a realizar, pocos hablan de una persona importante en este proceso, el entrenador. Para aclarar términos tendríamos que diferenciar quien es un entrenador y un aficionado al entrenamiento:

El Entrenador, Director Técnico (DT) o Coach (ingles) es una persona preparada teórica, pedagógicamente, psicológicamente, técnica y tácticamente para liderar e influir positivamente en sus entrenados, además de un importante promotor de la salud y el deporte, posee habilidades blandas para formar en sus alumnos no solo a

buenos atletas sino también a buenas personas, para lograr este perfil es importante que esté preparado, deberá contar también con experiencia ya sea este como ex deportista o como aficionado al deporte, para esto deberá haber estudiado carreras técnicas y profesionales de ciencias del deporte, educación física o ramas afines, además deberá haberse especializado en un deporte específico descartando la idea de que su formación profesional lo hace entrenador, su labor es de contribuir a la formación de personas. En resumen, debe ser bien preparado, motivador, disciplinado dentro y fuera de campo, un buen estratega deportivo y de la vida, un buen analista, evaluador, crítico y autocrítico, además de ambicioso de buscar resultados para el logro de sus objetivos.

Según Thelwell el entrenador tiene una gran influencia en el campo psicopedagógico y debe estar presente en todo el proceso, desde el nivel de iniciación, desarrollo y alto rendimiento, esto significa toda la vida deportiva del atleta. En algunos casos no es el mismo entrenador formador el que lleve a sus atletas al alto rendimiento, pero hay excepciones que dependerán de mucha capacidad y preparación.

Su formación es imprescindible en cualquier sistema de desarrollo de deportistas de elite. De hecho, mientras que los deportistas cambian de generación en generación, el entrenador constituye un elemento estable del sistema. Además de ejercer su función técnica, debe ser capaz de organizar todo el proceso de entrenamiento, lo que implica, además de la interrelación con el deportista, la dirección del equipo multidisciplinario de trabajo y la interrelación con directivos, medios de comunicación, etc. Ciertamente, las funciones del entrenador son variadas y complejas, lo que determina una variedad de situaciones de estrés asociadas a la

preparación y el rendimiento de los deportistas y a los aspectos de carácter organizativo (Legaz Arrese, 2012, p. 5).

El entrenador es también el preparador del área física, técnica, táctica, psicología y teórica que mencionamos líneas atrás, estos 5 aspectos deberían ser asumidos por un equipo multidisciplinario, pero en nuestra realidad deportiva y la falta de entendimiento al respecto es que el entrenador asume funciones multi disciplinarias.

Según Saiz (2015, p.4), los entrenadores exitosos son muy metódicos, experimentados y creativos, el éxito está basado en una consecuencia del efecto acumulado de hábitos metódicos que parecen insignificantes, pero que se han desarrollado durante años en un contexto determinado eficaz. Son estos hábitos y métodos, en gran parte, los que marcan la diferencia entre ser bueno y ser mejor entrenador.

En nuestros días, y en nuestro medio nacional y regional, muchos ex atletas asumen funciones de entrenador basándose solamente en su experiencia, y sin estudiar asumen de entrenadores empíricos, constituyéndose en un peligro para sus propios deportistas, al respecto la Universidad de Triatlón de México marca claras diferencias entre el entrenador científico y un “entrenador empírico”:

Aun en nuestros días existe la tendencia, por parte de algunos entrenadores, de solo basarse en su experiencia como ex atleta, como asistente de entrenador o peor aún, por lo que vio o leyó en una revista de los entrenamientos de un triatleta de alto rendimiento. El método de ensayo-error, cuando es utilizado por el “entrenador empírico” en el día a día del entrenamiento deportivo, traerá como consecuencia, si tiene suerte y con mucha experiencia en el método empírico, una mejora temporal, pero problemas de estancamiento severos en una etapa determinada de la vida del triatleta, teniendo como consecuencia una desmotivación por parte de este último. El

método científico ayuda en la mejora del rendimiento deportivo con ahorro de tiempo y energía, permitiendo la aproximación a la excelencia deportiva; debe ser un proceso flexible, pero, al fin y al cabo, una guía importante para los resultados a mediano y largo plazo. El empirismo, es jugar con la casualidad y el azar, existirán cargas de entrenamiento que son contraproducentes para la salud y/o el rendimiento deportivo. (2017, p.9).

La importancia del entrenador en la vida deportiva del atleta tiene una relevancia trascendental, dependerá de sus capacidades el hacer que el atleta sea exitoso o que fracase, de allí la importancia de ser una persona preparada científicamente y de la influencia de su inteligencia emocional para hacer deportistas triunfadores en la pista y en la vida.

2.1.4 La Teoría de la Adaptación

Existen diversos conceptos de adaptación, Mariano García cita a Manno (1991), la adaptación es “la cualidad de los organismos vivientes que, a través de su desarrollo corporal, formas funcionales, rendimiento, comportamientos y exigencias diversas, puede estabilizar sus condiciones de existencia (Verdugo G. 2007, p. 50)

Entender la adaptación dentro de la teoría de entrenamiento y conocer sus efectos en el organismo es el paso más importante del entrenamiento. La adaptación es un proceso que se debe entender en 2 formas: Adaptación de un grupo de personas a un medio geográfico y adaptación del organismo por efectos del entrenamiento a nuevos esfuerzos físicos. Según Platonov se tiene 2 nombres: “capacidad de todo ser vivo para acomodarse a las condiciones del medio ambiente. Se destacan las adaptaciones genotípica y fenotípica” (2001, p.76).

Ninguna condición de adaptabilidad es comparable por las causadas por el entrenamiento deportivo, siendo el entrenamiento quien rompe el equilibrio

homeostásico por cargas que estimulan eficazmente el organismo para generar adaptaciones inmediatas, a mediano y largo plazo. “Los estímulos específicos producen reacciones de adaptación específicas” (Weineck, 2005, p.73), por lo que la carga estimuladora debe ser aplicada buscando el objetivo de adaptación.

Todo el proceso de adaptación responde a principios de entrenamiento que se deben no solo conocer sino aplicar adecuadamente para lograr mejorar el rendimiento deportivo. La adaptación del organismo pasa por 3 etapas: la carga física conlleva a fatiga física o catabolismo, luego del cual se inicia la recuperación o anabolismo, terminada esta etapa se inicia la super compensación, la mejora del rendimiento o la adaptación del nivel inicial a antes de aplicarse la carga. (Universidad de Triatlón de México, 2017, p. 42).

Cuando se aplica la carga, esta genera reacciones físicas como la hiperventilación, el aumento de la Frecuencia Cardíaca, aumento del metabolismo, aumento de la temperatura, sudoración, deshidratación, y se pone a multiplicar la demanda metabólica con el funcionamiento de órganos y sistemas del cuerpo, todo esto también es conocido como “stress” porque altera el equilibrio homeostásico.

El término “adaptación” está estrechamente relacionado con el vocablo “estrés”, que se considera como el estado de tensión general del organismo, creado bajo la influencia de un fuerte estimulante. El término “estrés” fue introducido por primera vez por el científico canadiense G. Selye en el año 1936. (Platonov, 2001, p. 79).

Existen deportistas que se adaptan más rápido y mejor a las cargas por sus condiciones genéticas esto, según Mariano García Verdugo, se denomina “potencial de adaptación” (Verdugo M. G., 2007, p. 56) que consiste en un desarrollo significativa respecto al resto de atletas que reciben la misma carga, estos deportistas tienen un anabolismo más corto y por consiguiente alcanzan la súper compensación

en menos tiempo. Mencionamos que genéticamente tienen mejor disposición de adaptación por la favorable participación de la célula muscular, la neurona y el metabolismo.

Según Grosser la adaptación es la super compensación, que es el primer eslabón de adaptación del organismo a la actividad muscular, citando a Jakowlew (1977) dice: “La condición necesaria para la creación de este fenómeno de adaptación es la superación de un umbral crítico de entrenamiento”. (p. 11). Además, explica que mucho tienen que ver los depósitos de glucógeno muscular, de la resíntesis de ATP, y la mejor disponibilidad de las energías debido a la mayor actividad enzimática.

Habiendo tratado ampliamente el proceso de adaptación, ahora toca centrar nuestra atención en los principios de entrenamiento, la cual nos dará las reglas básicas para poder avanzar en el entrenamiento de resistencia en altitud.

2.1.5 Principios de Entrenamiento

Se entiende por principios del entrenamiento a las reglas, leyes o factores determinantes del proceso de entrenamiento, estos principios tienen como denominar la adaptabilidad del organismo a las cargas de entrenamiento de acuerdo al individuo entrenado, esta adaptación se da en el tiempo, existiendo 3: corto, mediano y largo plazo. Es importante conocer los principios del entrenamiento para tener resultados al proceso sistemático, metodológico y planificado.

Los principios del entrenamiento son todo un tema de conceptos sistematizados unos a otros, “En el proceso del entrenamiento actúa un gran abanico de regularidades de todo tipo, como por ejemplo biológicas, pedagógicas o psicológicas. El conocimiento detallado de estas regularidades es fundamental para que la configuración del entrenamiento sea eficaz” (Weineck, 2005, p.26). La cantidad de

principios varia de un autor a otro, algunos mencionan solo 4 pero otros hasta 10, en nuestro trabajo mencionaremos los siguientes:

2.1.5.1 Principio de Unidad Funcional.

El cuerpo humano funciona en perfecta armonía como un todo, esto significa que, si una parte de este cuerpo no funciona bien afectara a otro (Cervera, 2011, p.5), es importante tener en cuenta que en el trabajo físico de resistencia se utilizan con predominancia los sistemas óseo, muscular, endocrino, digestivo, nervioso, etc. y con participación activa del corazón, pulmones, hígado, riñones, etc. y por esto se debe tener en cuenta que cualquier dolencia en una parte del organismo podría afectar a otras partes, la limitación de un solo órgano afectaría globalmente a todo el atleta. Ejemplo: Si el proceso digestivo no se completó, podría afectar el entrenamiento generándose problemas estomacales y hasta respiratorios.

Tudor Bompa lo conoce como el Desarrollo Multilateral o físico global: Las primeras fases evolutivas del deportista deben centrarse en el trabajo multilateral, cuyo objetivo es su desarrollo físico completo. Cuando el deportista está más desarrollado, ha de incrementarse continuamente la proporción de entrenamiento especializado, centrado fundamentalmente en las destrezas necesarias para satisfacer los objetivos de su deporte. Para hacerlo con efectividad, el entrenador debe comprender tanto la importancia de cada una de estas dos fases de entrenamiento como los cambios que hay que hacer en el entrenamiento a medida que el deportista evoluciona (2019, p.41).

2.1.5.2 Principio del Estimulo Eficaz.

Llamado también principio de la sobrecarga, Weineck menciona que “el tiempo de carga deberá superar un umbral determinado, lo cual permite el aumento del rendimiento. La cuantía necesaria del estímulo depende del estado de entrenamiento

de cada deportista” (2005, p.26), esto significa que las cargas deben ser adecuadas para producir un desequilibrio en el organismo que generara adaptabilidad y efectos positivos en el organismo. Al respecto Grosser dice “Si el rendimiento se ha incrementado tanto que la carga de entrenamiento ya no produce ninguna alteración considerable de la homeóstasis, se ha de aumentar la carga” (1989, p.33), esto significa que si la carga es leve y no produce ningún estímulo, no habrá adaptación positiva.

2.1.5.3 Principio del Incremento de las Cargas.

Según avanza el entrenamiento se debe incrementar las cargas ya sean estas en cantidad, intensidad o densidad, este incremento es progresivo a la adaptación del organismo, Mariano García Verdugo menciona que “después de haberse producido un estímulo, se produce una adaptación y una vez producida esta, tanto el umbral de excitación como el de la máxima tolerancia, habrán subido” (2003, p.179). Todo atleta en el transcurso de su vida deportiva debe incrementar sus cargas progresivamente, el límite de estas determinaran su crecimiento o estancamiento, conocido también como “su techo” deportivo, al respecto José Campos Granell menciona respecto al incremento de las cargas “si durante el proceso de entrenamiento dichos sujetos se someten a unas cargas de entrenamiento ordenados, continuos y permanentes, esta será la vía adecuada para conseguir que se produzca un incremento de la movilización de las reservas energéticas” (2011, p.6). El incremento de las cargas tiene que ver con adaptaciones metabólicas desde la célula, por lo tanto estas tomaran un tiempo en adaptarse, es por esto que el factor tiempo es determinante para el incremento de las cargas.

Bompa (2019) dice sobre el incremento de las cargas que las mejoras en el rendimiento son el resultado directo de la cantidad y calidad del trabajo del deportista

obtenido durante el entrenamiento. Desde los principiantes a los deportistas de elite, las cargas de entrenamiento deben incrementarse gradualmente, y variarse periódicamente, según la capacidad fisiológica del deportista, sus habilidades psicológicas y su tolerancia al trabajo (p. 55).

2.1.5.4 Principio de la Variación de la Carga.

Llamado también por Grosser principio de la versatilidad de las cargas (1989, p.40). En el proceso de entrenamiento la repetición es perjudicial, es por ello que el entrenador debe tener creatividad, variabilidad, innovación y versatilidad en aplicar nuevas cargas para estimular nuevas respuestas.

Zatsiorsky sugirió que la periodización es un acto equilibrado entre la variación de entrenamiento y su estabilidad (monotonía o repetición). Por tanto, cuando se considera la periodización, la variación del entrenamiento es de una importancia fundamental. Las adaptaciones óptimas se logran en respuesta a la variación sistemática de las cargas de trabajo y su contenido. Si la variación que se establece es inadecuada, y el programa es monótono, el rendimiento no va a ser óptimo. Esto ocurre cuando el sistema nervioso no se ha sobrecargado lo suficiente como para estimular las adaptaciones fisiológicas (2019, p. 86, 89,101).

El profesor Mariano García enfoca a “romper la rutina y potenciar la motivación” (2003, p.182). Respecto a Weineck con este tipo de carga es que “se intenta aquí provocar, mediante modalidades de carga desacostumbradas, nuevas alteraciones de la homeostasis, con los consiguientes procesos de adaptación en el organismo del deportista” (2005, p.29).

2.1.5.5 Principio de la Multilateralidad.

Conocido también como principio de la transferencia, que significa que los efectos de determinados ejercicios pueden incidir sobre otros reforzándose

positivamente o perjudicándolos. Por ejemplo: Si se trabaja el subir gradas e inmediatamente se trabaja cuestas, estos 2 ejercicios casi similares no ayudarían a mejorar, por el contrario, sobre cargarían los músculos impulsores; en cambio si trabajamos subir cuestas y seguidamente se hace ejercicios de velocidad esto sí podría ser una complementación positiva. “Los técnicos deben estudiar meticulosamente estas posibles interferencias y ordenar las cargas de entrenamiento de forma que dichas interferencias sean mínimas y se pueda utilizar al máximo su poder multiplicador” (Cervera, 2011, p.7). En conclusión, la multilateralidad es beneficiosa si los ejercicios de carga se complementan o conllevan a mejorar otros grupos musculares, cuidando de no sobrecargar o no repetir los mismos ejercicios en una misma sesión o sesiones continuas.

2.1.5.6 Principio de la Especificidad.

O también llamado especialización o transferencias que significa que los ejercicios hechos en la etapa de preparación física general se transfieren como una base posterior al deporte específico, es en esta etapa general donde se puede alternar, combinar y probar otros deportes para fortalecer las diferentes capacidades y grupos musculares para posteriormente trabajar solo ejercicios específicos del deporte principal. Por ejemplo: Siendo atleta, en la etapa de preparación general podría practicarse ciclismo, natación, fútbol, básquet, etc., pero ya entrando al periodo especial se orientan los ejercicios al trabajo atlético propiamente dicho. Weineck en su libro Entrenamiento Total dice “Lo general tiene que anteceder siempre a lo específico” y también menciona que “lo general se ha de escoger siempre con vistas a las exigencias específicas de la disciplina de competición. Los contenidos del entrenamiento general, por imprescindibles que sean, contribuyen a mejorar la

capacidad de rendimiento específico y se deben elegir, por tanto, sin perder de vista el objetivo específico” (2005, p.35).

2.1.5.7 Principio de Continuidad o repetición.

Todas las cargas deben ser continuas para generar adaptación, la continuidad se debe hacer no para crear rutina, sino para no perder las capacidades ganadas anteriormente, hacer que el organismo se automatice y las células nerviosas recuerden el trabajo hecho con anterioridad, en su libro sobre Teoría del entrenamiento de la World Athletics dice “lo que no se usa, se pierde” (Thompson, 2009, p.53).

Al respecto Fritz Zintl dice que la adaptación definitiva solo se alcanza cuando, además del enriquecimiento en sustratos (energía), se hayan producido cambios también en otros sistemas funcionales (sistema enzimático, hormonal, etc.). El metabolismo de adaptación es relativamente rápido (2 a 3 semanas), los cambios estructurales requieren más tiempo (4 a 6 semanas), pero las directoras y reguladores que es el Sistema Nervioso Central-SNC necesitan hasta meses de adaptación (1991, p.23).

Es importante tener en cuenta que al aplicar una carga de entrenamiento esta tomara días y hasta semanas de adaptación en el organismo, ya que al aplicar un nuevo estímulo los cambios se dan a nivel celular y la alteración morfológica no es inmediata, por todo esto, el principio de continuidad tiene una importante relevancia en el proceso de adaptación.

La continua repetición hará que el movimiento se automatice, es decir, ya no tendremos que concentrarnos posteriormente para que se logre el dominio técnico.

2.1.5.8 Principio de carga y recuperación.

Es también conocido como el principio óptimo entre carga y recuperación, significa que la carga de entrenamiento debe tener una relación correcta con la recuperación post esfuerzo, para que haya una correcta adaptación las cargas y la recuperación deben estar bien equilibradas, la carga debe superar el umbral de esfuerzo para lograr adaptación, la recuperación deberá considerar un tiempo adecuado de recuperación para la aplicación de la siguiente carga, si el organismo no se recupera completamente podríamos sobrecargar al deportista con posibilidades de lesión o baja de rendimiento.

2.1.5.9 Principio de la Periodización.

Es importante considerar la etapa de entrenamiento en que se encuentra el deportista sea esta la etapa de preparación general, especial o transición antes de emitir juicios de rendimiento; por ejemplo existe mucha desinformación respecto a este tema, ya que solo el entrenador puede saber el nivel de rendimiento de sus entrenados y el periodo en que se encuentran, ni el periodismo, ni los aficionados, ni los apoderados o dirigentes de un equipo conocen la periodización y en qué nivel de rendimiento se encuentra determinado deportista o equipo, y por desconocimiento de periodización es que muchos entrenadores son cambiados por bajo rendimiento cuando los deportistas no rinden.

La carga no se puede mantener durante todo el año en la zona límite de la capacidad individual, esto es, el deportista no puede estar mucho tiempo en plena forma. Por este motivo la alternancia entre carga y descarga, entre aumento del volumen y descenso de la intensidad, etc., tiene que someterse a un ciclo periódico (Weineck, 2005, p. 33).

Se debe apuntar cuidadosamente de no llegar al 100% del rendimiento antes de la competición, y esto normalmente ocurre por desconocimiento de periodización y principios del entrenamiento del entrenador, considerar este punto ayudara a planificar mejor el entrenamiento.

Si la carga no se reduce y el organismo entra en un estado de sobre entrenamiento, se producirá una disminución incontrolada del rendimiento. En este caso se interrumpen los procesos bioquímicos, sobre todo, de índole oxidativa. (Jakowlew, 1977. P. 45).

2.1.5.10 Principio de la Individualidad.

Cada deportista es diferente a otro, no existe igualdad ni por edad, ni color, y ni siquiera en gemelos ya que cada organismo tiene diferente forma de reaccionar a las cargas y diferentes tiempos de recuperación de acuerdo sobre todo al nivel mental y personalidad del deportista, también se debe considerar los año de entrenamiento ya que las cargas no pueden ser iguales para atletas novatos que atletas de alto rendimiento; este principio recomienda no generalizar el entrenamiento para todos por igual, sino diferenciar a cada individuo dentro del grupo. En la etapa de preparación general podría aplicarse el mismo entrenamiento para todo el grupo, pero en la etapa especial se debe considerar este principio para evitar sobre entrenamiento y problemas de adaptación individual.

2.1.6 Métodos de Entrenamiento de Resistencia

El método de entrenamiento para la resistencia vendría a ser la forma como ejecutamos las actividades físicas para mejorar el rendimiento, estos métodos deben ser aplicados de forma programada, sistematizada y ordenada para lograr el rendimiento deseado.

En similares términos Zintl (1991) habla de “procedimientos programados que determina los contenidos, medios y cargas de entrenamiento en función del objetivo”. Por lo tanto, el método es un procedimiento, un modo de actuación, constituido por una serie de operaciones, que constituyen las formas ordenadas de la carga de entrenamiento, materializadas en técnicas operativas, descritas en actuaciones concretas, con el fin de obtener una adecuada dirección del entrenamiento (Wanceulen, 2010, p. 99).

En los últimos tiempos el entrenamiento de la resistencia ha sido objeto de especial atención. Dentro de su estudio y metodología, los métodos de entrenamiento han sido la base sobre la que se ha planteado la mejora de esta capacidad. Estos entrenamientos han evolucionado a lo largo de la historia y lo siguen haciendo, tanto en su concepción general y metodología como en sus objetivos y contenidos (Verdugo M. G., 2007, p. 372).

En conclusión, el método es la actividad a realizar para lograr un objetivo de rendimiento deportivo. Según el método contemporáneo podemos distinguir en forma general 2 tipos que son: los métodos continuos y fraccionados.

2.1.6.1 Métodos Continuos.

Son ejercicios constantes y sin interrupciones durante un tiempo determinado, según Zint dice que es “la aplicación de una carga ininterrumpida y efectiva para el entrenamiento a lo largo de un tiempo prolongado”. (1991, p. 110). Lo que se busca es generar resistencia motriz y adaptación de los procesos fisiológicos de sostener un ritmo en el tiempo. Ejemplo: Una carrera continua 60 minutos sin detenerse y a ritmo constante, esto generara resistencia de base y muy adecuado para la etapa de preparación general. “Su objetivo principal es perfeccionar las funciones vegetativas, ante todo las capacidades aeróbicas del organismo” (Tsvetan, 2001, p.

134). “utilizado en condiciones de trabajo equilibrado puede generalmente emplearse para aumentar las posibilidades aeróbicas y el desarrollo de la resistencia especial para el trabajo de duración media y grande” (Platonov, 2001, p. 239).

El método continuo puede ser de 2 tipos: método continuo uniforme y continuo variable.

2.1.6.1.1 Método continuo uniforme.

Es un método de resistencia aeróbica que se ejecuta sin cambios de ritmo, que busca mantener el nivel de esfuerzo estable y sin que la frecuencia cardiaca se incremente más del umbral aeróbico y que no genere deuda de oxígeno, la predominancia es el uso del sistema aerobio. Se puede dividir por su duración en largo, medio y corto, y por su intensidad en intensivo y extensivo.

Este método aplica cargas sin interrupción y efectiva, que generaran procesos fisiológicos que alteraran la economía técnica y el uso del sistema energético glucolítico y lipolítico. Es muy útil para el desarrollo de resistencia de base y muy recomendable para los periodos de preparación general. Además, contribuye mucho en la automatización del gesto de carrera por lo repetitivo y continuo. (Zintl, 1991, p. 110).

2.1.6.1.2 Método continuo variable.

Aunque este método es continuo incorpora variantes de ritmo como el Cross Country (campo a través y desniveles de terreno), cambios de ritmo tipo Fartlek (juego de ritmos) ya sean estos programados por tiempo, por distancia o por sensaciones del atleta.

2.1.6.2 Método Fraccionado.

Se conocen 3 tipos de métodos fraccionados como son los intervalos, las repeticiones y la competición. Por su intensidad pueden ser extensivos e intensivos,

por su duración son muy corto (60 y 80 metros), cortos (100, 200, 300 y 400 metros), medios (800 y 1500 metros), largos (5, 10 y 21 kilómetros), y muy largos (Maratón de 42,195 metros, ultra maratones). Son trabajos que conllevan esfuerzos sub máximos con recuperaciones por distancia o tiempo, como por ejemplo: 3x(10x400m en 1:30 con 2R)5R; esto significa correr 400 metros 10 veces en 1 minuto 30 segundos, y repetirlo 3 veces, con una recuperación de 2 minutos entre repeticiones, y 5 minutos entre series. Finalmente, el método de competición consiste en controles de determinadas distancias para lograr mejorar una marca personal o un objetivo de entrenamiento.

2.1.7 Capacidades Físicas

Las capacidades físicas son la base de la preparación física integral y estas se pueden dividir en 2: condicionales y coordinativas, dentro de las cuales existen coincidencias y discrepancias respecto a que algunas capacidades condicionales también son coordinativas como la flexibilidad, velocidad y fuerza, dejando sola a la resistencia como una capacidad netamente condicional del tipo energético. Es por esto que describiremos cada una de estas para mayor claridad.

2.1.7.1 Capacidades Físicas Condicionales.

El rendimiento físico está determinado por la combinación de 3 capacidades importantes como la Fuerza, La Resistencia y la Velocidad, la resistencia es determinante para las carreras de largo aliento, pero también para las pruebas de velocidad, fuerza, y otras. Por ejemplo: para llegar a la final de una carrera de velocidad de 100 metros planos en donde participan 100 países en un Mundial de Atletismo, cada país está representando por 2 participantes, se requerirán 5 series para llegar a la final (eliminatórias, semifinales y final), estas 5 series representan también resistencia para los velocistas porque se realizan 5 carreras en el lapso de 72

horas y el organismo requerirá poder soportar esta presión de competir 5 pruebas en 3 días al máximo. Estas capacidades se desarrollan en simultaneo en el periodo General y así crean la base para el periodo Especial “Nadie puede ser rápido sin antes estar fuerte” (Bompa, 2019, p. 63).

2.1.7.1.1 La Resistencia.

Sobre este tema, dedicaremos un capítulo completo más adelante, por ahora solo diremos que “El significado de resistencia se entiende, por lo general, como la capacidad de rendimiento ante el cansancio” (Hohmann/Lames/Letzelter, 2005, p.78). Esta capacidad es netamente condicional ya que corresponde al campo energético.

2.1.7.1.2 La Fuerza.

Es una de las capacidades condicionales de la que dependen otras capacidades, sin fuerza el éxito deportivo no se dará porque sin fuerza no se puede desarrollar velocidad ni resistencia, asimismo tiene mucha relación con la flexibilidad porque las fibras musculares deben ser elásticas y dinámicas; sin fuerza no habrá buen rendimiento deportivo.

Según Bompa, “El rendimiento físico está dominado por la combinación de la fuerza, la velocidad y la resistencia. La mayor parte de las actividades deportivas pueden clasificarse según su habilidad bio motoras dominante (Bompa, 2019, p. 249). Según Verkhoshansky (2002), “la fuerza es un resultado dinámico de cualquier movimiento deportivo que se manifiesta según sus componentes: velocidad de ejecución, resistencia que hay que vencer y duración del esfuerzo” (p. 253).

Respecto al movimiento Platonov entiende que es la capacidad para vencer o contrarrestar una resistencia mediante la actividad muscular. La fuerza puede manifestarse en régimen isométrico (estático) del trabajo muscular cuando durante la

tensión no varía su longitud, y en régimen isotónico (dinámico) cuando la tensión provoca un cambio de longitud de los músculos. En el régimen isotónico se distinguen dos variantes: concéntrica, en la que la resistencia se vence con una tensión de los músculos y una disminución de su longitud, y excéntrica, en la que la resistencia se realiza con una extensión del músculo y un aumento de su longitud. (2001, p. 319).

En relación a la biomecánica y desde el punto de vista físico dice que “es una variable mecánica derivada de la masa, la distancia y el tiempo. La fuerza y la potencia son las variables mecánicas más utilizadas en el contexto del entrenamiento deportivo. Desde una perspectiva física, podemos definir la fuerza como la acción que produce cambios en el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo o bien que produce deformaciones, siendo su formulación $F = \text{masa} \times \text{aceleración}$. La potencia establece la relación entre el trabajo realizado por unidad de tiempo, siendo su formulación $P = \text{fuerza} \times \text{velocidad}$. (Legaz Arrese, 2012, p. 147).

La fuerza se puede dividir en: fuerza máxima, fuerza-explosiva, fuerza reactiva y fuerza-resistencia, cada una de ellas tiene variantes las cuales detallamos:

La Fuerza Máxima es la capacidad de mover grandes cantidades de peso en una contracción, esto significa tener la capacidad muscular para la ejecución del movimiento a un nivel sub máximo de la capacidad de fuerza individual. Su entrenamiento está orientado a deportes como la halterofilia, lanzamiento de martillo o bala, los saltos verticales y horizontales, deportes de lucha como el box, etc.

La fuerza máxima que un deportista puede mostrar depende de siete conceptos clave: 1) el número de unidades motoras implicadas (reclutamiento), 2) el porcentaje de disparo de la unidad motora (porcentaje de codificación), 3) la cantidad de sincronización de las unidades motoras, 4) la utilización del ciclo estiramiento-

acortamiento, 5) el grado de inhibición neuromuscular, 6) el tipo de fibra muscular y 7) el grado de hipertrofia muscular (Bompa, 2019, p. 253).

La Fuerza Velocidad o Fuerza Rápida tiene que ver con la “capacidad del sistema neuromuscular para mover el cuerpo, partes del cuerpo (p. ej., brazos, piernas) u objetos (p. ej., balones, pesos, jabalinas, discos, etc.) con velocidad máxima” (Weineck, 2005, p. 217).

La Fuerza Explosiva es la capacidad del sistema neuromuscular para desarrollar el mayor grado de fuerza posible en un espacio de tiempo lo más corto posible. Alguna similitud con la fuerza explosiva la tiene la fuerza reactiva que es la capacidad del músculo para volver a trabajar de nuevo concéntricamente a partir de una contracción excéntrica. Esto se denomina también trabajo en el ciclo de estiramiento-acortamiento y constituye una forma de fuerza explosiva especial e individual (Hüter-Becker, 2006, p. 275).

La Fuerza Resistencia es la capacidad para mantener índices de fuerza moderada durante el mayor tiempo posible. El nivel de la fuerza-resistencia se traduce por la capacidad del deportista para vencer la fatiga, realizar un gran número de repeticiones de los movimientos o una aplicación prolongada de fuerza en condiciones de contracción a una resistencia externa. La fuerza-resistencia figura entre las cualidades más importantes que determinan el resultado en la mayoría de las disciplinas de los deportes cíclicos y de resistencia, (Platonov, 2001, p. 324).

La fuerza resistencia es la capacidad para resistir a la fatiga cuando se realizan rendimientos de fuerza prolongados que superan el 30% de la fuerza máxima (Martin, 1991, Schmidtbleicher, 1987). Depende del grado de fuerza máxima y de la capacidad local tanto aeróbica como anaeróbica. Por encima del límite del 30% se

necesita cada vez más la obtención anaeróbica de la energía (resistencia anaeróbica) (Hüter-Becker, 2006, p. 273).

Otras clasificaciones de fuerza son: Fuerza Absoluta, fuerza isométrica básica, fuerza dinámica básica y relativa, fuerza máxima excéntrica, fuerza explosiva y fuerza explosiva elástica, fuerza explosiva elástica reactiva que serán temas a tratar en el futuro, (Hüter-Becker, 2006, p. 273).

2.1.7.1.3 La Velocidad.

La importancia de la velocidad es tal que muchos entrenadores decían hace 3 décadas atrás que si una persona no hereda genéricamente velocidad, no podría ser capaz de destacar deportivamente en ningún deporte. El concepto ha cambiado, porque hoy a pesar de tener la ventaja genética se puede considerar que la velocidad se puede desarrollar con entrenamiento y condiciones apropiadas. El hombre andino por lo general no cuenta con esta velocidad genética, por lo que su orientación está dada para los deportes de resistencia.

Analizaremos diferentes conceptos de especialistas como Platonov y Bulatova (2001, p. 197) quienes la definen como un conjunto de propiedades funcionales que permiten ejecutar las acciones motoras en un tiempo mínimo. Grosser (1992) la define como la capacidad de conseguir, en base a procesos cognoscitivos, máxima fuerza volitiva y funcionalidad del sistema neuromuscular, una rapidez máxima de reacción y de movimiento en determinadas condiciones establecidas. Además, establece una diferenciación entre velocidad motriz y una velocidad de acción, lo que otros autores en este apartado conceptualizan como velocidad y rapidez. “La velocidad es una de las principales formas de trabajo motor que, al igual que la flexibilidad, se puede clasificar entre las capacidades condicionales –resistencia y fuerza– y también entre las capacidades coordinativas”(p. 14).

La teoría del entrenamiento considera la velocidad como una capacidad compleja (no elemental) de la condición física. Por ello se define, .por ser más completa, como la capacidad de reaccionar con máxima rapidez frente a una señal y lo de realizar movimientos con máxima velocidad. En el concepto de la velocidad física: $\text{velocidad} = \text{espacio} / \text{tiempo}$ (Manfred Grosse, 1986, p. 104).

Al respecto otros autores diferencian la velocidad de la rapidez “es la velocidad como la medida que un atleta puede esprintar en distancias cortas, mientras que estiman que la rapidez es la capacidad de un deportista para realizar movimientos específicos en el menor tiempo posible” (Dintiman, Ward y Tellez, 2001).

Esta aproximación al intento de clasificación (velocidad y rapidez) proviene de la propuesta de Martin, Carl, y Lehnertz (2001) que establece una distinción entre velocidad de reacción y velocidad de acción y en esta distinguimos entre velocidad máxima acíclica y velocidad máxima cíclica (p. 234).

Otras referencias bibliográficas sobre la velocidad como la de Bompa dice que es la capacidad de cubrir una distancia rápidamente. La habilidad para moverse con rapidez, en línea recta o en diferentes direcciones (cambios de dirección), es un componente integral del rendimiento con éxito en una gran variedad de deportes. La carrera en línea recta se puede desglosar en tres fases: aceleración, alcance de la velocidad máxima y mantenimiento de la velocidad máxima. La aceleración es la velocidad de inicio, y la velocidad máxima se alcanza entre el 70 a 80% del tramo recorrido, y finalmente para mantener la velocidad esta se logra luego de alcanzar la velocidad máxima y mantenerla hasta la parte final (2019, p. 327).

2.1.7.1.4 La Flexibilidad.

Conocida también como movilidad, elasticidad o movilidad articular, es la capacidad del atleta de realizar movimientos articulares con gran amplitud usando la elasticidad muscular, capacidad de estiramiento y flexibilidad.

Al respecto, veremos algunas definiciones, “La flexibilidad comprende propiedades morfo funcionales del aparato motor que determinan la amplitud de los movimientos del deportista. El término “flexibilidad” es más adecuado para valorar la movilidad general de las articulaciones de todo el cuerpo” (Platonov, 2001, p. 310). “La movilidad es la capacidad y cualidad del deportista que le permite efectuar movimientos de una gran amplitud de recorrido, por sí mismo y bajo el influjo de fuerzas de apoyo externas, en una o en varias articulaciones” (Weineck, 2005, p. 439). “La movilidad es la máxima capacidad de movimiento de una o más articulaciones dentro de los límites fisiológicos” (Hollman, 1990). “La elasticidad es la capacidad de un tejido o de una articulación para volver a la longitud inicial o posición no forzada una vez cesan las fuerzas que los mantenían deformados” (Legaz Arrese, 2012, p. 630).

Existen varios tipos de movilidad entre las que tenemos la Movilidad General, cuando comprende grupos articulares amplio como los grupos musculares isquiotibiales (que inicia desde el lumbar hasta el tendón de Aquiles), la coxofemoral (toda la articulación de la cadera y fémur) y de la mano (falanges, carpíes y metacarpianos), etc. Movilidad Específica, cuando comprende una articulación concreta como el codo, rodilla, cuádriceps, el bíceps, etc. La movilidad Activa, cuando la amplitud del movimiento es máxima y se ejecuta por las mismas fuerzas del musculo, y porque el deportista es capaz de conseguir con la contracción del musculo agonista o protagonista (es cuando la articulación se mueve por acción de

los músculos que la limitan), y antagonista (articulación que se opone al agonista) y el sinergista (que ayuda a la acción muscular directa o estabilizando los anexos musculares) (Weineck, 2005, p. 439).

Con el concepto de movilidad pasiva entendemos la amplitud de movimiento máxima, en una articulación, que el deportista sea capaz de conseguir bajo el influjo de fuerzas externas (compañero, aparatos), con la sola capacidad de estiramiento y de relajación de los antagonistas (Harre, 1976, p. 172).

Una movilidad demasiado limitada inhibe la realización libre de los movimientos, provocando una pérdida de energía y una reducción de la calidad coordinativa. Aumenta la probabilidad de lesiones musculares y puede dar lugar a una carga articular no fisiológica (aumento de la compresión y alteración de la mecánica articular. La movilidad está determinada por los siguientes factores: estructura articular (huesos, superficies articulares), estructuras conectivas (cápsulas articulares, ligamentos, tendones, piel), y aspectos mecánicos y neuronales de la musculatura.) También la psique, la edad y el sexo, la temperatura y la hora del día tienen influencia sobre la movilidad. (Hüter-Becker, 2006, ps. 297-298).

Concluiremos diciendo que elongar o estirar aumenta la temperatura del musculo y del tejido conectivo, aumentando la circulación sanguínea y el transporte de nutrientes, permitiendo mayor elasticidad de los tejidos musculares que ayudaran a mejorar el rendimiento deportivo.

2.1.7.2 Capacidades Físicas Coordinativas.

Se caracterizan en primer orden por el proceso de regulación y dirección de los movimientos. Constituyen una dirección motriz de las capacidades del hombre y sólo se hacen efectivas en el rendimiento deportivo, a través de la unidad con las capacidades físicas condicionales. Vienen determinadas por los procesos de

dirección del sistema nervioso y dependen de él. Capacidades coordinativas. Las capacidades coordinativas son reguladores y conductores del sistema nervioso central según Hirtz, la capacidad de coordinación es regulada por procesos de regulación y conducción del movimiento (1981, p. 347).

Son aquellas que se realizan conscientemente en la regulación y dirección de los movimientos, con una finalidad determinada, estas se desarrollan sobre la base de determinadas aptitudes físicas del hombre y en su enfrentamiento diario con el medio.

Es la capacidad que posee el hombre de combinar en una estructura única varias acciones. Esta capacidad está estrechamente relacionada con las demás capacidades coordinativas y esta es muy importante producto de los cambios típicos que presenta el hombre en su desarrollo, o sea, en la niñez, la juventud, la adultez y la vejez. Esto lo podemos ver más claramente en los deportes, pues al ejecutar cualquier técnica deportiva se pone de manifiesto, por ejemplo: en el acoplamiento de los movimientos de los brazos y las piernas durante una carrera de 100 mts. la coordinación influye significativamente en los resultados deportivos en la mayoría de las disciplinas deportivas. En el desarrollo de ella juega un papel importante la capacidad de Anticipación.

Las capacidades motrices se interrelacionan entre si y solo se hacen efectivas a través de su unidad, pues en la ejecución de una acción motriz, el individuo tiene que ser capaz de aplicar un conjunto de capacidades para que esta se realice con un alto nivel de rendimiento.

2.1.7.2.1 La Coordinación.

La coordinación constituye un factor fundamental en la capacidad de rendimiento motor. Es su efecto el que hace que el resto de las características motrices fundamentales sean eficaces para alcanzar un determinado objetivo de movimiento.

Cuanto mejor es la coordinación del desarrollo de un movimiento, menos fuerza se necesita para conseguir un objetivo de movimiento. Por tanto, una buena coordinación permite una realización económica en biomecánica, con lo cual se reducen, entre otras cosas, los riesgos de fatiga y lesiones. La coordinación permite armonizar las diversas partes del cuerpo en un movimiento (capacidad de acoplamiento), la exactitud de los movimientos (capacidad de diferenciación), la capacidad para mantener el equilibrio, la capacidad para seguir un ritmo y la capacidad de reacción. (Hüter-Becker, 2006, p. 286).

Las capacidades coordinativas (sinónimo: agilidad) son capacidades determinadas sobre todo por la coordinación, esto es, por los procesos de regulación y conducción del movimiento (Hirtz, 1981, p. 348). Habilitan al deportista para dominar de forma segura y económica acciones motoras en situaciones previstas (estereotipos) e imprevistas (adaptación), y para aprender los movimientos deportivos con relativa velocidad (Frey, 1977, p. 356).

2.1.7.2.2 La agilidad.

Esta es la capacidad que tiene un individuo para solucionar con velocidad las tareas motrices planteadas. En el desarrollo de la Agilidad está presente la relación con las demás capacidades y la coordinación existente entre ellas. En el momento de resolver una tarea motriz pueden estar presentes varias de esas capacidades abordadas anteriormente. Esta capacidad se desarrolla bajo del Sistema Energético Anaerobio, requiriendo una gran intensidad de la velocidad durante los movimientos, pues generalmente se desarrolla a través de complejos de ejercicios variados y matizados por constantes cambios en la dirección de los mismos, esta capacidad contribuye a la formación de destrezas y habilidades motrices y uno de los métodos más eficaces, es el juego.

2.1.7.2.3 El equilibrio.

Es la capacidad que posee el individuo para mantener el cuerpo en equilibrio en las diferentes posiciones que adopte o se deriven de los movimientos, cualquier movimiento provoca el cambio del centro de gravedad del cuerpo.

2.1.7.2.4 El Ritmo.

Esta no es más que la capacidad que tiene el organismo de alternar fluidamente las tensiones y distensión de los músculos por la capacidad de la conciencia, el hombre puede percibir de forma más o menos clara los ritmos de los movimientos que debe realizar en la ejecución de un ejercicio y tiene la posibilidad de influir en ellos, de variarlos, diferenciarlos, acentuarlos y crear nuevos ritmos.

2.1.7.2.5 Anticipación.

Es la capacidad que posee el hombre de anticipar la finalidad de los movimientos y se manifiesta antes de la ejecución del movimiento. Existen dos tipos de anticipación, las cuales son: Anticipación Propia: Esta se manifiesta de forma morfológica cuando se realizan movimientos anteriores a las acciones posteriores, por ejemplo: durante la combinación de la recepción del balón y antes de esas acciones el individuo realiza movimientos preparatorios antes y durante la acción del recibo Anticipación Ajena: Es la que está relacionada con la anticipación de la finalidad de los movimientos de los jugadores contrarios, del propio equipo y del objeto (balón) y está determinada por condiciones determinadas, ejemplo: en el Fútbol, el portero en un tiro de penal presupone hacia qué dirección se efectuará el tiro y se lanza hacia esa dirección y es aquí donde se observa esta capacidad (WIKIPEDIA, 2020).

2.1.8 *Planificación del Entrenamiento*

La planificación es la organización anticipada de un proyecto a iniciar, planificar es tener visión de lo futuro, es tener prospectiva, al respecto veremos algunos conceptos.

Manfred Grosser dice que “La planificación y el desarrollo del alto rendimiento es la coordinación sistemática, científicamente apoyada a corto y largo plazo de todas las medias necesarios de programación, realización, control, análisis y corrección, con el fin de alcanzar un rendimiento óptimo. (1986, p. 13).

Planificación de entrenamiento significa anticiparnos en nuestro fuero interno por medio de un modelo abstracto a un proceso de entrenamiento. Como componente básico de la dirección del entrenamiento se encuentran, en esta instancia, todas las decisiones previas para el objetivo del entrenamiento, la estructura del entrenamiento y el transcurso del entrenamiento (incluida la ejecución, el control y la valoración del entrenamiento. (Hohmann/Lames/Letzelter, 2005, p. 203). Planificar a última hora no es lo más conveniente en entrenamiento.

La planificación del entrenamiento es un procedimiento destinado a conseguir un objetivo de entrenamiento, que tiene en cuenta el estado de rendimiento individual y se inscribe en un proceso de entrenamiento a largo plazo, previsor, sistemático y orientado en función de las experiencias prácticas del entrenamiento y de los avances en la ciencia del deporte. Las características más importantes de la planificación del entrenamiento son su adaptación continua, su organización en fases temporales y la periodización de la carga deportiva (Starischka, 1988, p. 7). “Planificar significa alejarse lo más posible de toda improvisación organizando, en la medida de lo posible y de forma ordenada, el devenir de los acontecimientos al objeto de lograr unos fines, objetivos o metas previamente determinados” (Mestre, 1997). Nada de lo que ocurre

durante el entrenamiento debe ser accidental; las respuestas han de producirse como resultado del diseño de un plan de trabajo. El antiguo adagio de «si no planificas, estas planificando el fallo» es cierto en los procesos de entrenamiento. Entrenar consiste en añadir estímulos de trabajo que provocan respuestas fisiológicas específicas, e incluyen recuperación, la cual permite al deportista que se adapte al estímulo de entrenamiento (Bompa, 2019, p. 130).

Según el tiempo la planificación es un proceso de mediano y largo plazo, esto significa que ninguna planificación cortoplacista tendrá resultados sostenibles, normalmente en países con desarrollo en deporte se trabajan con 1 a 2 ciclos olímpicos de anticipación al objetivo de competencia, esto quiere decir 4 a 8 años antes, al respecto Grosser dice que “La planificación de la evolución del rendimiento a largo plazo se fija en seis-ocho años” (Manfred Grosser, 1986, p. 10). Ninguna planificación a corto plazo servirá para sostener proyectos deportivos, podría haber resultados a corto plazo, pero esto también podría darse por aspecto del talento innato del deportista, pero no será sostenible en el tiempo si no hay planificación a largo plazo.

2.1.8.1 La Periodización del Entrenamiento.

Se entiende también por las etapas, fases o ciclos de entrenamiento que corresponde al aspecto cronológico de la planificación, aunque el entrenamiento se trabaja día a día, sesión a sesión, este debe tener un objetivo en el tiempo lo cual denominaremos la vida deportiva.

2.1.8.1.1 Las actividades.

Son las tareas o ejercicios a realizar en una sesión, que pueden ser las capacidades a desarrollar como la fuerza, velocidad, resistencia, flexibilidad, coordinación, etc.

2.1.8.1.2 La Sesión de entrenamiento.

Es la parte más pequeña del eslabón de la planificación, la cual consiste en el trabajo del día a realizar, algunos días podrían tener doble o hasta triple sesión, pero su número dependerá del nivel del deportista. Según el tipo de carga las sesiones pueden ser de desarrollo, mantenimiento, recuperación, complementaria, competición y de evaluación y control. Una sesión típica comprende 3 fases: calentamiento, actividad principal y des calentamiento o vuelta a calma.

2.1.8.1.3 El Microciclo.

Los microciclos permiten dirigir con precisión al deportista hacia el objetivo previsto. Por ello constituyen la célula básica del entrenamiento y a partir de ellos se dirige el proceso de adaptación. En la mayoría de casos, la dinámica interna de los microciclos esta ajustada a un ritmo de trabajo semanal, aunque los microciclos pueden estructurarse también en periodos inferiores de 3 a 5 días, o incluso superiores de 10 a 14 días. Existen diferentes microciclos como: inicial o regenerativo, base, de desarrollo, control, perfeccionamiento, competición, pre competitivo y de transición (Cervera, 2011, p. 49).

2.1.8.1.4 El Mesociclo.

Constituyen los ciclos de entrenamiento intermedios y tiene una duración de 3 a 6 semanas. A través de ellas se consigue el ajuste de los contenidos del entrenamiento. Cuando se agrupan 3 a 4 microciclos nos encontramos con un macrociclo, y cada uno de ellos debe centrarse en una serie de objetivos genéricos que han de guardar entre si una línea de continuidad (Cervera, 2011, p. 48).

2.1.8.1.5 *El Macrociclo.*

Es la unión de 2 a 4 meso ciclos, y esta corresponde a periodos largos de bimestres, trimestres o semestres, o incluso según algunos metodólogos mencionan que son un conjunto de periodos anuales.

2.1.8.1.6 *El Ciclo plurianual.*

Es la unión de varios macro ciclos, dentro de los ciclos plurianuales podríamos también considerar los ciclos olímpicos que comprenden 4 años, coincidiendo estos con los inicios de los Juegos olímpicos que se realizan cada 4 años, la unión de muchos ciclos olímpicos corresponde a la planificación de la Vida deportiva.

2.1.8.1.7 *La vida deportiva.*

Comprende el período de tiempo desde el momento en el que un individuo comienza a realizar deporte hasta que deja la actividad de forma competitiva (abandona la práctica o se dedica sin aspiraciones competitivas de alto rendimiento), (García Verdugo, 2003, p. 552).

2.1.8.2 *El Sistema de Entrenamiento Contemporáneo (ATR).*

No tocaremos el sistema de entrenamiento tradicional ya que está bastante difundido, pero si hablaremos del modelo de planificación contemporáneo conocido como ATR, este se crea en la década del 80 gracias a Issurin y Kaverin. Su utilización muy aceptada por muchos entrenadores es que presenta mejores alternativas de planificación ya que tiene la ventaja de apuntar a varios picos de rendimiento dando la posibilidad de tener varios macro ciclos en un año. Las siglas ATR significan Acumulación, Transformación y Realización. En el modelo tradicional el desarrollo de las capacidades se trabaja en forma individual y específica lo cual extendía el tiempo de preparación a muchos meses, la diferencia es que en el modelo ATR las

capacidades se trabajan simultáneamente y por periodos de tiempo cortos (microciclos), y las capacidades débiles (cargas concentradas) se trabajan más, y las capacidades fuertes (cargas acentuadas) con menor intensidad. En conclusión, el ATR trabaja las capacidades débiles hasta agotarlas primero, y luego las capacidades fuertes con lo que queda de reserva, esto permite trabajar en pocos microciclos un entrenamiento más dirigido y especial desde la etapa de Acumulación.

Otra gran ventaja es que el sistema ATR permite competir en varios momentos del año, como es el ámbito nacional en donde hay muchas competiciones repartidas en todo el año, permitiendo cumplir con los compromisos competitivos. Las 3 partes del ATR son:

2.1.8.2.1 Acumulación.

Conocida también como etapa de Preparación Física General, base, pre temporada, almacenamiento o preparación para entrenar. A diferencia del modelo tradicional en donde entrenabas 3 a 6 meses para ponerte en forma, la Acumulación tiene la ventaja que se puede desarrollar en un meso ciclo de 4 a 8 micro ciclos, disminuyendo el largo tiempo que demandaba el sistema tradicional en la etapa de preparación general, la desventaja es que no puedes sostener por mucho tiempo la etapa de competencia o realización, ya que no tienes una base extensa, debiendo reiniciar una nueva Acumulación para no perder las capacidades débiles. Predomina el volumen sobre la intensidad con micro ciclos de cargas acentuadas, y el desarrollo de capacidades físicas condicionales (fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad), incidencia en el metabolismo, trabajos de halterofilia, la fuerza resistencia general aeróbico y mixto, circuitos, gimnasia, etc.

2.1.8.2.2 *Transformación.*

Es la segunda etapa conocida también como preparación especial, a diferencia del modelo tradicional que comprendía 3 a 4 meses, este meso ciclo es de 4 a 6 micro ciclos, y donde se dispone el trabajo específico del deporte para poder ponerlo a punto para la pre competencia. A diferencia del Acumulativo aquí predominara la intensidad sobre el volumen y se priorizan los micro ciclos de impacto y carga, en donde la resistencia, la fuerza resistencia específica, velocidad específica, técnica en fatiga y la flexibilidad serán prioridades a desarrollar. Se puede competir pero como entrenamiento y no como competencia fundamental.

2.1.8.2.3 *Realización.*

Es la última etapa que comprende 2 a 6 micro ciclos como máximo, conocida también como competitiva donde predomina el micro ciclos de competencia, activación y recuperación, aquí se entrena la resistencia competitiva, fuerza resistencia competitiva con incidencia en el lactato, metabolismo mixto, velocidad resistencia y competencia, flexibilidad y técnica en fatiga. Luego de esta etapa se entrará en la fase de transición o recuperación que comprenderá 2 a 4 micro ciclos dependiendo del nivel del atleta o la prueba realizada.

2.1.9 *La Resistencia.*

Es una de las capacidades condicionales determinantes para el rendimiento, veremos lo que mencionan muchos autores sobre la resistencia: “capacidad de rendimiento ante el cansancio” (Hohmann/Lames/Letzelter, 2005, p. 64), “capacidad del deportista de ejecutar de forma prolongada un trabajo muscular sin que disminuya su eficacia” (Verkhoshansky Y. 2002, p. 277), “la capacidad de producir, de forma continuada y durante mucho tiempo, una potencia específica o una velocidad determinada” (Bompa, 2019, p. 287), “Por resistencia entendemos normalmente la

capacidad del deportista para soportar la fatiga psicofísica” (Weineck, 2005, p. 131), “capacidad de soportar un cansancio” (Manfred Grosser, 1986, p. 120), “la capacidad para realizar un ejercicio de manera eficaz, superando la fatiga que se produce” (Platonov, 2001, p. 372); Hüter-Becker (2006, p. 262) cita lo siguiente “La resistencia se refiere a la capacidad del organismo para soportar la fatiga, es decir, su capacidad para mantener un rendimiento determinado durante tanto tiempo como sea posible” (Hollman, 1990), “capacidad del individuo para conservar durante largo tiempo su capacidad de trabajo, independientemente de la naturaleza del trabajo efectuado” (Tsvetan, 2001, p. 209). Según Legaz Arrese (2012) en su libro “Manual de Entrenamiento Deportivo” define como la capacidad psicofísica para resistir la fatiga aguda. Es objetivo también de la resistencia la capacidad de recuperación después de los esfuerzos tanto en el contexto de una sesión de entrenamiento o competición como entre diferentes sesiones o días de competición (p. 333).

Por todos estos conceptos mencionados, la fatiga vendría a ser la variable limitante del rendimiento, lo que significa que el entrenamiento debe retardar la aparición de la fatiga para un rendimiento eficaz. Existen diferentes tipos de fatiga dependiendo del deporte, por ejemplo, la resistencia de un maratonista es muy diferente a la resistencia de un velocista, por lo que aclararemos estas diferencias en el presente trabajo. Podemos también concluir que la resistencia es la capacidad de resistir la fatiga, y la capacidad de recuperarse de la fatiga en el menor tiempo (anabolismo). Según Verkhoshansky (2014), “la resistencia se desarrolla solo si durante la actividad se lleva al organismo al máximo nivel de cansancio” (p. 278), esto significa que la carga debe ser eficaz para generar el impacto fisiológico y la adaptación posterior. La resistencia tiene una vertiente energética, coordinativa,

biomecánica y psicológica, es por esto que teniendo el gesto de movimientos cíclicos, se deberá enfocar el no perder la biomecánica para mantener el rendimiento.

2.1.9.1 La Fatiga.

La relación fatiga y resistencia es estrecha, ya que la resistencia está limitada por la aparición de la fatiga, y esta es determinante para mejorar la resistencia y su entrenabilidad mejorara su nivel de resistencia. La Fatiga es conocida también como cansancio, fatigabilidad o agotamiento viene a ser el factor limitante del rendimiento, veremos lo que piensan algunos metodólogos al respecto:

“La fatiga se percibe como una disminución pasajera (reversible) de la capacidad de rendimiento, Tradicionalmente se diferencia la fatiga central (SNC = sistema nervioso central) de la fatiga periférica (musculatura)” (Hohmann, 2005). Hay que considerar la fatiga como el complejo proceso que abarca todos los niveles de la actividad del organismo (molecular, sub celular, celular, orgánico, del sistema y del organismo) y que se manifiesta en el conjunto de los cambios relacionados con las transformaciones de la homeostasia, los sistemas reguladores, vegetativo y ejecutivo, como el desarrollo del sentido del cansancio y la disminución temporal de la capacidad de trabajo (Platonov, 2001, p. 261). Según García Verdugo es un estado de alarma o de defensa que manifiesta el organismo antes esfuerzos intensos o prologados y que produce inhibición de estos. Este fenómeno produce limitaciones en el rendimiento cualquiera que fuesen las características de la especialidad (García Verdugo, 2003, p. 92).

El doctor Fritz Zintl (1991) dice que las posibles causas del cansancio pueden ser:

- Disminución de las reservas energéticas (fosfocreatina, glucógeno).

- Acumulación de sustancias intermedias y terminales del metabolismo (lactato, urea).
- Inhibición de actividades enzimáticas por sobre acidez y cambios en las enzimas.
- Desplazamiento de electrolitos (potasio, calcio).
- Disminución de las hormonas (adrenalina, dopamina).
- Cambios en los órganos celulares (mitocondrias, núcleo y célula).
- Procesos inhibidores a nivel del SNC (p. 28).

La fatiga se percibe como una disminución pasajera (reversible) de la capacidad de rendimiento. Además, se puede diferenciar de una gran cantidad de tipos de fatiga y aún hoy en día no se ha aclarado con detalle cuáles son las causas de la pérdida de rendimiento. Tradicionalmente se diferencia la fatiga central (SNC = sistema nervioso central) de la fatiga periférica (musculatura). En caso de esfuerzos complejos se llega antes a un agotamiento central, y en caso de una incorrecta situación de entrenamiento o de un esfuerzo local aparece antes una fatiga periférica. (Hohmann/Lames/Letzelter, 2005, p. 64).

2.1.9.2 Tipos de Fatiga.

Según la Universidad de Triatlón de México (2017), existen 3 tipos de fatiga las cuales son: Fatiga Aguda, que se presente en el mismo entrenamiento o inmediatamente terminado el entrenamiento, aparece en la misma sesión cuando los músculos requieren descansos breves, o cuando la Frecuencia Cardíaca demanda unas pausas, o cuando el Lactato se elevó y requiere un tiempo de recuperación para disminuir su nivel de mmol. La Fatiga Sub Aguda, que se presenta terminado el entrenamiento, en donde los sistemas fisiológicos, morfológicos, energéticos y los musculares entran en estado de anabolismo, logrando compensarse unas horas

después del entrenamiento, la fatiga sub aguda corresponde al estado de supercompensación. Fatiga Crónica, es la que aparece posteriormente al entrenamiento por la falta de una debida adaptación, es esta fatiga la que podría denominarse sobre entrenamiento, ya que genera malestar físico y mental en el deportista e incluso podría afectar su salud (p. 32).

El metodólogo Mariano García (2003), menciona que existen 2 tipos de Fatiga: la fisiológica y la patológica. La Fisiológica es una reacción a un proceso de carga que desajusta uno o varios sistemas del organismo, pero que por su nivel, permite a este reaccionar de forma positiva, es decir, mediando la adaptación. Este es el efecto que se debe provocar cuando se establecen cargas para entrenar y en él está basado el síndrome general de la adaptación, y la Patológica es el efecto de una carga aislada o sucesión de ellas que, por rebasar los límites de tolerancia de forma continua, provoca alteraciones a veces irreversibles o muy difíciles de subsanar, y que repercuten negativamente en la propia salud (García Verdugo, p. 93).

2.1.9.3 Indicadores de la Resistencia.

Existen muchos indicadores para determinar el nivel de Fatiga, estos indicadores nos ayudaran a determinar el nivel de esfuerzo logrado, siendo estas: la Frecuencia Cardiaca, la Ventilación Pulmonar y el nivel de Lactato, las vemos a continuación:

2.1.9.3.1 Frecuencia Cardiaca.

Este indicador es accesible porque podríamos usar un pulsómetro o un GPS que incorpora este medidor de pulso cardiaco, también podríamos usar un sistema manual de campo tomando el pulso en el cuello a la altura de la manzana de Adán, usando el dedo índice o medio. Es un buen referente de los niveles de reposo y esfuerzo logrado en un entrenamiento. La mayor parte de biografía coincide en que la pulsación máxima de una persona es 220 menos su edad biológica (220-edad) en varones, otros

hacen la diferencia con las mujeres que tienen la máxima pulsación en valores de 226 menos su edad biológica (226-edad). Esta fórmula es propuesta por metodólogos, médicos y fisiólogos del entrenamiento que hacen sus estudios a nivel del mar, pero algo que no mencionan es si este se puede aplicar en altitud ya que hemos encontrado diferencias.

2.1.9.3.2 La Ventilación Pulmonar.

Es la cantidad de respiraciones en un minuto, se puede hacer con un espirómetro o manualmente colocando la palma de la mano al frente de la nariz y contando las veces que se respira. Se pueden tomar en estado de reposo o esfuerzos máximos. Asimismo, esta ventilación tiene sus alteraciones por la altitud.

El ejercicio incrementa la frecuencia y amplitud de la respiración (polipnea e hiperpnea), a veces incluso antes de iniciar el movimiento en si, como respuesta a estímulos centrales que desencadenan una hiperventilación. Se intenta suplir la demanda aumentada de oxígeno durante la actividad física, y para ello el entrenamiento produce adaptaciones en el sistema respiratorio aumentando el volumen pulmonar y la capacidad inspiratoria y reduciendo el volumen pulmonar residual (Belman, 1980; Robindo, 1082).

La frecuencia respiratoria (FR) en reposo de una persona es de 12 a 15 respiraciones por minuto (rpm), pero durante el ejercicio la FR puede alcanzar 35 a 45 rpm, llegando hasta 60 a 70 rpm en deportista de alto nivel.

El nivel de Lactato.

El lactato descubierta por Scheele en 1780, en estado de reposo está presente en valores estándar de 1-1,5 mmol/L, cuando nos ejercitamos moderadamente el nivel de lactato se incrementa a mas de 2 mmol/L, pero cuando los niveles de esfuerzo aumentan el nivel de lactato sobrepasan los 4 mmol/L (umbral aeróbico-anaeróbico),

aunque se puede mantener un equilibrio entre su producción y eliminación cuando se sobrepasa los 4 mmol/L el organismo entra en fase anaeróbica. El aumento del lactato se produce a través de la circulación en varios tejidos como el músculo cardíaco, esquelético y cerebro, y para el metabolismo oxidativo en el hígado y el riñón por la gluconeogénesis. “El ácido láctico más que producto de desecho, debe considerarse una valiosa fuente de energía. El ácido láctico se convierte en ácido pirúvico y se utiliza como fuente de energía a través de la gluconeogénesis” (Bazán, 2014, p. 920).

Se toma con un lactómetro que normalmente no es accesible por el costo del aparato y la falta de reactivos, normalmente este nivel de lactato se toma con la extracción de sangre para medir el nivel de mili moles (mmol/L) alcanzados y se toman antes del esfuerzo, en el esfuerzo mismo y post esfuerzo. Esta medición es la más exacta de todas las anteriores, pero no accesible por sus altos costos.

Como consecuencia del déficit de oxígeno y del uso prolongado de la vía anaeróbica, se acumula en músculo y sangre una sobretasa de ácido láctico, que termina alterando el PH e interfiriendo en los procesos enzimáticos de la contracción muscular, dificultándola, lo que obliga al atleta a reducir o cesar en la actividad. Se consideran normales los valores entre 1 y 1,7 mmol/litro de lactato en sangre, y se supone que los registros máximos pueden alcanzar niveles de 24 mmol/litro, aunque no todos los autores están de acuerdo en este último guarismo (Jiménez, 2016, p. 208).

Contrariamente a lo dicho por Jiménez el fisiólogo Ben Miller dice que esta afirmación del “déficit de oxígeno” es caduca por motivos concluyentes de que no hay pruebas de que el ejercicio muscular pueda producir déficit de oxígeno. En realidad, la mayoría de las investigaciones indican que el músculo esquelético

mantiene siempre un nivel crítico de oxígeno, Richardson en 2018 realizó un estudio donde midió la concentración de oxígeno en el musculo durante intensidades creciente de ejercicio. A pesar de que aumenta la intensidad del ejercicio el contenido de oxígeno en el músculo no cambia. Sin embargo, cuando la intensidad del ejercicio aumenta, el lactato se incrementa. Por tanto, la producción de lactato no equivale a una falta de oxígeno. Si realmente nunca hay déficit de O₂ en el musculo el término “umbral anaeróbico” es un concepto equivocado. Del mismo modo, que la terminología de fisiología del ejercicio tales como capacidad y potencia aeróbica y anaeróbica también son erróneas. Entonces, el término “umbral anaeróbico” está siendo reemplazado por “umbral de lactato” por muchos entrenadores contemporáneos, el lactato que permanece estable hasta llegar a un punto de inflexión en donde su concentración se eleva considerablemente termina perjudicando el rendimiento hasta llegar a la fatiga. Muchas veces hemos escuchado que “la acumulación de lactato en nuestra sangre limita nuestro rendimiento” por lo que debemos entrenar su tolerancia.

Pero investigaciones científicas últimamente están cambiando mucho nuestra idea sobre el lactato, en realidad el lactato no causa fatiga, ni dolor muscular, ni tampoco es un desperdicio ni un metabolismo de desecho sino más bien todo lo contrario, es una fuente energética eficiente que nos ayuda a mantener y aumentar la intensidad de nuestro ejercicio. Los inhibidores de lactato son una falacia. Siempre mantenemos un valor crítico de O₂ en el músculo, al igual que el corazón, el musculo sin oxígeno se muere. (Pérez, 2016, p. 23).

Los medidores de lactato no miden el nivel de lactato sino miden la concentración de lactato en la sangre, por lo que se altera el PH del organismo cuando el nivel de lactato es alto. Al respecto aún hay mucho espacio por investigar sobre las ventajas

y los efectos del lactato en el esfuerzo, y sobre todo por el factor altitud que es un campo abierto.

2.1.9.3.3 *VO2 Max.*

Conocida también como la máxima potencia aeróbica (PAM) ya que es el ritmo al que el metabolismo aeróbico suministra la energía que depende de dos factores: la capacidad química de los tejidos a la hora de utilizar oxígeno para descomponer los sustratos y las capacidades combinada de los mecanismos pulmonar, cardiaco, sanguíneo, vascular y celular para transportar oxígeno hasta el músculo (Bazán, 2014, p. 884). La máxima cantidad de oxígeno que un individuo puede aprovechar, por unidad de tiempo, respirando aire atmosférico. Se suele expresar en litros por minuto, o mejor en mililitros por kilogramo de peso y minuto. Esta última opción es más precisa, pues da una idea más clara de la capacidad del individuo (Jiménez, 2016, p. 207). Es una magnitud fisiológica que cuantifica la capacidad de resistencia. Cuanto mayor VO2Max tenga un atleta, mayor serán la capacidad de resistencia. Según García (1996), el consumo de oxígeno representa el volumen de oxígeno consumido durante cualquier tipo de esfuerzo, e indica la capacidad que tiene el organismo de utilización del mismo. Todo aumento en la intensidad de un ejercicio determina un aumento paralelo en VO2, pero a partir de un determinado nivel, el consumo de oxígeno no aumenta más aunque la intensidad del esfuerzo lo haga. Es en este momento cuando se dice que el sujeto ha alcanzado su VO2 máximo y representa un índice fundamental para medir las posibilidades de un sujeto ante esfuerzos prolongados de baja intensidad. El VO2 varía con la edad y la intensidad del esfuerzo realizado. Respecto al consumo máximo de oxígeno o VO2Max este determina el nivel de porcentaje de esfuerzo, asimismo la frecuencia cardiaca por minuto nos ayuda a determinar ese nivel de esfuerzo. Respecto al Vo2Máx (consumo

de oxígeno) es un parámetro fisiológico que determina la cantidad de oxígeno que nuestro organismo es capaz de absorber, transportar y consumir. Esto nos permite determinar el nivel de condición física del sujeto y cuantificar el metabolismo energético del mismo. El VO2Max es el número que describe tu capacidad cardiorrespiratoria. Es un número único que recoge las estadísticas de tu corazón, respiración, sistema circulatorio y músculos, todos trabajando de forma independiente y conjunta. Para poder medir el VO2Max existen diferentes test, pero el más conocido y usado es el de Cooper (Wikipedia). “La potencia viene a ser la mayor cantidad de energía por unidad de tiempo que puede producirse a través de una vía energética” (Mischenko y Monogorov, p. 1995).

Existen también otros indicadores del nivel de esfuerzo como el análisis de sangre, orina, pruebas de esfuerzo con test de laboratorio y campo, etc., pero solo podremos aplicar los 2 primeros (frecuencia cardiaca y ventilación) por las limitaciones antes expuestas.

2.1.9.4 Tipos de Resistencia.

Aunque muchos mencionan diversos tipos de resistencia de acuerdo al deporte, estos podrían ser según Verkoshansky resistencia estática y dinámica, de velocidad y de fuerza, local, regional y global, cardiovascular y muscular, general y especial, emocional y psíquica, de distancia, resistencia explosiva, etc. todas estas formas de resistencia aún están a espera de un estudio más profundo y de una explicación científica (Verkhoshansky Y. , 2002, p. 277). La resistencia puede diferenciarse de varias formas: de acuerdo con el punto de vista de la forma de obtención de la energía (resistencia aeróbica y anaeróbica), grado y duración del esfuerzo (duración corta, media o prolongada), de los músculos sometidos a esfuerzo (resistencia local y general), de la forma de trabajo muscular (resistencia dinámica y estática), de la

especificidad deportiva (resistencia general y especial), así como la participación de otros factores condicionantes (fuerza de resistencia o fuerza explosiva) (Weineck, 1994; Villiger, 1991). Según el volumen de la musculatura la resistencia es local y general. Según la forma como trabaja es dinámica y estática (Manfred Grosse, 1986, p. 121).

2.1.9.4.1 Resistencia General.

La resistencia general se entiende como la capacidad del deportista para ejecutar de manera eficaz y continua un trabajo de intensidad moderada (de carácter aeróbico), en el cual interviene una considerable parte del aparato muscular. También debe entenderse como la capacidad para ejecutar, de manera prolongada y eficaz, un trabajo de carácter inespecífico, que tiene un efecto positivo en el proceso de la consolidación de los componentes específicos de la maestría deportiva gracias a la elevación del grado de adaptación a las cargas y gracias a los fenómenos de “transferencia” del nivel de preparación de los tipos de actividad inespecíficos a los específicos (Platonov, 2001, p. 373).

2.1.9.4.2 Resistencia Especial.

Es la capacidad para ejecutar eficazmente el trabajo y superar la fatiga en las condiciones determinadas por las exigencias de la actividad competitiva en cada modalidad concreta. L. P. Matvieiev (1977). Según las peculiaridades de la modalidad deportiva, la resistencia especial puede ser considerada preferentemente como local o global, aeróbica o anaeróbica, estática o dinámica, sensorial o emocional, etc. (Platonov, 2001, p. 373).

2.1.9.4.3 Resistencia Aeróbica.

Esta capacidad se denomina resistencia aeróbica porque son ejercicios en intensidades moderadas, en este tipo de esfuerzo la demanda energética se da por los

procesos oxidativos de energía, y solo se limita cuando llega al umbral aeróbico. Existe un equilibrio de oxígeno (Steady State), pero si el esfuerzo se sigue manteniendo comienza la acumulación de lactato y por consiguiente se pasa a la fase anaeróbica que iniciaría la fatiga y por consiguiente la disminución del rendimiento. La resistencia aeróbica garantiza un suministro de energía económica y duradera, por lo que constituye la base de la capacidad de rendimiento físico. Sin ella, el trabajo físico prolongado conduciría rápidamente a la fatiga (Hüter-Becker, 2006, p. 262).

Este tipo de resistencia se puede desarrollar con trabajos continuos a intensidades medias o bajas o de duración extensiva y predomina el metabolismo oxidativo o aeróbico. Según el sistema energético puede clasificarse en resistencia de duración corta (3 a 10 minutos), media (10 a 30 minutos) y larga (más de 30 minutos). Según la duración de la carga competitiva puede ser: Resistencia de Duración Corta (RDC de 35 segundos a 2 minutos), de Duración Media (RDM de 2 a 10 minutos) y de Duración Larga (RDL de 10 minutos a 6 horas), (Manfred Grosser, 1986, p. 121).

2.1.9.4.4 Resistencia Anaeróbica.

La resistencia anaeróbica se manifiesta con trabajos de alta intensidad, es la capacidad de obtención anaeróbica de energía. Por tanto, corresponde a la capacidad de llevar a cabo esfuerzos continuados de alta intensidad durante todo el tiempo posible. Los factores que determinan el rendimiento son fundamentalmente: la fuerza máxima, la capacidad de los depósitos de energía y de las enzimas específicas, la tolerancia al lactato (capacidad de amortiguación) y la calidad de la coordinación.

Suponiendo que la actividad es cíclica y continua, y teniendo en cuenta el tiempo que dura la actividad y que el esfuerzo se aproxima a la curva de máximo rendimiento, la resistencia se clasifica en (Lope, 2016, p. 204):

- Muy corta duración (aproximadamente, menos de treinta segundos).
También denominada resistencia a la velocidad.
- Corta duración (aproximadamente, entre treinta segundos y dos minutos).
- Media duración (aproximadamente, entre dos minutos y diez minutos).
- Larga duración (a partir de los diez minutos).

Aquí se establecen diferentes niveles:

Nivel 1. (Aproximadamente, entre diez y treinta minutos).

Nivel 2. (Aproximadamente, entre treinta y noventa minutos).

Nivel 3. (Aproximadamente, entre noventa minutos y seis horas).

Nivel 4. (Más de las seis horas).

En el ámbito terapéutico, la resistencia anaeróbica tiene importancia con respecto a la fuerza de resistencia (Hüter-Becker, 2006, p. 262). Según el sistema energético con captación insuficiente de oxígeno, pueden dividirse en resistencia anaeróbica de duración corta (10 a 20 segundos), media (20 a 60 segundos), y larga (60 a 120 segundos) (Manfred Grosser, 1986, p. 121).

2.1.9.4.5 Resistencia Anaeróbica Aláctica.

Es la que se realiza en esfuerzos breves menores a 10 segundos, y donde la producción de residuos de lactato es nula. Son trabajos de máxima intensidad y donde predomina el productor energético del ATP-PC.

2.1.9.4.6 Resistencia anaeróbica Láctica.

Se realiza sobre tiempos superiores a 10 segundos en esfuerzos de alta intensidad donde se genera residuos de lactato que normalmente superaran los 4 mmol/l y exponencialmente comenzaran a aumentar cuando el esfuerzo lo demande, predomina el sistema energético del ácido láctico.

2.1.9.4.7 Resistencia Mixta.

Es la que se desarrolla para aquellos esfuerzos de entre máximos de más de 1.30 minutos, participando como sistemas energéticos principales el del Ácido Láctico y el Aeróbico.

2.1.9.4.8 Resistencia a la velocidad.

Es la relación entre velocidad y resistencia y tiene que ver con sostener una velocidad el mayor tiempo posible para lo cual la capacidad de recuperación es casi nula y saturan rápidamente el lactato en sangre, es característico en las pruebas de 400 a 800 metros del atletismo y exige la exclusiva participación del sistema anaeróbico como productor de energía. Es una capacidad que se puede extender con el entrenamiento.

2.1.9.4.9 Fuerza resistencia.

Es la resistencia frente al cansancio en caso de cargas con fuertes demandas de fuerza, abarca la fuerza resistencia dinámica y estática, la resistencia a la fuerza máxima y explosiva en ejercicios cíclicos y acíclicos (Zintl, 1991). Son ejercicios de fuerza donde se deben resistir a pesos porcentuales en repeticiones, la constricción de la musculatura favorece el desarrollo de la vía anaeróbica. Según la intensidad se trabajará resistencia (por debajo del 50 % de máximo) y por tanto la vía aeróbica, o fuerza (por encima del 50 % del máximo) y por tanto la vía anaeróbica (p. 38).

2.1.9.4.10 Resistencia Estática.

Queda limitada por el cansancio nervioso (estímulos inhibidores desde el sistema nervioso central, agotamiento de la sustancia de transmisión), además de la irrigación. A pesar del incremento de la frecuencia cardiaca que se produce en los esfuerzos de resistencia estática, no existe efecto para el sistema cardiovascular ni

tampoco se puede mejorar a través de este sistema. Se mejora a través de la fuerza máxima estática (Zintl, 1991, p. 36).

2.1.9.4.11 Resistencia Dinámica.

Es el tipo de resistencia en movimiento donde se debe mantener la contracción y relajación en forma continua, donde la irrigación y participación aeróbica es permanente por el efecto del bombeo del musculo a nivel local y general.

2.1.9.4.12 Resistencia de base.

Se entiende como la capacidad de soportar un esfuerzo que, una vez obtenidas las diferentes adaptaciones, ponga al individuo en condiciones de soportar más adelante un gran volumen de cargas específicas (Verdugo M. G., 2007, p. 142). La resistencia de base que desde el punto de vista de la sistematización se denomina también resistencia muscular general aeróbica, tiene una gran importancia en todos los ámbitos de la práctica deportiva, por lo cual será en lo sucesivo el punto central de nuestra exposición. No por ello dejamos de señalar la inmensa importancia que reviste la resistencia muscular dinámica, aeróbica y local, cuya mejora en su sustrato celular se basa en las mismas regularidades que la resistencia de base general (Weineck, 2005, p. 134).

2.1.9.4.13 Resistencia específica.

Desarrolla o “explota” las prestaciones de esta capacidad en relación con el rendimiento de cada especialidad. Por lo tanto, debe ir siempre relacionada con el gesto técnico, sea total, como la carrera en el caso del corredor, o parcial, mediante la repetición de gestos de forma analítica. La resistencia específica por lo tanto se puede estudiar bajo dos perspectivas: bajo la del entrenamiento, aumentando las capacidades, y bajo la de la competición, incrementando el rendimiento deportivo (Verdugo M. G., 2007, p. 142).

2.1.9.4.14 *Fibras Musculares.*

Los tipos de fibras de contracción son determinantes para saber la intensidad del trabajo físico a realizar, determinantes también porque especializaran en las diversas distancias al atleta. Un mismo musculo posee fibras rápidas y lentas.

La Contracción muscular es la acción muscular que es simple y compleja. Simple, porque exteriormente, el músculo lo único que hace es ponerse en tensión, y si es capaz de superar las fuerzas que se oponen al movimiento, se contrae acortando su longitud inicial. Y compleja, porque interiormente, para que la contracción se produzca, el proceso es muy complicado (Jiménez, 2016, p. 44). El músculo es un tejido extraordinariamente heterogéneo, compuesto principalmente por tejidos musculares, elementos conjuntivos, nerviosos y vasculares que, en su conjunto, aseguran su función primordial: una contracción muscular activa. En la estructura del tejido muscular destacan dos tipos de fibras musculares: las fibras de contracción lenta (CL) y las de contracción rápida (CR) (Platonov, 2001, p. 97).

La relación entre las fibras musculares rápidas (FT) y lentas (ST) de la musculatura relevante para el rendimiento es determinada genéticamente. El entrenamiento de la condición física no puede convertir las fibras ST en FT. El entrenamiento diferenciado de la fuerza sólo puede desplazar ligeramente el porcentaje de la sección transversal, incrementando el grosor de las fibras intermedias (Manfred Grosser, 1986, p. 108).

Los músculos esqueléticos del hombre poseen la capacidad tanto de contraerse con rapidez y manifestar un esfuerzo considerable como de trabajar de forma prolongada en condiciones de creciente agotamiento. Tal universalidad funcional

procede ante todo de la estructura morfológica de los músculos, en cuya composición se encuentran fibras contráctiles rápidas y lentas (Verkhoshansky Y. , 2002, p. 71).

Fibras de Contracción Rápidas (Tipo II = fibras blancas = fibras fásicas = fibras fast-twitch (FT). Las fibras de contracción rápida tienen una red de capilares menos desarrollada, menor número de mitocondrias, capacidad glucolítica elevada, alta actividad de las enzimas no oxidativas y más alta velocidad de la contracción (Gollnick, Hodgson, 1986; Noth, 1992). Fibras «blancas» por su aspecto más pálido al contener poca mioglobina. Su contracción es rápida, son fuertes y fácilmente fatigarles. En cualquier músculo del cuerpo encontramos entremezcladas fibras rojas y fibras blancas. El predominio de unas u otras depende de la función principal del músculo en cuestión, ya sea para realizar acciones veloces o resistentes. Investigaciones han confirmado que el tipo de fibra tiene una alta relación con el tipo de inervación que recibe (Jiménez, 2016, p. 42).

Fibras de Contracción Lentas (Tipo I = fibras rojas = fibras tónicas = fibras slow-twitch (ST). Las fibras de contracción rápida tienen una red de capilares menos desarrollada, menor número de mitocondrias, capacidad glucolítica elevada, alta actividad de las enzimas no oxidativas y más alta velocidad de la contracción (Gollnick, Hodgson, 1986; Noth, 1992). Fibras «blancas» por su aspecto más pálido al contener poca mioglobina. Su contracción es rápida, son fuertes y fácilmente fatigarles. En cualquier músculo del cuerpo encontramos entremezcladas fibras rojas y fibras blancas.

El predominio de unas u otras depende de la función principal del músculo en cuestión, ya sea para realizar acciones veloces o resistentes. Investigaciones han confirmado que el tipo de fibra tiene una alta relación con el tipo de inervación que recibe (Jimenez, 2016, p. 42).

Las fibras Lentas poseen las siguientes propiedades: velocidad de contracción lenta, gran número de mitocondrias (son “centros energéticos” de la célula), alta actividad de las enzimas oxidativas (las proteínas contribuyen a la activación rápida de las fuentes de energía), perfecta vascularización (hay muchos capilares) y alta potencia de acumulación del glucógeno (Platonov, 2001, p. 96). Reciben el nombre de fibras “rojas” por su aspecto de color encarnado, debido a su gran cantidad de mioglobina, proteína parecida a la hemoglobina de la sangre. La mioglobina tiene la propiedad de almacenar oxígeno, lo que permite a la célula mantener por algún tiempo su metabolismo aeróbico, aun cuando no le llegue suficiente aporte de oxígeno por la sangre. Son fibras de contracción comparativamente lenta, de relativa poca fuerza, pero muy resistentes a la fatiga (Jiménez 2016, p 42).

2.1.9.5 Vías de Obtención de energía.

El organismo para poder sostener el esfuerzo en el tiempo requiere de energía, para el entrenamiento eficaz es necesario comprender los procesos básicos de la obtención de la energía. “la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma” y eso sucede en el esfuerzo físico.

La duración de los tiempos de esfuerzo y descanso, así como la distancia de las unidades de entrenamiento cuando se entrenan las características motrices fundamentales, están determinadas sobre todo por la forma de obtención de la energía. La disminución de las reservas de energía contribuye mucho a la aparición de la fatiga que se produce cuando se realiza un trabajo corporal (Hüter-Becker, 2006, p. 254).

La energía para la contracción muscular se crea por la composición del Adenosín trifosfato (ATP) en adenosín difosfato (ADP) y fósforo. La cantidad de ATP en los músculos es muy baja y puede abastecer el trabajo de alta intensidad sólo durante 2

segundos. Para seguir trabajando es necesaria la resíntesis del ATP a partir de ADP y fósforo. El ATP se produce por medio de reacciones productoras de energía de diferentes tipos y se utiliza en los procesos que requieren gasto energético (Platonov, 2001, p. 112).

En la fisiología del organismo humano se consideran diferentes depósitos: Los musculares, que contienen energía en forma de fosfágeno, glucógeno y grasas. Los otros depósitos como el tejido adiposo, que contiene grasas; el hígado, glucógeno, etc. Obviamos conscientemente a las proteínas como sustancias energéticas, aunque lo son en determinadas situaciones y esfuerzos. A efectos pedagógicos, independientemente del lugar donde se ubiquen, nosotros consideraremos los depósitos en función de los sistemas energéticos que abastecen. Así indicamos que: El depósito N°1 es el anaeróbico aláctico, que provee energía de forma «ultra rápida» y contiene fosfágeno (ATP y fosfocreatina). El depósito N°2 es el anaeróbico láctico, que la abastece de forma «rápida» y contiene glucógeno (glucosa). El depósito N°3 es el aeróbico, que alimenta de forma relativamente «lenta» (en comparación con los depósitos 1 y 2) y contiene fundamentalmente glucógeno (glucosa) y grasa (triglicéridos) (Jiménez, 2016, p. 212).

Los alimentos son la materia prima de la energía, resulta importante conocer que en la nutrición, junto con el descanso, reside la posibilidad de reponer todas las deficiencias que se producen con los esfuerzos del entrenamiento. Por eso la alimentación del deportista debe estructurarse de forma que reponga todas las pérdidas que se hayan podido producir, originadas por una parte a través de la actividad cotidiana y por otra con el añadido que supone el desgaste calórico producto del entrenamiento. Hay que tener en cuenta que la dieta de una persona con actividad normal tiene que cubrir un total que ronde alrededor de las 2.000 kcal y que, por

ejemplo, un corredor de ultra maratón puede necesitar 5.000 o incluso más (Verdugo M. G., 2007, p. 178).

Por la cantidad de energía que se suministra por cada vía energética y el tiempo que pueden estar haciéndolo dispondremos de un tipo u otro de resistencia aeróbica o anaeróbica. Los sistemas energéticos de suministro de energía son tres:

2.1.9.5.1 Sistema ATP – CP.

Llamado también Adenosín trifosfato y fosfato de creatina, es la primera energía que se utiliza al principio del esfuerzo físico, su tiempo varía por algunos segundos y responde a esfuerzos muy intensos anaeróbicos alácticos. El movimiento sólo es posible cuando la energía química se convierte en energía mecánica. La única conexión rica en energía que el músculo puede aprovechar de forma inmediata para una contracción es el Adenosín trifosfato (ATP), cuya descomposición en Adenosín difosfato (ADP) y fósforo genera la energía necesaria para ello. Todos los demás procesos que proporcionan energía sirven para re sintetizar el ATP. Las reservas de ATP son suficientes para un trabajo que tenga una duración de 1 a 2 segundos o un máximo de 3 a 4 contracciones. La descomposición del ATP y el fosfato de creatina se produce sin la participación del oxígeno y sin formación de lactato (obtención de energía aláctica y anaeróbica). Cuando la energía ya no puede estar disponible por medio del fosfato de creatina, la obtención de energía se realiza a través de la disociación aeróbica y anaeróbica de las sustancias nutritivas (Hüter-Becker, 2006, p. 256).

2.1.9.5.2 Sistema de ácido láctico o glucólisis anaeróbica.

Usa el glucógeno como energía que se descompone en ausencia de oxígeno y deja residuos de ácido láctico que provoca fatiga. Se usa en esfuerzos anaeróbicas

lácticos, la producción de ATP está muy limitada en cantidad por lo que se resintetiza continuamente hasta cierto grado donde colapsa por el esfuerzo y la elevada concentración de lactato. Corresponde a esfuerzos muy intensos y útil en ejercicios de 1 a 3 minutos de duración.

2.1.9.5.3 Sistema aeróbico.

La energía que aporta el sistema aeróbico proviene del glucógeno, grasas y proteínas, las cuales se encuentran almacenadas en los musculares e hígado, gracias a la combustión del oxígeno logran oxidarse y re sinterizar para no acumular lactato por el esfuerzo continuo y para seguir produciendo ATP, su combustión es lenta utilizándose en esfuerzos pocos intensos. La producción de ATP es ilimitada y no hay subproductos que originen fatiga. Se utiliza en actividades prolongadas de larga duración y baja intensidad. Cuando el esfuerzo es totalmente aeróbico podría llevarse a cabo casi por tiempo indefinido. Con un tiempo de carga superior a 1 minuto, la producción de energía aeróbica, que tiene lugar en la mitocondria va adquiriendo un papel cada vez más dominante.

Cuando se comienza a realizar ejercicio o actividad física se emplea el sistema del ATP-FC en un porcentaje mayor, pero también se produce energía por el sistema del Ácido Láctico y el Aeróbico, aunque en un porcentaje menor. A una mayor duración del esfuerzo, superando esos treinta segundos, dependerá de la intensidad de la actividad el que se suministre energía en un porcentaje mayor por el sistema del Ácido Láctico o el Aeróbico, a mayor intensidad, mayor presencia del ácido láctico y menor posibilidad de duración, mientras que a menor intensidad, mayor producción de energía por el sistema Aeróbico y mayor posibilidad de duración (Juan J. García Pellicer, 2014, p. 12).

2.1.9.6 Umbrales, Zonas y Ámbitos de la Resistencia.

Las zonas de entrenamiento son los niveles de entrenamiento o intensidades, estas zonas ayudaran mucho a controlar el entrenamiento y evitar los excesos por sobrecargas. El objetivo de determinar zonas ayudará a la supercompensacion, la adaptación del organismo y a las diferentes cargas, considerando por supuestos los Principios del Entrenamiento los cuales contribuirán a lograr la máxima performance de los atletas. Estas zonas pueden ser las siguientes:

2.1.9.6.1 Zona Aeróbica.

Es la zona aeróbica en donde se maneja el lactato entre 1,5 a 4 mmol/l, y la pulsación por minuto (ppm) está entre 125 a 170 ppm. A la vez se puede dividir en 3 áreas o sub zonas:

Aeróbica Regenerativa 1, que es el nivel donde el trabajo es moderado y donde el nivel de lactato no sobrepasará los 1,5 mmol/l lo cual no produce ninguna adaptación favorable al atleta, en esta zona el atleta llega a frecuencias cardiacas de 130 a menos ppm y el nivel del VO₂Max tiene el 50% de la potencia máxima. El objetivo de esta zona es netamente la regeneración y mantenimiento.

Aeróbica 2, cuya frecuencia cardiaca va de 130-150 ppm, y donde el nivel de lactato va entre 2 a 3 mmol/l. El VO₂Max va entre 55 a 65 % y donde predomina el sistema energético lipolítico cuyo objetivo es de desarrollo de resistencia moderada. Se puede trabajar en esta zona carreras de 1 a 4 horas lo cual contribuye a generar una buena resistencia de base necesaria para posteriores demandas de entrenamiento.

Aeróbica 3, en donde la frecuencia cardiaca va desde 150 ppm hasta los límites de la Potencia Aeróbica Máxima (PAM) superiores a 170 ppm, el nivel de lactato va desde los 4 mmol/l a más el cual se van incrementando con el tiempo de esfuerzo

oscilando en el umbral aeróbico -anaeróbico y cuyo objetivo es el incremento del VO₂ Max que va desde los 65 a 80%. Predomina el sistema energético glucolítico y también los lípidos, y por consiguiente se pueden hacer carreras continuas de 40 minutos a 2 horas de esfuerzo, trabajos interválicos intensivos y extensivos, Fartlek, etc. El esfuerzo en esta zona mejora la resistencia de desarrollo.

2.1.9.6.2 Zona Mixta Aeróbica y Anaeróbica.

Para potencias que superan el umbral anaeróbico (UAn), el metabolismo aeróbico no basta para aprovisionar al músculo de la cantidad necesaria de ATP, por lo que comienza a cobrar importancia la producción de energía a través del metabolismo del lactato. En la anterior zona (aeróbica) predominaba la producción de energía merced a los procesos oxidativos, pero en ésta tanto la vía aeróbica como la anaeróbica glucolítica funcionan de forma simultánea. Por ello se generan importantes cantidades de ATP en unidad de tiempo por el funcionamiento importante de las dos vías. Esta zona no se halla muy determinada respecto a cuál de las dos vías se usa más, pero los límites están bastante bien definidos. El límite inferior se encuentra con la potencia equivalente al MaxLax y en el límite superior se encuentra el nVO₂máx o la PAM. Tanto el UAn como los dos últimos son parámetros que se pueden delimitar de forma muy aproximada. Esta zona es relativamente amplia y, dependiendo de la potencia de las cargas, se originan adaptaciones y funciones un tanto diferenciadas. Con vistas a definir mejor la orientación de las cargas, se ha dividido en dos niveles de potencia: nivel mixto extensivo y nivel mixto intensivo (Verdugo M. G., 2007, p. 286).

Las pulsaciones van desde 170 al límite teórico máximo, el incremento de lactato va desde 4 a 6 mmol/l pero se incrementa geométricamente por el nivel del esfuerzo, por lo que el proceso de reciclaje del lactato funciona bien y evita su incremento en

el organismo, el VO2Max llega entre el 80 al 100% de su máximo límite y el sistema energético predominante es el glucolítico. Los tiempos de esfuerzo a este nivel van desde los 5 a 20 minutos a intensidades límites anaeróbicas.

2.1.9.6.3 Zona Anaeróbica Láctica.

Es el nivel máximo de esfuerzo en donde el VO2Mas supera el 100% y llega hasta el 120 %, el nivel de lactato se dispara por el esfuerzo a límites superiores a 8 mmol/ y con esfuerzos breves de 2 a 8 minutos a alta intensidad, la frecuencia cardiaca supera tanto el PAM y la Velocidad Aeróbica Máxima (VAM) que teóricamente es 220 menos la edad del atleta. Se puede dividir en zona anaeróbica láctica intensiva y extensiva.

2.1.9.6.4 Zona Anaeróbica Aláctica.

Aquí el esfuerzo en tiempo va de 5 a 15 segundos y donde el lactato se recicla fácilmente desde el sistema de la fosfocreatina y donde su acumulación es poco posible, predomina el esfuerzo de potencia máxima y máximas velocidades de ejecución de movimiento. Pueden dividirse en alacticos intensivos y extensivos dependiendo del objetivo del trabajo a realizar.

2.1.9.7 Modelos de Test de Resistencia.

Para poder medir la resistencia es importante considerar algunos test de campo, no tanto así los de laboratorio que no podríamos aplicar por los costos, y nos permitirán medir la evolución y el incremento de nivel de rendimiento. Tocaremos solo 3 test de resistencia y aquí los describimos:

2.1.9.7.1 Test de COOPER.

El más conocido y usado es el test del Dr. Kenneth Cooper creado para el ámbito militar y que trascendió al ámbito deportivo, es un test de campo de 12 minutos y

consiste en alcanzar la máxima distancia posible a una velocidad constante y uniforme para poder determinar el nivel de VO2Max.

Tabla 1

Test de Cooper

Años	Sexo	Muy Buena	Buena	Media	Mala	Muy Mala
Cifras basadas en metros						
13-14	Hombres	2700	2400-2700	2200-2300	2100-2199	-2100
	Mujeres	2000	1900-2000	1600-1899	1500-1599	-1500
15-16	Hombres	2800	2500-2800	2300-2499	2200-2299	-2200
	Mujeres	2100	2000-2100	1900-1999	1600-1899	-1600
17-20	Hombres	3000	2700-3000	2500-2699	2300-2499	-2300
	Mujeres	2300	2100-2300	1800-2099	1700-1799	-1700
20-29	Hombres	2800	2400-2800	2200-2399	1600-2199	-1600
	Mujeres	2700	2200-2700	1800-2199	1500-1799	-1500
30-39	Hombres	2700	2300-2700	1900-2299	1500-1899	-1500
	Mujeres	2500	2000-2500	1700-1999	1400-1699	-1400
40-49	Hombres	2500	2100-2500	1700-2099	1400-1699	-1400
	Mujeres	2300	1900-2300	1500-1899	1200-1499	-1200
50	Hombres	2400	2000-2400	1600-1999	1300-1599	-1300
	Mujeres	2200	1700-2200	1400-1699	1100-1399	-1100

2.1.9.7.2 *El test de cooper es el mas conocido y nos ayuda a determinar los niveles de estado físico así como el VO2 max (Fuente: Wikipedia).*

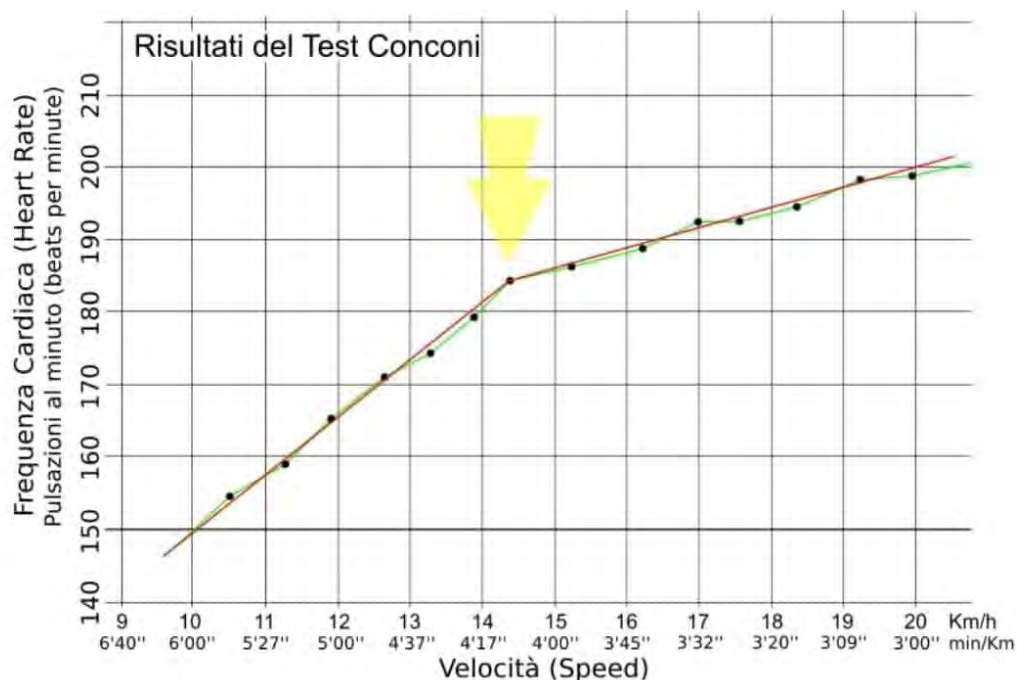
2.1.9.7.3 Test de CONCONI.

Creado para determinar los niveles de PAM y los umbrales aeróbicos y anaeróbicos utilizando la frecuencia cardiaca. Es importante tener un buen pulsómetro con memoria, y se inicia con un calentamiento previo antes del inicio, se comienza con una carrera moderada y se va incrementa el ritmo cada 200 metros hasta llegar a un punto en donde el ritmo ya no puede incrementarse, este punto, al cabo de unas vueltas se llega a un punto máximo de carrera en donde ya no se puede incrementar el ritmo, este límite será el punto de inflexión que determina el nivel de los parámetros buscados. Se debe tener en cuenta que el ritmo es progresivo y se

busca dar al menos unas 6 a 8 vueltas a una pista atlética de 400 metros para una correcta interpretación de los niveles.

Tabla 2

Test de Conconi



El test de Conconi es un test muy usado por los entrenadores para determinar el punto de potencia aeróbica máxima, punto de inflexión, que determina el nivel máximo de VO2 max (Fuente: Wikipedia).

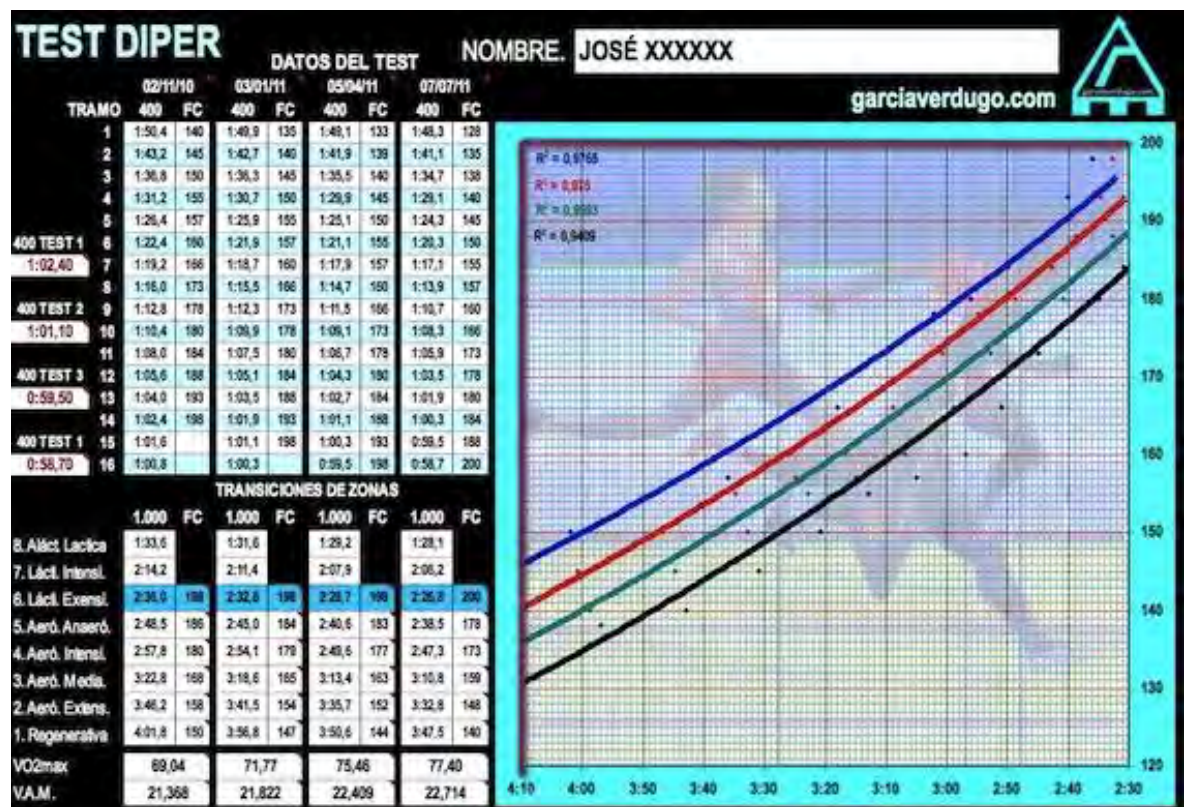
2.1.9.7.4 Test de DIPER.

Creado por el metodólogo Mariano García Verdugo que es uno de los mejores test para determinar las zonas de entrenamiento y sus respectivos ritmos de entrenamiento para la resistencia, además de determinar las frecuencias cardíacas, el VO2Max, el PAM, el VAM y los umbrales aeróbicos y anaeróbicos gracias a estas

zonas. El protocolo consiste en realizar series de 400m incrementando la velocidad y con una pausa de 30 segundos en cada una de ellas, se toma la frecuencia cardiaca en las pausas. Es de vital importancia conocer las intensidades que mi cuerpo es capaz de soportar para no cometer errores de intensidades altas o bajas.

Tabla 3

Test de DIPER



El test de DIPER creado por Mariano Garcia Verdugo nos ayuda a determinar los diferentes niveles y zonas de entrenamiento, dándonos una herramienta muy útil para determinar las intensidades y parámetros de entrenamiento (Fuente: Entrenamiento y Resistencia).

2.1.9.7.5 Otros Test de resistencia para el VO2Max.

Existen otros test de distancia para poder determinar el VO2Max, la PAM, la VAM, estos test son el test de los 1000, milla, 2 millas, 3200, 5000 y 10,000 metros, el test de Balke o de 15 minutos, etc. los cuales buscan el mismo objetivo en común. Además existen muchos test de potencia, fuerza y nivel cardiorrespiratorio como el Course Navette, Universidad de Montreal, George Fisher, Rockport, yo-yo test, etc.

2.2 Entrenamiento en Altitud

En los últimos años el tema ha concitado mucho interés en el ámbito deportivo, por el solo hecho de tener estadísticas muy interesantes como que existen más de 40 millones de personas que viven a más de 3.000 metros de altura y unos 140 millones que viven a más de 2.500 metros. Sin embargo, estos no son los datos que nos llaman más la atención sino mucho más de saber que en el pueblo minero de La Rinconada (Perú) viven 7.000 personas a 5.100 metros de altitud (Calbet, 2006, p. 3).

La mayor parte de atletas keniatas proceden de la ciudad de Eldoret situada a 2095 metros de altitud, allí también nació el vigente record del mundo de maratón Eliud Kipchoge quien posee el registro más rápido del planeta para los 42,195 metros de distancia de 1 hora, 1 minuto con 39 segundos (2:01:39); en Etiopia la mayor parte de atletas provienen de Adis Abebe situada a 2300 metros de altitud. Toda persona que nace y vive en altitud está en constante hipoxia crónica lo cual genera que la hemoglobina, la Frecuencia Cardiaca y el VO2max estén incrementados de forma natural, lo cual es ventajoso para el deporte. Algunos atletas de alto nivel que son del nivel del mar, simulan vivir por algunas horas en cámaras hiperbáricas artificiales para generar las ventajas mencionadas, pero los pobladores que nacen y viven en altitud, viven en una cámara hiperbárica natural en altitud, lo cual genera las ventajas

desde su nacimiento, y si comienzan a hacer deporte estas ventajas se incrementan más, dando las ventajas sobre todo en los deportes de resistencia como el maratón.

El presente tema busca dar respuesta a interrogantes sobre vivir y entrenar en altitud para buscar un mejor rendimiento a nivel del mar y también en altitud, y es mucho interés de investigadores, fisiólogos y entrenadores, aunque no es un tema reciente ya que en las memorias de Marco Polo contaba de los efectos de la altitud cuando pasaba el Tíbet, también los españoles mencionaron sus problemas en sus expediciones cuando conquistaron América, además recientemente los montañistas que escalaban las cumbres del Himalaya y el Everest a inicios del siglo 19 hacen referencias a sus efectos negativos (Pérez y Chañe, 2005), poco después ante la aparición de los aviones, dirigibles y globos aerostáticos su estudio trae como resultado la invención de la presurización y la manera cómo enfrentarla de mejor manera ante este fenómeno desconocido.

En los últimos años el tema concito mayor interés para el deporte y fue a partir de los Juegos Olímpicos de México 68 cuando tuvo su mayor crecimiento por el lado científico por parte de los profesionales del rendimiento, para enfrentar los 2240 msnm en que se encuentra el DF las delegaciones comenzaron las investigaciones deportivas para su mejor participación que hoy nos ayudan en parte a despejar incógnitas. No solo se prepararon para competir de la mejor manera, sino que vieron sus grandes beneficios cuando los atletas que entrenaron en altitud tuvieron un mejor rendimiento al bajar a entrenar o competir al nivel del mar, sobre todo en las pruebas como el ciclismo, maratón y otros deportes que demandan resistencia. Además, se descubrió que las pruebas de velocidad eran más fáciles de alcanzar debido a la menor densidad del oxígeno que posibilitaba que cualquier cuerpo se desplazara más rápido en altura que a nivel del mar, todo esto marco el inicio de buscar respuestas al

entrenamiento en altura para competir al nivel del mar, pero aun es un tema poco profundizado, (Soto, 2006, pág. 3).

Debemos entender que existen claras diferencias de rendimiento entre: los atletas que viven en el nivel al mar y que buscan beneficios entrenando en altitud para volver a competir al nivel del mar; y otros que son los atletas que viven permanentemente en altitud y compiten a nivel del mar; y finalmente los atletas que entrenan en altitud para competir en altitud. Estas diversas reacciones a la altura han sido bien aprovechadas por los atletas africanos como los etíopes, keniatas, ugandeses, argelinos, marroquíes y otros, quienes nos llevan muchos años de adelanto en temas de entrenamiento en altitud y adaptación al nivel del mar, sus resultados al tener históricamente más medallas que otros atletas que viven al nivel del mar, nos hacen considerar si realmente podríamos obtener beneficios.

El presente proyecto busca conocer los efectos que ocasiona la adaptación de los atletas que viven en el nivel del mar y buscan los beneficios de entrenar en altitud del cual encontramos bastante información, pero más que todo abrirá las puertas para investigar sobre los efectos, factores, fases, adaptaciones, beneficios de vivir y entrenar permanentemente en altitud, es decir, está dirigido principalmente a analizar las ventajas que tiene el habitante nacido en el Ande y que permanentemente vive en altura (Cusco se ubica a 3360 msnm), y las zonas de alrededor como el Valle Sagrado de los Incas (a 2800 msnm y a 50 kms del Cusco) y las zonas altas del Valle del Huatanay de Cusco (ubicado entre los 3600 a 4100 msnm).

Stepham (1992) enumera las dos vías de aprovechamiento de la altitud, que se vislumbraron en aquel momento de 1967: La altitud como lugar privilegiado para las pruebas de velocidad, salto y lanzamiento. La altitud como lugar idóneo para preparar

buenos resultados en las pruebas de medio fondo en competiciones realizadas posteriormente a nivel del mar (Perez Barroso, 2018, p. 2).

2.2.1 Factores a considerar en la Altura.

Para entender mejor la altitud, necesitamos conocer algunos factores naturales, geográficos y fisiológicos que deben ser considerados para un mejor entrenamiento en altura. Estos son:

2.2.1.1 Presión Atmosférica y Barométrica.

Al respecto Vladimir Issurin (2014) dice que existen 2 factores que afectan el rendimiento en altura: la aerodinámica y la fisiología, y estos 2 tienen mucho que ver por la presión atmosférica y barométrica. Los residentes y nativos de los lugares de altura elevada gozan de mayores beneficios relacionados con el gasto y la utilización del oxígeno, en los Juegos Olímpicos de México del 68 los africanos como los etíopes, keniatas y marroquíes lograron los podios más importantes en las pruebas de resistencia como los 1500, 5000, 10000 y obstáculos (p. 366).

Primero definamos que es atmosfera, que es una palabra de etimología griega y significa Atmos: Gases y aphairo: esfera. Es decir, que es una masa de gases, humos, polvos y vapores (se diferencian por el tamaño de sus partículas) que cubren la superficie terrestre. Desde el punto de vista físico las moléculas de estos gases que componen la atmósfera se mueven a gran velocidad, tendiendo a difundirse y ocupar cada vez mayor espacio. Esto hace que ejerzan una fuerza expresada por unidad de superficie se denomina presión atmosférica. Esta presión equivalente a 1000 g. por cm² a nivel del mar, y disminuye con la altitud (Parajón, 2000).

Los elementos químicos y ambientales a considerar en el medio atmosférico, “El hombre se relaciona con un componente del ambiente que es el aire atmosférico, el cual está compuesto por: Oxígeno (21%); Nitrógeno (78%); CO₂ (0,03%); Vapor de

agua (del 1 al 5%) y gases raros, como el helio, criptón o xenón” (Leticia, 2004, p. 14).

La Presión atmosférica y la barométrica son factores relevantes y fundamentales en la altitud, ya que la presión y la densidad atmosférica sufren una disminución con la altitud, lo cual desencadena una reducción en la presión parcial de O₂ tanto en el aire como en la tensión del O₂ en la sangre arterial, logrando la hipoxia. Así pues, el significado de esto es que la molécula de O₂ ejerce menos presión para entrar en la sangre, por lo que se produce una falta de oxígeno (hipoxia) relativa.

Terrados (1994) cita textualmente que el efecto físico fundamental en la altitud es la presión y densidad atmosférica, estos disminuyen de forma exponencial con la altitud, lo que conlleva una reducción en la presión parcial de O₂ del aire y asimismo, una disminución en la tensión de O₂ en la sangre arterial. Es decir, la molécula de oxígeno ejerce menos presión para entrar en la sangre, por lo que se produce una falta de oxígeno (hipoxia) relativa. Para Bichon (1984), la presión barométrica disminuye en un 20 % a 2000 mts. y la presión parcial alveolar de oxígeno en un 18 % a la misma altura. El efecto que este factor produce en pruebas de más de 2 minutos, realizadas en altitud media ha sido valorado por Hollman (1994) en un 6 %.

Algunos factores más a considerar por otros autores como Cobarde (2014) dice “A una mayor altitud, nos encontramos con una reducción de dos factores tremendamente importantes para nuestro rendimiento deportivo: exponencialmente, disminuyen tanto la densidad como la presión atmosférica” (p. 11).

Sobre el aumento de glóbulos rojos por entrenarse en altura, se menciona que la disminución barométrica estimula al cuerpo a producir más glóbulos rojos y esa mejoría en glóbulos proporciona más oxígeno al organismo por lo que el deportista al volver a nivel del mar tendrá más facilidad a la hora de entrenar. “Para algunos,

los entrenamientos en altura se consideraron una gran alternativa al problema del doping” (Pascua, 2004, p. 7), habiendo existido muchos casos de generar ventaja al extraerse la sangre de los atletas entrenados en altitud para luego trasportarse al organismo cuando los efectos de altura se perdiesen luego del retorno al nivel del mar, ejemplo el caso del ciclismo de alto rendimiento en las grandes vueltas como el caso de Armstrong, Ekinot, Vinokourok y otros de la década pasada.

No todas las altitudes son apropiadas para entrenar, algunas podrían ser hasta perjudiciales para el organismo, tal es el caso de los que escalan el monte Everest cuando sobrepasan los 8.000 mil metros de altitud entran a la zona de muerte, si un montañista permanece más de 2 horas en dicha zona podría fallecer; es por eso que tendríamos que definir cuál sería una altitud adecuada para generar mejoras orgánicas, al respecto Vargas dice: entrenar en altitud es una medida metódica auxiliar, un método permitido y legítimo de estimular el proceso de eritropoyesis (formación continuada de eritrocitos o glóbulos rojos), la evidencia científica no parece favorecer un aumento del rendimiento físico mediante estancias o concentraciones en altura moderada. Esto debido, entre otras causas, a que en altitud se reduce considerablemente la intensidad de los entrenamientos y es necesaria una exposición larga (de más de tres semanas) a considerable altura (superior a 2500-3000 m.) para que los efectos deseados sobre la eritropoyesis sean significativos (Vargas, 2004, p. 36). Esto significa que los extremos, como entrenar a más de 6000 metros son perjudiciales para el organismo, podría vivirse a esa altitud pero entrenar no.

2.2.1.2 Hipoxia.

La hipoxia es el principal factor responsable de la mayoría de los efectos nocivos de la altura sobre la salud (Bert, 1898), citado por Calbet (2006). No obstante, no

debemos dejar de lado a otros factores como el frío, la deshidratación, la irradiación solar y las radiaciones ionizantes porque también son responsables del deterioro de la salud del ser humano en altura.

La hipoxia se define como la reducción del contenido o de la presión parcial de oxígeno (O₂) a nivel celular. La Hipoxia es un estado de deficiencia de oxígeno en la sangre, células y tejidos del organismo, con compromiso de la función de éstos. Esta deficiencia de oxígeno puede ser debida a muchas causas, pero la más frecuente, es la reducción de la presión parcial de oxígeno como consecuencia de la reducción de la presión atmosférica con la altitud. Habitualmente, esto ocurre por exposición a altura. (Molina, 2000). Se conocen varios tipos de hipoxia que responden a las causas que la provocan y al tiempo de exposición. El término hipoxia significa disminución del oxígeno disponible para las células del organismo, produciéndose alteraciones en su normal funcionamiento, al no poder obtener la energía necesaria de los alimentos (carbohidratos, grasas y proteínas) mediante las reacciones oxidativas correspondientes. Los síntomas de hipoxia pueden ser: dolores de cabeza, fatiga o cansancio, disnea o falta de aire, las palpitaciones se pueden considerar en las fases iniciales de la hipoxia. (Wikipedia). Otros conceptos de Hipoxia como la falta de oxígeno en el organismo para ser transportados por las células sanguíneas, que es producido por la reducción de la cantidad del mismo en el ambiente.

En el momento que el organismo se somete a la hipoxia, se ponen en marcha una serie de cambios fisiológicos que intentan devolver el equilibrio, es decir, restablecer los niveles de oxígeno de la sangre arterial. Pues bien, automáticamente tendrá lugar un aumento de la ventilación (hiperventilación) que se debe a la estimulación que la hipoxia produce en la quimio receptores periféricos de los carotídeos principalmente, (Vicente, 2011, p. 32).

En muchos casos la hipoxia se puede estimular con cámaras que simulan baja presión atmosférica y barométrica, al respecto Vladimir Platonov (2001) menciona que se puede dividir la multitud de formas de preparación de los deportistas en condiciones de hipoxia en dos grupos: el entrenamiento con hipoxia natural en condiciones de montaña y el entrenamiento con hipoxia artificial con entrenamiento a nivel del mar utilizando construcciones, instalaciones especiales o procedimientos metodológicos que aseguren la presencia del factor de la hipoxia adicional) (p. 595).

Dependiendo de las causas, Santiago (2016) clasifica en varios tipos de hipoxia, las más importantes son las siguientes:

2.2.1.2.1 • Hipoxia anémica:

Reducción de capacidad de fijación de oxígeno en sangre, por una alteración de transporte de oxígeno, disminución de la concentración de hemoglobina, disminución del número de eritrocitos, déficit de hierro.

2.2.1.2.2 • Hipoxia por estancamiento:

Disminución del flujo sanguíneo, tanto en las cirugías, pérdidas de sangre grandes en accidentes, donaciones.

2.2.1.2.3 • Hipoxia citotóxica:

Interferencia por drogas.

2.2.1.2.4 • Hipoxia hipoxémica:

Situaciones de entrenamiento deportivo, expediciones alpinísticas) Disminución de oxígeno en sangre. Aquí podemos encontrar otros dos subgrupos: Hipoxia hipobárica, cuando se disminuye la presión atmosférica y la hipoxia normobárica, cuando a una misma presión atmosférica se reduce la proporción de oxígeno en el aire.

2.2.1.2.5 • **Hipoxia hipobárica** (HH):

Disminución de la presión atmosférica, manteniendo la misma concentración de oxígeno en el aire (20,9%). La presión PO₂ de la atmosfera se reduce al disminuir las P atmosférica ($PO_2 = Pat * \%O_2$) la diferencia de la presión entre los alvéolos y la sangre venosa de los capilares pulmonares disminuyen y por lo tanto también lo hace la PO₂ en la sangre arterial, viéndose disminuida la aportación de oxígeno a las células.

2.2.1.2.6 • **Hipoxia normobárica** (HN):

Se produce por respirar aire de baja concentración de oxígeno (lo normal es 20,9% de oxígeno en la atmosfera).

Cuando nos sometemos a una hipoxia aguda, la liberación de EPO depende del tiempo que estamos sometidos y del grado de la misma. Eckardt (1989), exponiendo a seis sujetos a diferentes alturas, demostraron que son necesarios de 90 a 120 minutos de exposición para que aumente la concentración de EPO en sangre y que, una vez terminada esta exposición a hipoxia, la EPO va siendo eliminada poco a poco de la circulación (la vida media de la hormona es de 5,2 horas). Por debajo de los 2.000 metros aumentan muy poco los niveles de EPO, mientras que por encima de 2.500 metros este aumento es considerablemente mayor (Ge, 2002). Al cabo de una exposición a hipoxia de 48 horas, la concentración de EPO en sangre baja progresivamente hasta alcanzar los niveles normales en días o 2-3 semanas, dependiendo de la altitud y del individuo (Milledg, 1985).

El término hipoxia intermitente se refiere a que los sujetos sólo son sometidos a hipoxia durante una parte del día (por horas). Tras los estudios de Levine y Stray-Gundersen apareció un gran interés por la estrategia de entrenamiento (aunque no se considera una forma de hipoxia intermitente). Se han probado dos principales

modelos de hipoxia intermitente: modelos de hipoxia intermitente continua y modelos de hipoxia intermitente discontinua. En el primero, los sujetos pasan una parte del día viviendo en hipoxia (altitudes entre 2.200 y 3.000 metros o equivalente) y entrenan a nivel mar. Los pocos estudios publicados sobre este tema presentan unos cambios hematológicos mínimos (no es extraño porque se han sometido poco tiempo y a niveles de hipoxia bajos), pero han presentado mejoras en la capacidad anaeróbica y mejoras en el rendimiento medido como potencia media desarrollada en cuatro minutos (Roberts, 2003, p. 8).

2.2.1.3 Pruebas genéticas:

Los científicos han investigado durante mucho tiempo los marcadores genéticos comunes que determinan si existen diferencias en las frecuencias de los genotipos entre los deportistas de elite y la población de control. Se encontró que el cromosoma humano número 14 que contiene el factor 1-Alfa inducible por la hipoxia, que sirve como regulador genético de la síntesis y la liberación de EPO durante la exposición y el entrenamiento en altura (Vogt, 2001). “Los deportistas con predisposición genética a ofrecer una respuesta favorable a la hipoxia liberan mayores concentraciones de EPO en altura” (Witkovski, 2002). Aparentemente, estos deportistas manifestaron cambios hematológicos beneficiosos inducidos por el entrenamiento en altura.

La estrategia de pasar la noche en altura entre 2.500 y 3.000 metros y entrenar a nivel del mar podría facilitar una mejora de las marcas entre un 0,8 y un 1% en competiciones cuya duración se encuentre entre 45 segundos y cuatro minutos. Aunque esta mejora parezca insuficiente no es tan irrelevante como parece, ya que se pueden producir mejoras en más de un 20% en una carrera de 1.500 metros por ejemplo.

Se ha aducido que el entrenamiento en altura no es tan eficaz como el entrenamiento a nivel del mar porque en altura no es posible mantener la misma intensidad absoluta ni es posible realizar el mismo volumen de entrenamiento que a nivel del mar (Levine y Stray-Gundersen, 1997). Además, “cuando se realiza ejercicio intermitente de alta intensidad el tiempo de recuperación entre series debe ser mayor para mantener la misma intensidad de esfuerzo durante las series que a nivel del mar” (Calbet J. 2006, p. 5).

2.2.1.4 Pruebas con atletas de la región Cusco.

Al respecto hicimos algunas pruebas en Cusco y Urubamba, cuyo cuadro de estos están en el análisis de resultados de pruebas de campo.

2.2.1.5 Radiación y Deshidratación.

Existen muchos más factores del rendimiento en altura como la deshidratación por la radiación solar o sequedad del ambiente, al respecto Manuel Parajón (2000), dice que la cantidad de vapor de agua en la atmósfera disminuye con la latitud, pero de una manera más rápida que la presión barométrica. Así encontramos que a 2000 m.s.n.m. disminuye un 50% y a 4000 metros, cuando la presión constituye $\frac{2}{3}$ de la del nivel del mar el vapor de agua solo representa $\frac{1}{4}$ del existente a 760 mm Hg a nivel del mar. Esta diferencia en la cantidad de vapor explica, en parte el rápido incremento de las radiaciones con la altitud y la pérdida corporal de agua que se produce con la estancia en la altitud. Recordemos que el aire inspirado se humidifica con vapor de agua al ingresar por las vías respiratorias y que es aportado por la mucosa respiratoria saturando el aire a 37° C que luego expulsamos en cada expiración perdiendo agua. Este mecanismo está sindicado como el de mayor relevancia en la deshidratación provocada por la altura. Además, el viento es un factor potenciador aumentando la pérdida calórica y la deshidratación (p. 5).

Respecto al gasto energético el 25% se gasta en forma de energía mecánica (es decir, el acortamiento de los mio filamentos), pero el 75% se gasta en forma de calor, lo que contribuye a aumentar la temperatura interna. El ejercicio en ambiente cálido y húmedo (higrometría o concentración en vapor de agua > 70%) es la peor de las cargas que pueden imponerse al organismo, y puede reducir el rendimiento del 10 al 15%, para un maratón que se desarrolla a 35 °C y al 80% de hidrometría, es decir que, si uno haría un maratón en 3 horas, lo haría a 3.20 por estos factores adversos, (Billat, 2002, p. 65).

La radiación solar y sus efectos dañinos van a verse aumentados con la altura por tres aspectos principales: El primero es que la capa atmosférica de aire que nos protege de esta radiación es más delgada por lo que vamos a tener menos protección. El segundo es la menor cantidad de moléculas de vapor de agua existentes, las cuales absorben la radiación solar. Y, por último, la existencia de nieve aumenta la radiación, ya que la refleja hacia nuestro cuerpo (Vicente, 2011).

La cantidad de vapor de agua en el aire disminuye con la altitud de forma más rápida que la presión barométrica. En altitud moderada es de un 50%. Como consecuencia, hay un aumento en las radiaciones con la altitud y una gran pérdida de agua corporal, que hay que reponer para evitar las deshidrataciones.

Es importante conocer sobre la hipertermia que es el aumento de la temperatura soportable por el cuerpo por efecto del ambiente, si el ambiente tiene una temperatura superior a la del organismo, la eliminación del calor endógeno (producido por nuestro cuerpo) resultará extremadamente difícil.

La temperatura desciende con la altitud, aproximadamente 1° C por cada 150 mts. de subida sobre el nivel del mar, según Terrados (1994), y en 0.56° C cada 100 mts. Según Bichon (1984) y Pauhd (1984). En altitud moderada está habitualmente

próxima a 0° C. La latitud influye en las variaciones de temperatura (Perez Barroso, 2018, p. 3).

Con la altura, la humedad ambiental va a descender porque, debido al descenso de la temperatura, va a haber menos moléculas de agua en el aire (humedad relativa). Ese hecho produce una pérdida importante de agua corporal porque, al inspirar el aire frío, este aire se calienta dentro de nuestros pulmones y, por lo tanto, admite más vapor de agua procedente de nuestro cuerpo que al exhalarse se pierde a temperatura corporal (Vicente, 2011, p. 23).

Según Veronique Billat (2002) existen cuatro maneras de intercambiar calor con el ambiente: La Radiación es la transferencia de calor de un objeto a otro, como lo hace el sol hacia el cuerpo, la radiación va más allá cuando incluso los objetos alrededor nuestro si son más frío son afectados por nuestro mismo calor corporal. La Conducción es la transferencia de un cuerpo a otro por el contacto entre estos, como podría ser el caso del contacto del pie con el asfalto o el tartán. La Convección es el calor que se transfiere por la ventilación, estar en un ambiente cerrado genera más calor a estar en un ambiente abierto o ventilado, se ven casos extremos de convección en ambientes de mucho calor como la Selva o clima tropical. La Evaporación es el medio de liberar calor endógeno (del mismo cuerpo) que se da normalmente por la piel mediante la sudoración, esta sudoración dependerá de la humedad relativa (p. 126).

2.2.1.6 *Resistencia del Aire, Gravedad y Aerodinámica.*

Respecto a la aceleración de los cuerpos por la altura Parajón (2000), menciona que la fuerza de gravedad disminuye en proporción al cuadrado con la distancia al centro de la tierra, disminuyendo la aceleración 0,003086 m/seg. Cada 1000 metros

de altura por lo que el tiempo de vuelo y la distancia recorrida por un cuerpo, lanzado con una fuerza determinada será mayor en altura que a nivel del mar (p. 12). Es por eso que los récords de lanzamientos, velocidad y deportes rápidos pueden ser batidos con mucha facilidad por el factor gravedad y resistencia del aire en la altitud.

Por la disminución de la densidad del aire y el descenso de la resistencia aerodinámica al avance permite que se alcancen mayores velocidades. Al contrario, al factor aerodinámico, el impacto de la altura en la fisiología es enormemente negativo debido principalmente a la disminución de la presión parcial del oxígeno en el aire del ambiente, este menor contenido de oxígeno reduce inmediatamente las capacidades aeróbicas del deportista durante el periodo inicial de aclimatación.

Al respecto también podríamos decir que la resistencia del aire también se ve afectada por la altitud ya que disminuye la densidad al disminuir la presión barométrica. Este hecho es importante en dos sentidos. Porque la reducción de la densidad del aire reduce el trabajo que deben realizar los músculos respiratorios para vencer la resistencia de las vías aéreas. Porque esta reducción en la densidad del aire también reducirá la resistencia que tiene que vencer un corredor, esquiador o ciclista para mantener una velocidad determinada (Vísido, 2000, p. 2).

La fuerza de gravedad, disminuye en proporción al cuadrado de la distancia al centro de la Tierra. La aceleración debida a la gravedad, disminuye en 0,003086 m/seg² por cada 1000 mts. de altitud. Por tanto, el tiempo de vuelo y la distancia recorrida por un cuerpo es mayor en altitud, que a nivel del mar (Pérez Barroso, 2018, p. 3).

2.2.2 La Adaptación y Aclimatación

La adaptación no debe confundirse con la aclimatación; mientras que la aclimatación es un fenómeno fenotípico, la adaptación es una modificación a nivel

genético que se produce gradualmente por selección natural y que en general no es reversible.

Entonces, adaptación es cualquier característica del desarrollo, comportamiento, morfología y fisiología que surge en un ambiente determinado como resultado de la selección natural, y que mejora su oportunidad para sobrevivir y dejar descendencia fértil, también llamada adaptación genotípica. A diferencia de la aclimatación que son los cambios compensatorios en un organismo bajo múltiples desviaciones naturales del ambiente, o sea estacional o geográfico, llamada también adaptación fenotípica (Wikipedia).

“Cuando un deportista realiza esfuerzos prologados e intensos, los sistemas fisiológicos deben adaptarse. Se producen cambios desde el nivel celular. Se adaptan músculos, tendones, hígado, riñón, glándulas, medio interno, corazón, arterias y sistema nervioso” (Bazan, 2014, p. 787). Este proceso de adaptación se logra a mediano y largo plazo, ninguna adaptación es mediata por lo que un especialista en entrenamiento debe considerar importante este proceso.

La adaptación a la hipoxia consiste en aumentar la ventilación en reposo y, en seres humanos, se lleva a cabo en 10 días aproximadamente (Dempsey y Foster, 1982). Con la exposición muy prolongada a la hipoxia podemos observar un descenso de la sensibilidad a la misma y de la ventilación en reposo (aunque siempre sigue siendo superior a la del nivel del mar). Con la exposición crónica a la hipoxia, los gases sanguíneos sufren cambios que van a depender del grado de hipoxia (altitud). La PaO_2 va a disminuir, aunque menos que la PiO_2 por el efecto compensatorio del aumento de la ventilación. Mientras, la $PaCO_2$ también va a disminuir de forma importante debido al aumento de la ventilación dando lugar a una

alcalosis respiratoria compensada o no compensada a más de 5.000 metros usualmente, (Vicente, 2011).

Tras pasar de uno a tres meses en alturas superiores a los 3.000 metros se puede observar cómo incrementa progresivamente la masa eritrocitaria. Reyna Farje y cols. (1959) estudiaron a diez militares destinados a 4.509 metros en Perú durante un año y, al cabo de un mes, detectaron un ligero aumento de la masa eritrocitaria que siguió aumentando hasta los ocho meses (a los ocho meses la masa eritrocitaria había aumentado un 50%). Sin embargo, después de dos meses de permanencia a 4.300 metros, Hannon y cols. (1969) no observaron aumento en la masa eritrocitaria (incluso suplementando a los sujetos con hierro). En general, la masa eritrocitaria no empieza a aumentar hasta que la PaO₂ cae por debajo de 70 mmHg (es equivalente a alturas de 2.500-3.000 metros) (Weil y cols. 1968). La producción de eritropoyetina (EPO) se ve estimulada por la reducción de tensión de oxígeno en los tejidos (hipoxia tisular) que es detectada por las células intersticiales peri tubular del riñón (biolaster.com).

Especialmente a altitudes superiores a 5.000 metros se produce un aumento de las catecolaminas circulantes. Durante las primeras semanas, aumentan la ACTH, el cortisol y las hormonas tiroideas (vuelven a los niveles propios del nivel del mar hacia la tercera-cuarta semana de estancia en altura). La mayor parte de la respuesta hormonal que tiene lugar en los primeros días es para fomentar la diuresis y la natriuresis (eliminación de sodio a través de la orina). En la primera semana de exposición a la hipoxia, se produce una disminución de la actividad del sistema renina-angiotensina-aldosterona que al cabo de unas semanas vuelve a la actividad normal (Zaccaria y cols, 1998).

Dependiendo de las características del entrenamiento y de la altura en la que se realice, el rendimiento en altura puede verse aumentado, disminuido o sin variaciones. Por ejemplo, se obtienen mejoras en carreras de atletismo de menos de dos minutos mientras que en las superiores a dos minutos se empeora el rendimiento (Fulco y cols. 1998). La razón por la que no empeoran las carreras de menos de dos minutos es porque en este tipo de carreras se utilizan mayoritariamente mecanismos anaeróbicos que son menos sensibles a la hipoxia que los aeróbicos. Por lo tanto, la hipoxia no afecta a los mecanismos anaeróbicos, pero si a los aeróbicos. Esta mejora en las carreras de corta duración también se debe, en segundo lugar, a que en altura la resistencia que produce el aire es menor porque con la altitud disminuye su densidad. Este hecho produce mejoras del rendimiento en pruebas explosivas y de sprint como son las carreras de 100 o 400 metros, saltos, lanzamientos, etc.

Podemos sintetizar todo lo anterior diciendo que solo obtendremos mejoras en altura en aquellas disciplinas deportivas en las que el rozamiento del aire sea determinante. Sin embargo, en deportes como el ciclismo se puede mejorar en altura si se habla del ahorro energético al ofrecer menos resistencia el aire y este ahorro energético es mayor cuanto mayor sea la velocidad incluso pudiendo llegar a contrarrestar los deterioros del rendimiento en altura a grandes velocidades (Calbet, 2009).

Sobre los efectos de la permanencia en altura sobre el $VO_2\max$ y la vuelta al nivel del mar, si la estancia en altura no se realiza a altitudes superiores a los 2.500 metros y durante tres semanas al menos, la masa eritrocitaria aumentara muy poco por lo que el aumento de la concentración de hemoglobina se deberá mayoritariamente a la hemoconcentración (disminución del volumen plasmático). Además, a las 48-72 horas del retorno a nivel del mar la concentración de

hemoglobina se acerca mucho a la observada antes de la exposición a altura debido a la expansión del volumen plasmático. Como consecuencia, la capacidad máxima de suministro de oxígeno es similar antes y después de la permanencia en altura como demostró (Saltin, 1.996). Llegando a la conclusión de que la permanencia en altura no se asocia a un aumento del VO₂Max al regresar a nivel del mar. También se han ensayado variantes del sistema HiLo (vivir en altura y entrenar a nivel del mar) (Ashenden y cols. 1999) que consisten en estudiar el efecto de dormir en hipoxia y entrenar a nivel del mar (a unos 600 metros de altura). En este estudio no se observaron cambios significativos en la masa de hemoglobina (Vicente, 2011). “Personas de altura que descienden al nivel de mar tienen un volumen sanguíneo y una masa de células rojas que son excesivas para su nuevo ambiente y se observa un proceso denominado neocitólisis” (González, Fútbol y Altura, 2008).

Otros autores como Platonov (2001), indica que durante el ejercicio en altitud hay adaptaciones de los siguientes sistemas: Del sistema respiratorio: Cualquier actividad física en altitud, incrementa la ventilación pulmonar y la FC y se produce un descenso del VO₂max y por consiguiente, en el rendimiento aeróbico. Si se da un proceso de aclimatación, el VO₂max mejora por la adaptación del transporte de O₂, sin embargo, estos valores no llegan a los que se obtienen a nivel del mar. Del sistema cardiocirculatorio: El gasto cardiaco en el ejercicio submáximo varía según el tiempo de exposición a la altura. En hipoxia aguda, dicho gasto es mayor que a nivel del mar, pero con la aclimatación, también se observan mejoras respecto a los primeros días en altitud. Del sistema hematológico: En hipoxia aguda la sangre no puede compensar el problema de oxigenación de los tejidos durante el ejercicio. Luego de una larga estancia en altitud, aumentan los glóbulos rojos y la hemoglobina, mejorándose el transporte de O₂ y disminuyendo el trabajo cardiaco, por un lado,

pero por otro, éste se incrementa porque aumenta la viscosidad de la sangre y hay más resistencias vasculares.

De acuerdo con Bulatova y Platonov (2001), la aclimatización que se logra en la estancia temporal en altura se mantiene un tiempo determinado al regresar a nivel del mar (reaclimatización). Polunín (1990; citado por Pancorbo, 2004) señala que la respuesta de rendimiento después del entrenamiento en altitud responde a los siguientes aspectos: La capacidad de trabajo se va aumentando entre 3-7 día. Se pueden conseguir excelentes resultados, especialmente en el tercero y cuarto día. La capacidad de trabajo disminuye gradualmente al comienzo de la segunda semana, aunque su nivel puede ser de algún modo algo más alto que al comienzo del entrenamiento de altitud. Al comienzo de los días 10-13, la capacidad de trabajo aumenta gradualmente y las competiciones llegan a ser más efectivas entre los días 18-24 de la reaclimatización, principalmente entre los días 18-20. La “tercera ola” de aumento de la capacidad de trabajo ocurre entre los días 36-50, pero no se manifiesta tan especialmente como con aquellos que compitieron durante el primer y segundo periodo.

La primera respuesta adaptativa inmediata que se desarrolla en el organismo es la hiperventilación y el aumento de la frecuencia cardiaca (FC), en segunda instancia encontramos el aumento del flujo sanguíneo, ya que el flujo sanguíneo intenta evitar repercusiones sobre la oxigenación de los músculos, permaneciendo constante la cantidad total de oxígeno. No obstante, el poco aporte realizado debe ser compensado y condiciona la capacidad de ejercicio disminuyendo el consumo máximo de oxígeno (VO₂ Max). Asimismo, encontramos que se evidencian cambios celulares para favorecer el aporte de O₂ al músculo; estos son el aumento de la capilaridad, la

mioglobina, las mitocondrias y las enzimas necesarias para obtener energía aeróbica (Córdoba y Martínez-Villén, 2001).

Para competir en altura Hollman (1994) determina que el rendimiento disminuye en un 6 % respecto a nivel del mar. Para solventar este problema, señala al igual que Allen (1993) algunas recomendaciones como: Llegar a la competición con un máximo de 12 horas antes de la competición, competir y volver a nivel del mar, para evitar las adaptaciones agudas que se producen. Entrenar 2 - 3 semanas en altitud (mejor 3 semanas y un mínimo de una semana) para aclimatarse a esas condiciones y adaptar el ritmo de competición a la situación de hipoxia (Perez Barroso, 2018, p. 3).

En los individuos nacidos en la altura suelen encontrarse algunas modificaciones estructurales tales como el aumento del diámetro torácico, mayor hipertrofia cardíaca, y otras modificaciones estructurales y funcionales. En algunos animales se observa una adaptación genética, como por ejemplo la llama, el guanaco, o la oca cenicienta que vuela a 8000 metros de altitud (Parajón, 2000, p. 5).

En un estudio comparativo en Bolivia a 3600 m, varones de zonas urbanas presentaron niveles más altos de testosterona y de hemoglobina que los Aymaras de zonas rurales con mayor antigüedad generacional en la zona altitudinal. Esto sugiere que valores de testosterona en el rango normal alto puede comprometer el proceso de adaptación a la altura. Del mismo modo, en varones de Cerro de Pasco, Perú a 4340 m se ha observado mayor biodisponibilidad de testosterona, lo que sugeriría que esta población residente en los Andes centrales pueda no haber completado su proceso de adaptación. Por lo tanto, la Hipótesis que se origina es que la testosterona podría estar relacionada con la eritrocitosis excesiva y, esta a su vez, a la etiopatogenia del mal de montaña crónico. Se sugiere que la eritrocitosis es debida a una mayor

concentración plasmática de la relación testosterona/ estradiol, tanto en varones como en mujeres. La testosterona disminuye la ventilación durante el sueño y favorece la eritropoyesis, en tanto que el estradiol estimula la ventilación e inhibe la eritropoyesis. Recientemente se ha demostrado que los varones de Cerro de Pasco con eritrocitosis excesiva tienen mayores niveles séricos de testosterona que aquellos viviendo en la misma altitud, pero sin eritrocitosis excesiva. En Cerro de Pasco, pero no en Cusco, se ha demostrado una mayor respuesta de testosterona sérica a la hCG, que indicaría que la zona de Cerro de Pasco es más propensa a la eritrocitosis excesiva que Cusco. La antigüedad generacional es mayor en Cusco que en Cerro de Pasco y ello puede contribuir a que en Cerro de Pasco se presente con mayor frecuencia la eritrocitosis excesiva, o en otras palabras que la población de Cusco se encuentre mejor adaptada (Gonzales G. , 2011, p. 96).

2.2.3 *Respuestas Fisiológicas a la Altura.*

El entrenamiento en altitud provoca reacciones y efectos sobre el rendimiento en las actividades deportivas sobre todo en los de resistencia, cuando el organismo tiene un déficit de O₂ provoca que el organismo produzca un aumento en cantidad de glóbulos rojos que circularan por la sangre, produciendo ventajas. Estas reacciones la veremos a continuación ya que los cambios en altura se darán a nivel tanto anatómico, mental y sobre todo fisiológico, de acuerdo con muchos autores estos son:

2.2.3.1 *A Nivel Celular.*

Cuando entrenamos generamos cambios al núcleo del organismo que son las células del organismo, hay cambios celulares para favorecer el aporte de O₂ al músculo, estos generan aumento de la capilaridad, la mioglobina, las mitocondrias y las enzimas necesarias para obtener energía aeróbica.

Los estudios en los que se ha valorado la cantidad (volumen) de mitocondrias en el musculo, después de estancias en altura, muestran datos muy contradictorios; en algunos de ellos se aprecia un mayor número de mitocondrias, pero de menor tamaño. Otros autores han mostrado aumentos en la cantidad de proteínas mitocondriales o en el volumen relativo, evidenciando una posible activación de las estructuras responsables del metabolismo aeróbico. Por contraposición a esos resultados, estudios recientes, pero realizados tras estancias superiores a 6000 metros, muestran disminución en el volumen total de mitocondrias musculares de casi un 20%. La divergencia entre estos estudios (algunos de ellos realizados por los mismos autores, con la misma metodología) solo es explicable por las diferentes altitudes utilizadas y por la influencia del ejercicio físico y de una nutrición incorrecta (Parajón, 2000, p. 4).

2.2.3.2 A Nivel de las Capacidades.

El principal argumento que defiende el entrenamiento en alturas moderadas para mejorar la resistencia aeróbica es que se produce un aumento de la concentración de hemoglobina, de esta manera, cuando se vuelva a nivel del mar estará aumentada la capacidad de captar oxígeno con facilidad, y junto a esto, también aumentarán el VO₂MAX y la resistencia aeróbica. Sin embargo, este aumento de la concentración de la hemoglobina se debe principalmente a una disminución del volumen plasmático por lo que es un mecanismo muy eficaz para aumentar rápidamente el contenido de oxígeno de la sangre. Después de una larga exposición a hipoxia, la vuelta a nivel del mar acarrea una disminución de la concentración de hemoglobina (a niveles similares o ligeramente superiores a los del nivel del mar originales) que se debe a una expansión del volumen plasmático que se produce por la retención de agua. A los 3-10 días tras la vuelta a nivel del mar se vuelven a los valores anteriores a la exposición

a la hipoxia. Si la estancia en altura no supera el mes y la altura es inferior a los 3.000 metros los efectos sobre la concentración de hemoglobina no son significativos y la vuelta a los valores normales tras la exposición a la hipoxia se produce en tres días. Svendenhag y cols. (1997) estudiaron a esquiadores de fondo a 1.900 metros de altura llegando a las siguientes conclusiones: no se observaron cambios significativos en la masa total de hemoglobina, a los once días después del regreso a nivel del mar el volumen sanguíneo era un 7% mayor, la masa ventricular izquierda aumento un 10%. No se sabe hasta qué punto influyo la hipoxia en estos resultados (Vicente, 2011, P.11).

La cantidad de energía disponible para un ejercicio de larga duración (capacidad aeróbica) disminuye al disminuir también el VO₂max. De acuerdo con Córdoba y Martínez-Villén (2001), el VO₂max no mejora demasiado con la aclimatación, pero la resistencia puede aumentar hasta el 100% conforme se avanza en el entrenamiento. Esto se da por la mejora en la vascularización muscular.

Respecto a la capacidad anaeróbica, el entrenamiento de alta intensidad en altura se asocia a un aumento de la actividad enzimática relacionada con la glicólisis y la capacidad tampón. Pero, por otro lado, la actividad de la bomba sodio-potasio y la reserva total de bicarbonato disminuyen. Actualmente no se ha podido demostrar claramente una superioridad del entrenamiento en altura o en condiciones de hipoxia para la mejora de la capacidad anaeróbica, ya que hay demasiada controversia y errores metodológicos en los estudios publicados sobre el tema. Según la cita de Platonov (2001), la aptitud anaeróbica aláctica es prácticamente invariable independientemente de la altitud. No obstante, en hipoxia crónica disminuye la producción de ácido láctico durante el trabajo intenso y la capacidad anaeróbica por la disminución de la reserva alcalina (Córdoba y Martínez-Villén, 2001, p.).

El éxito en las actividades de resistencia aeróbica depende en gran medida de: (Wilmore y Costill 2000) de un valor elevado de VO₂máx, Un bajo VO₂ para un nivel de esfuerzo sub máximo determinado, Un umbral de lactato (anaeróbico) alto, Mayor capacidad para rendir a un % más elevado del VO₂máx, Alto % de fibras musculares CL (lentas).

2.2.3.3 A Nivel de la Sangre.

Hay incremento de los valores de hemoglobina y hematocrito, mejorando la capacidad de transporte del oxígeno de los pulmones a los músculos. A nivel circulatorio, desde que se llega a la altura, el gasto cardiaco aumenta con relación a la altitud para compensar la baja de presión del O₂ en la sangre arterial y el aporte de ésta a los tejidos. Pero con la aclimatación, el gasto y la FC en reposo se vuelven similares a los que se tienen a nivel del mar (Córdoba y Martínez-Villén, 2001). La oxigenación de tejidos es el principio regulador básico de la producción de glóbulos rojos. Éstos transportan el O₂ de la hemoglobina hasta la célula. Los glóbulos rojos se producen en la médula ósea a partir de células madre que se multiplican a gran velocidad. La producción de glóbulos rojos está regulada por la eritropoyetina, que es una hormona producida por el riñón. Una disminución de la oxigenación de los tejidos aumenta la producción de eritropoyetina, que actúa en la médula ósea estimulando la producción de glóbulos rojos (Tuotromédico.com, 2006, p. 4).

Una solución para evitar la deshidratación producida por la disminución del volumen plasmático consiste en vivir en altura y entrenar a baja altitud o a nivel del mar. Según Robach y cols. (2002). En esta fase la adaptación más importante para el rendimiento deportivo en altura, es el aumento de glóbulos rojos y la concentración de hemoglobina que mejorara la capacidad de transporte de O₂ por la sangre, y por

consiguiente, se incrementa la cantidad de O₂ para aportar al músculo (Córdoba y Martínez-Villén, 2001, p. 12).

En las primeras 24-48 horas en hipoxia, disminuye el volumen plasmático debido a la diuresis, a la pérdida de agua por sudoración y por ventilación, y al desplazamiento de agua desde el espacio vascular a los espacios extravascular e intracelular. Este movimiento de agua (y de proteínas) se debe a la acción del péptido atrial natriurético que actúa como vasodilatador y aumenta la permeabilidad capilar (Calbet, 2006).

Esta disminución del volumen plasmático es proporcional al grado de hipoxia y hace que disminuya el volumen sanguíneo total que se traduce en un 50% de la pérdida de volumen plasmático total (Sánchez y cols 1970). Las personas que viven en altura permanentemente tienen un volumen plasmático menor en un 27% a los residentes a nivel del mar.

La disminución del volumen plasmático tiene la ventaja de permitir aumentar el hematocrito (sin contar con la EPO). Mientras que en altura pasa esto, a la vuelta a nivel del mar pasa lo contrario, es decir, se produce una expansión del volumen plasmático, por lo que el hematocrito vuelve a sus volúmenes anteriores rápidamente (24-48 horas), aunque haya habido un aumento de eritrocitos. Los principales cambios que tienen lugar en el aparato circulatorio como consecuencia de la aclimatación a la altura son el aumento de la actividad simpática y parasimpática, aumento de la presión arterial sistémica y pulmonar en reposo, aumento de la frecuencia cardíaca en reposo, disminución del gasto cardíaco máximo, disminución de la frecuencia cardíaca máxima y aumento de la densidad capilar en la musculatura esquelética. El aumento de la actividad simpática provocaría un aumento de la frecuencia cardíaca en reposo, si no existiera el aumento de la actividad

parasimpática que la lleva a latidos/minutos muy cercanos a los del nivel del mar. Sin este aumento de la actividad parasimpática, en pocos días se produciría una insuficiencia cardíaca provocada al efecto negativo de la taquicardia sobre el miocardio (Calbet, 2006, p. 8).

A 4.000 metros de altura, el descenso del gasto cardíaco máximo se asocia a la aclimatación. Esto no se debe a una disminución de la frecuencia cardíaca como se creía anteriormente, sino que, como demostraron Boushel y cols. (2001) en un estudio que realizaron con siete sujetos sanos durante nueve semanas, que, aunque esta frecuencia cardíaca se restaure, el gasto cardíaco máximo sigue disminuido. El gasto cardíaco no disminuye debido exclusivamente al descenso del volumen plasmático, al aumento del hematocrito ni a la hipertensión pulmonar (Calbet y cols. 2003 y 2004 y Richalet y cols. 2004).

En las primeras 24-48 horas en hipoxia, disminuye el volumen plasmático debido a la diuresis, a la pérdida de agua por sudoración y por ventilación y al desplazamiento de agua desde el espacio vascular a los espacios extravascular e intracelular. Éste movimiento de agua (y de proteínas) se debe a la acción del péptido atrial natri urético que actúa como vasodilatador y aumenta la permeabilidad capilar. Esta disminución del volumen plasmático es proporcional al grado de hipoxia y hace que disminuya el volumen sanguíneo total que se traduce en un 50% de la pérdida de volumen plasmático total (Sánchez y cols 1970). Las personas que viven en altura permanentemente tienen un volumen plasmático menor en un 27% a los residentes a nivel del mar. La disminución del volumen plasmático tiene la ventaja de permitir aumentar el hematocrito (sin contar con la EPO). Mientras que en altura pasa esto, a la vuelta a nivel del mar pasa lo contrario, es decir, se produce una expansión del volumen plasmático, por lo que el hematocrito vuelve a sus volúmenes anteriores

rápidamente (24-48 horas), aunque haya habido un aumento de eritrocitos (Calbet, 2006).

2.2.3.4 *A Nivel del Sistema Respiratorio.*

Incrementa el Volumen Minuto Respiratorio, es decir la capacidad ventilatoria pulmonar, incrementando la fuerza de los músculos intercostales y diafragma, responsables de la respiración pulmonar, lo que permite que el deportista pueda respirar mayores volúmenes de aire durante el esfuerzo aeróbico máximo. La presión parcial arterial de oxígeno en sangre (PaO₂) es sólo ligeramente inferior a la presión parcial alveolar de oxígeno (PAO₂). Pero la PAO₂ (incluso durante la hiperventilación máxima), es siempre menor que la presión inspiratoria lo que produce una situación denominada hipoxemia (la PaO₂ es inferior en altura). La hipoxemia, por lo tanto, compromete la distribución de oxígeno a los tejidos (Calbet, 2006). Por la baja en la presión parcial del O₂ y de la presión parcial de O₂ en la sangre arterial, se aumenta la ventilación pulmonar para compensar la hipoxia (se satura de O₂ la sangre arterial).

La aclimatación a la hipoxia consiste en aumentar la ventilación en reposo y, en seres humanos, se lleva a cabo en 10 días aproximadamente (Dempsey y Foster, 1982). Con la exposición muy prolongada a la hipoxia podemos observar un descenso de la sensibilidad a la misma y de la ventilación en reposo (aunque siempre sigue siendo superior a la del nivel del mar).

El aumento de la concentración de hemoglobina producido por la hemoconcentración que puede deberse a la pérdida de plasma (al principio) o por la estimulación de la eritropoyesis (a largo plazo) permiten aumentar el contenido de oxígeno de la sangre arterial en reposo.

Con la aclimatación a alturas moderadas, la respuesta ventilatoria al esfuerzo máximo se vuelve a situar cerca de los niveles a nivel del mar. Pero en hipoxia severa, aumenta la respuesta ventilatoria a un esfuerzo máximo. Con la aclimatación, la PAO₂ es superior al mismo nivel de ventilación (mejora la eficiencia ventilatoria), esto lo demostraron Lundby (2004), cuando estudiaron a seis sujetos a nivel del mar, en hipoxia aguda y después de 2 y 8 semanas de aclimatación a 4.100 metros de altura. La mejora de la oxigenación arterial (PaO₂) durante el esfuerzo máximo es el resultado de una mejora en la ventilación alveolar y en la PAO₂. Pero, a alturas más elevadas, la mejora de la PaO₂ es debida a dos mecanismos principales que son el aumento de la PAO₂ y de una mejora en el intercambio de gases como reflejan (Calbet, 2003, p. 8).

La saturación de la hemoglobina con oxígeno (SaO₂) depende principalmente de la PaO₂ y de la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno. El aumento de esta afinidad es debido principalmente a que con el aumento de la ventilación se produce alcalosis la cual estimula la producción de 2,3-difosfoglicerato (2-3 DPG) en los eritrocitos. Este producto disminuye la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, es decir, desplaza la curva de disociación de la hemoglobina hacia la derecha. Por lo tanto se producen dos movimientos antagónicos: la alcalosis respiratoria que desplaza la curva de disociación de la hemoglobina hacia la izquierda y el aumento de 2-3 DPG que la desplaza hacia la derecha.

El resultado de todo esto es que, en reposo, la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno en el tejido en altura es similar a la que se da a nivel del mar y que, sin embargo, a grandes alturas y en reposo, la curva se desplaza ligeramente hacia la izquierda para facilitar la captación de oxígeno en el alveolo. Sobre los efectos de la altitud sobre el VO₂max, la hipoxia produce una disminución de la saturación

máxima que puede alcanzar la hemoglobina durante el ejercicio por lo que se compromete el suministro de oxígeno. Como consecuencia de esto, disminuye el rendimiento en pruebas en las que se utilice fundamentalmente el metabolismo aeróbico porque, en altura, se puede mantener una misma intensidad relativa de esfuerzo durante menos tiempo y la cantidad absoluta máxima del VO₂ van a ser menores que a nivel del mar (Vicente, 2011).

Respecto a la anatomía del aparato respiratorio se inicia cuando se administra O₂ a los tejidos y se elimina CO₂, para ello existen 4 etapas que son: ventilación pulmonar, difusión del oxígeno y transporte del dióxido de carbono de la sangre y de los líquidos corporales a los tejidos, y la Regulación de la ventilación. En la ventilación pulmonar los pulmones se expanden y contraen por el movimiento en conjunto del diafragma, cavidad torácica y costillas, lo que aumenta el diámetro del tórax. La respiración normal de una persona joven es de 500 ml por cada inspiración o espiración, y siendo la respiración normal unas 12 veces por minuto se puede concluir que por cada minuto hay una difusión del aire de 6 litros por minuto aproximadamente. En el ejercicio intenso el consumo de oxígeno y por lo tanto la formación del dióxido de carbono aumenta (hiperventilación), el cerebro al estimular los músculos excita el centro respiratorio (Bazán, 2014, pág. 462).

La Frecuencia Respiratoria máxima alcanza valores de 35-45 respiraciones/min en sedentarios y 60-70 respiraciones/min en deportistas de elite. Durante el ejercicio físico la espiración deja de ser un proceso pasivo, ya que participan músculos intercostales internos y músculos dorsales, es por ello importante una respiración diafragmática y con ayuda de los músculos dorsales y lumbares.

Tras comenzar el ejercicio físico (ligero, moderado o intenso), la ventilación pulmonar se incrementa en 2 fases: Fase 1. Tras el inicio de la actividad se produce

un incremento rápido y notable en la profundidad y frecuencia de la respiración (30-50 s), este tiempo comprende el inicio del funcionamiento mecánico de los centros respiratorios (tronco cerebral) que reciben estímulos desde la corteza motora, los músculos activos y las articulaciones. Fase 2. Posteriormente, el incremento de la ventilación se produce de forma más gradual de 3 a 4 min, Si el esfuerzo es submáximo y mantenido la ventilación se estabiliza durante un periodo de tiempo conocido como estado estacionario "steady-state". (umh1617.edu.umh.es).

En altitudes superiores a los 3300 msnm (Cusco), los valores varían por el factor hipóxico y la baja presión del oxígeno en el medio ambiente, limitante del entrenamiento anaeróbico y aeróbico intenso. El punto en el cual la ventilación se intensifica de forma desproporcionada con respecto al oxígeno consumido ha sido definido como umbral ventilatorio por muchos autores (más de 4 mmol/l).

Algunos autores como Córdoba y Martínez (2001), que la dividen en 2:

2.2.3.4.1 A corto plazo:

El factor más importante sobre el organismo es la disminución de la presión parcial de oxígeno en el aire respirado (PO₂) y paralelamente, de la presión arterial de oxígeno. La respuesta adaptativa inmediata es la hiper ventilación y el aumento de la frecuencia cardiaca (FC). El aumento del flujo sanguíneo, intenta evitar repercusiones sobre la oxigenación de los músculos, permaneciendo constante la cantidad total de oxígeno. No obstante, el aporte disminuido y que debe ser compensado, condiciona la capacidad de ejercicio disminuyendo el consumo máximo de oxígeno (VO₂ max).

2.2.3.4.2 A largo plazo:

Tanto la hiperventilación con el aumento de la FC lleva a cambios en el equilibrio ácido-base, produciendo un descenso crónico de la concentración de CO₂ (alcalosis

respiratoria por la hiperventilación). Sin embargo, esto no afecta positivamente la capacidad física.

2.2.3.5 *A Nivel Muscular.*

Incremento de la revascularización y neo vascularización del tejido muscular, lo que disminuye la superficie de perfusión tisular, permitiendo una mejor oxigenación de los músculos en actividad. Incrementa la tolerancia al ácido láctico, ácido que se produce cuando los músculos deben producir energía sin la presencia del oxígeno. Como en el aire que respiramos en la altura la concentración de oxígeno es baja, la hipoxia se produce en forma más temprana, es decir a menores intensidades de esfuerzo que a nivel del mar, lo que permite el apareamiento más temprano del ácido láctico en el organismo cuando entrenamos en la altura. Situación que es beneficiosa para las actividades deportivas en las cuales la capacidad de tolerancia al lactato es importante para el rendimiento. No así en las aeróbicas puras como las carreras de fondo.

En algunos estudios como los de Terrados y cols. (1990) y Melissa y cols. (1997) se han observado aumentos más acusados de la actividad de las enzimas del metabolismo oxidativo y de la mioglobina al entrenar en hipoxia y a la misma intensidad absoluta. Pero esto solo es posible si la masa muscular sometida a entrenamiento es pequeña porque por el contrario no se podría mantener la misma intensidad absoluta en hipoxia que en normoxia. También hay que tener en cuenta que en los sujetos entrenados la capacidad oxidativa muscular es mayor a la capacidad de suministro de oxígeno, por lo que si no aumento esta capacidad de suministro no tiene importancia que aumente la capacidad oxidativa muscular. Otra de las ventajas que le ha atribuido al entrenamiento en hipoxia son mejoras en la mioglobina muscular y en la capilarización de las fibras musculares.

Estos no aumentan la capacidad de extracción de oxígeno cuando deberían hacerlo. Esta capacidad depende de varios factores como la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, el gradiente de la presión de oxígeno entre el capilar y la mitocondria, posiblemente la concentración de mioglobina, el tiempo medio de transición de la sangre a través de los capilares y la densidad capilar. La afinidad de la hemoglobina por el oxígeno disminuye a al aumentar la concentración eritrocitaria de 2-3 DPG con la hipoxia, lo que debería facilitar la cesión de oxígeno al músculo si no se produjera alcalosis respiratoria en hipoxia (desplaza la curva de disociación de la hemoglobina hacia la izquierda) que dificulta la cesión de oxígeno en el músculo, pero facilita la captación alveolar de oxígeno. El efecto de estos dos sucesos deja la curva de disociación de la hemoglobina en una posición similar a la observada a nivel del mar. Los efectos de la 2-3 BPG desaparecen como mucho a los dos días del regreso al nivel del mar, mientras que la densidad capilar expresada como número de capilares por fibra muscular no aumenta con la sola permanencia en altura pero si lo hace o se mantiene inalterada la densidad capilar expresada en número de capilares por mm² de sección muscular debido a la atrofia de las fibras musculares, (Lundby, 2004).

Las investigaciones concuerdan en que las modificaciones del metabolismo muscular son más duraderas que otras adaptaciones sistémicas y van a ser determinantes en el rendimiento físico. Inicialmente en hipoxia aumenta la energía que proviene de los procesos anaeróbicos y hay acumulación de lactato. Con el ejercicio exhaustivo, disminuye el glucógeno muscular, aumenta el ATP y la inopinomono-fosfato (IMP) y disminuye la fosfocreatina (Córdoba y Martínez-Villén, 2001).

Durante el ejercicio en hipoxia, el pH desciende más. Después de un período de entrenamiento entre 2500 y 3000 m., aumenta la capacidad muscular, lo que se relaciona con un mejor rendimiento en competiciones de corta duración.

2.2.3.6 A Nivel Enzimático.

Se incrementa los valores de mioglobina, enzima responsable de la producción de energía aeróbica en el interior de las células, (mitocondrias), sitio donde se produce la oxigenación de las grasas e hidratos de carbono, para producir energía aeróbica. Incremento de la 2-3 DPG, enzima que se encuentra elevada en la sangre de los nativos en la altura, que tiene como objetivo disminuir la capacidad de la hemoglobina de fijar el oxígeno, lo que permite a la sangre arterial entregar oxígeno a los músculos durante la actividad física aeróbica máxima (mejora la respiración tisular).

2.2.3.7 A Nivel Hormonal.

El sistema endocrino genera la hipoxia que activa los sistemas adrenérgico y el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, dándose un estrés biológico importante por la falta de oxígeno celular y por el frío y la actividad física. Hay aumento de hormonas como las catecolaminas, cortisol, esteroides, hormona antidiurética, tiroidea y disminuye la aldosterona y la renina. Estos valores tienden a normalizarse con el paso de los días. Cabe mencionar, que la respuesta hormonal en hipoxia se orienta al mayor uso de lípidos. En hipoxia crónica la re síntesis del ATP está limitada en las mitocondrias, principalmente en el metabolismo cerebral, por lo que en algunos casos se presentan trastornos motores e intelectuales.

Especialmente a altitudes superiores a 5.000 metros se produce un aumento de las catecolaminas circulantes. Durante las primeras semanas, aumentan la ACTH, el cortisol y las hormonas tiroideas (vuelven a los niveles propios del nivel del mar

hacia la tercera-cuarta semana de estancia en altura). La mayor parte de la respuesta hormonal que tiene lugar en los primeros días es para fomentar la diuresis y la natriuresis (eliminación de sodio a través de la orina). En la primera semana de exposición a la hipoxia, se produce una disminución de la actividad del sistema renina-angiotensina-aldosterona que al cabo de unas semanas vuelve a la actividad normal (Zaccaria, 1998).

Los habitantes en Kenia viven y crecen corriendo para ir de su casa a la escuela casi todos los días, similitud con los corredores del Ande, es en este tipo de actividad que aumenta la secreción de algunas hormonas como el cortisol. Esta es una respuesta fisiológica por el estrés que produce el ejercicio y se produce en correlación directa con la intensidad. Esta hormona, cortisol, produce un impacto directo en el remodelamiento de las proteínas musculares, disminuyendo masa muscular e influyendo obviamente en la recuperación (Bazan, 2014, p. 790).

Las hormonas cumplen una función importante en los procesos de adaptación a cambios ambientales, por lo que no es raro pensar que también cumplan una función en el proceso de adaptación a la altura. Los datos relacionados al mal de montaña crónico (MMC), una enfermedad de falta de adaptación a vivir en la altura, revelan su menor frecuencia en mujeres durante edades premenopáusicas, pero aumenta luego de la menopausia. Esto indicaría que las hormonas sexuales tendrían un papel en la adaptación a la altura en forma diferencial entre hombres y mujeres (Gonzales G., 2011).

Las modificaciones hormonales son de difícil valoración por la cantidad de factores externos que influyen en las personas expuestas a la altitud, como son el frío, el estrés, el ejercicio físico, etc. lo cual da resultados contradictorios. De los pocos estudios existentes se puede concluir que los niveles de catecolaminas están

aumentados durante las estadias en altitud y en personas aclimatadas, tanto en reposo como en el ejercicio, al igual que la hormona del crecimiento (HGH). Los ejercicios en alturas extremas (superiores a 4000 metros) originan una elevación de la HGH. Por otra parte, en estudios de autores como Reynaud, la HGH está más elevada en reposo en los nativos de las montañas que en los habitantes de nivel del mar. Estos, al ascender en la montaña, aumentan los niveles de reposo, aunque no alcanzan los encontrados habitualmente en los nativos. Tras un ejercicio efectuado en estas cotas, los niveles plasmáticos de HGH se elevan más en los montañeros frente a los valores encontrados en los nativos para el mismo esfuerzo. Igualmente, y de acuerdo con los diversos autores, la HGH en estas altitudes posee un período de liberación más tardío y de menor vida media en los montañeros, por un posible defecto en el aclaramiento hormonal (Parajón, 2000, p. 7).

La hiperventilación es un fenómeno que se observa en todos los sujetos que ascienden a la altura (exposición aguda). En el nativo de altura lo que se observa es un fenómeno de hipo ventilación. Son dos situaciones diferentes con dos procesos o resultados diferentes. Lo que se postula en la exposición aguda a la altura es que con la hiperventilación hay mayor eliminación de CO₂ que conlleva a una alcalosis respiratoria. Si este fenómeno no es regulado la persona tiene síntomas. Se postula que en la exposición aguda a la altura, la hiperventilación genera como respuesta una elevación de testosterona. La testosterona cumple su papel de reducir la ventilación y con ello regular este proceso; además, la testosterona favorece la eritropoyesis y con ello mejora el transporte de oxígeno, lo que conlleva a un proceso de aclimatación. La situación en el nativo de la altura es otra. Al estar permanentemente estimulado con mayores niveles de testosterona, por ejemplo, entre hombres y mujeres, se produce un hipo ventilación permanente y este es un estímulo para

eritropoyesis que asociado al propio estímulo eritropoyético de la testosterona conduce a la eritrocitosis excesiva y al mal de montaña crónico. Por ello, si bien en situaciones de exposición aguda, la testosterona es útil, no lo es para el nativo de la altura que tiene valores altos de testosterona. Por ello se concluye que la testosterona es buena para aclimatación pero mala para adaptación a la altura (Gonzales G. , 2011, p. 98).

Si los nervios y el sistema nervioso están especializados en una transmisión rápida de las señales, tal como describimos para la contracción muscular, el sistema "endocrino" está especializado en la transmisión lenta y continua de las señales. Utiliza el sistema circulatorio para cubrir mayores distancias en el organismo. Los mensajeros del sistema endocrino son las hormonas; éstas proceden de las células secretoras y tienen como "órgano efector", u órgano "diana", otra glándula o bien células no endocrinas (que no secretan hormonas). Esto significa que ciertas glándulas van a secretar hormonas que estimularán otras glándulas que, a su vez, secretarán hormonas que estimularán o inhibirán la actividad de determinadas células del organismo. El hipotálamo (situado en el telencéfalo), que controla la temperatura corporal, secreta células neuroendocrinas que estimularán la glándula tiroides (situada en el cuello), y provocarán la secreción de hormonas tiroideas. Dichas hormonas aumentarán el metabolismo energético y la producción de calor endógeno. El propio hipotálamo recibe la influencia de los centros superiores del cerebro (Billat, 2002, pág. 122).

Todas las respuestas fisiológicas a la altura son importantes para conocer mas sobre los efectos en el entrenamiento, es importante valorar al habitante de altura que pasa condiciones aparentemente extremas y diferentes, pero en un medio natural con una hipoxia crónica desde su concepción, gestación, en su primer suspiro de aire, etc.

Entendiendo estas respuestas podríamos aprovechar estas ventajas para un mejor rendimiento deportivo.

2.2.3.8 *Metabolismo.*

Desde el inicio, tanto en la fase de hipoxia aguda como crónica hay una importante disminución en el uso de lípidos como sustrato energético (cociente respiratorio de 0,7) y un incremento en el uso de carbohidratos (cociente respiratorio de 1,0). Varios estudios realizados en altitud confirman el mayor porcentaje de energía partir del consumo de carbohidratos. Un cociente respiratorio más elevado, a una presión alveolar de CO₂ incrementa la PO₂ alveolar mejorando la disponibilidad de O₂ por lo que podría ser considerado un mecanismo compensatorio. En la exposición aguda a la altura, existe una menor glucemia, sin embargo, la captación de glucosa libre dentro de la célula (glucocitosis). Esta podría ser otra causa de los niveles bajos de lactato durante el ejercicio y en los nativos. También durante la fase aguda aumenta la tasa metabólica basal, parece que el efecto depende de la altitud y persiste durante la exposición crónica por arriba de los valores normales. Probablemente se deba al incremento de las catecolaminas, pero debe considerarse que este incremento en el consumo diario de energía debe equilibrarse con un aumento en la ingesta alimentaria para minimizar la pérdida de peso (Parajón, 2000, p. 5).

En este apartado es donde existe mayor controversia entre diferentes investigadores. El hecho de que las modificaciones a nivel del metabolismo muscular van a influir mucho en el rendimiento y que los cambios son más duraderos que las adaptaciones que las logradas por otros medios, hacen esto más interesante no solo para las estancias en altitud sino para el posterior regreso a nivel del mar. El sentido y la magnitud de esas modificaciones nos pueden ayudar a conocer los factores que

estimulan o inhiben las vías energéticas. Por la relación que tienen entre si todos los componentes musculares, se consideran bajo el mismo epígrafe todas las modificaciones tanto histológicas como metabólicas (Parajón, 2000, p. 7).

2.2.4 Fases de aclimatación a la Altura.

Al hacer ejercicio en la altitud, el cuerpo responde y se adapta a dos factores de estrés, la hipoxia y el ejercicio. La magnitud de la respuesta a estos factores va a ser de importancia en ejercicio, capacidad y rendimiento, siendo mediada por el nivel de altitud y la característica de aclimatación a la altitud que implican el nervio central, sistema endocrino, respiratorio y cardiovascular, cita de Vargas (2013) por (Santiago, 2016, p. 17).

Leticia (2014) propone fases de aclimatación a la altura para atletas que viven en el nivel del mar, estas fases atienden a respuestas bio adaptativas ante las condiciones de hipoxia existentes:

2.2.4.1 1ª Fase: Aclimatación (3 - 6 primeros días):

Fase muy importante que puede ser acortada si se han realizado varios periodos de entrenamiento en altura durante el año. El entrenamiento consiste básicamente en trabajo aeróbico ligero y medio, bajo volumen e intensidad del entrenamiento.

2.2.4.2 2ª Fase: Entrenamiento (12-14 días):

Se caracteriza por elevados volúmenes de carga, la intensidad se va elevando. En su 1ra parte el entrenamiento es aeróbico. En la segunda parte de este entrenamiento, se irán introduciendo progresivamente mayor número de entrenamientos anaeróbicos (esto depende del desarrollo de cada individuo).

2.2.4.3 3ª Fase: *Recuperación o Asimilación.*

Se caracteriza por una disminución de la intensidad y el volumen del entrenamiento. Es importante que se planifique el entrenamiento de forma que no llegue fatigado a nivel del mar.

Vladimit Issurin (2014) coincide en que la aclimatación a la altura se sub divide en 3 fases. La primera fase es la aclimatación aguda, es la más limitada para la capacidad de entrenamiento y su duración de 3 a 7 días y depende enormemente de las peculiaridades individuales del deportista. La segunda de transición ofrece respuestas más favorables, pero más inestables y menos predecibles y su duración también varía según los individual de 3 a 5 días. La tercera fase es estabilización permite a los deportistas seguir un programa de entrenamiento con grandes cargas casi al límite (Issurin, 2014, pág. 408).

Una corriente bastante comentada entre entrenadores es una estrategia de entrenamiento en altitud se dice “vivir alto - entrenar bajo” y propone que los deportistas pueden mejorar su rendimiento de la resistencia a nivel del mar viviendo en altitud (2000 a 3000 metros) durante un mínimo de tres semanas mientras entrenan simultáneamente a altitudes bajas (menos de 1.000 metros). Este entrenamiento en altitud “alto-bajo” nos lleva a aumentar el nivel de VO₂max y mejorar la resistencia (Soluciones deportivas, 2006).

2.2.5 *Niveles Altitudes.*

Las altitudes tienen claras diferencias en diversas zonas del planeta, por ejemplo en Europa no existen ciudades habitadas a más de 2500 metros en donde incluso se puede ver nieve y zonas muy agresivas por la temperatura y la falta de vegetación, pero en Sudamérica hay ciudades a 4000 metros de altitud como El Alto en la Paz y Puno en Perú, otra diferencia podemos verla en el Himalaya donde podemos

encontrar vegetación sobre los 5000 metros, estas características y micro climas diversos corresponde a las diferencias atmosféricas regionales podrían ser por los hemisferios y las líneas latitudinales, lo cual debe ser considerado para futuros entrenamientos de atletas de altura.

Existen muchas clasificaciones de altitud, tales como las meteorológicas y biológicas dependiendo de sus efectos y compatibilidad con la vida humana. Desde el punto de vista biológico se aceptan unos límites relacionados a la altitud dividida de la siguiente manera: baja altitud (hasta los 1000 m.s.n.m.) aquella en la que los individuos sanos no sufren ninguna modificación fisiológica ni en reposo ni en ejercicio. En media altitud (hasta los 2000 m.s.n.m.) se experimentan algunos efectos, afecta el rendimiento físico. En la llamada Alta altitud (hasta los 5500 m.s.n.m.) se observan modificaciones fisiológicas incluso en reposo, siendo muy acentuadas durante el ejercicio. Muy alta altitud (Por encima de los 5500 m.s.n.m.) el efecto deletéreo sobre las funciones fisiológicas es muy marcado. Estos límites no son muy precisos por lo que en ambientes médico deportivos se denomina Altitud moderada a la situada entre los 1500 y 3000 m.s.n.m., siendo estas altitudes donde se encuentran los centros deportivos de altura y donde se realizan competencias y concentraciones. (Parajón, 2000, p.580).

Según Billat (2005) respecto a la presión barométrica menciona que el descenso de la presión parcial de oxígeno tiene consecuencias sobre el valor de PaO₂ (presión parcial arterial de oxígeno) que disminuirá; el sujeto se halla en hipoxia, lo que significa que le faltará oxígeno. A partir de 1.600 m, cada vez que nos elevamos 300 m, el consumo máximo de oxígeno disminuye un 3% (Billat, 2002, p. 126). En Europa la cima más alta es el Mont Blanc situada al oeste del continente y que culmina a 4.807 metros de altitud y es una zona inhabitable, no así en los Andes

Sudamericanos en donde por sobre los 5000 metros encontramos poblados como en Puno. Faltaría hacer mas estudios de porque en Europa la altitud es tan agresiva al ser humano que no se encuentran ciudades por sobre los 3000 metros y en nuestro continente esto es natural.

2.2.6 Efectos negativos por la Altura.

Existen algunas desventajas que podrían afectar el rendimiento al vivir en altura, la aclimatación a la altura puede ocasionar cambios que podrían resultar perjudiciales para el rendimiento a nivel del mar. Por ejemplo, produce un descenso del agua corporal total y del volumen plasmático que puede disminuir el VO2Max y la resistencia aeróbica sobre todo en ambientes cálidos. Dormir a una altitud de superior a 3.000 metros y entrenar a nivel del mar durante más tres semanas produce un descenso de la actividad de la bomba sodio-potasio que podría afectar a la resistencia aeróbica y anaeróbica. Con la exposición a la hipoxia, especialmente a alturas moderadas y elevadas, se puede producir una pérdida importante de masa muscular, por lo que la velocidad y la potencia muscular podrían verse mermadas también. Luego de una semana de permanencia en altura se produce un aumento de la secreción de cortisol y por esto se ha advertido notables descensos de la masa muscular y el peso corporal entre deportistas de elite (Issurin, 2014, pág. 371).

La hipoxia severa también dificulta la actividad mental y las tareas motoras finas pudiendo quedar efectos secundarios sobre la técnica (Calbet J., 2006, pág. 21). A altitudes superiores a 6.000 metros casi todos los sujetos presentan alteraciones del sueño que pueden afectar al rendimiento deportivo (West y cols. 1986).

2.2.7 La alimentación y el Descanso en la Altura.

Es importante evitar cotidianamente alimentos que dejen residuos, produzcan pesadas digestiones y sobrecarguen el hígado. Hay varios factores que deben cuidarse

en el entrenamiento y la preparación del deportista. Tanto en competencia como antes de una prueba.

El descanso en la altura responde a la necesidad de los jóvenes y su falta de descanso nocturno a que conozcan que existe un reloj biológico que tiene reglas que inciden en el rendimiento. Las salidas nocturnas, habituales en delegaciones deportivas fuera de sus hábitats naturales, son altamente incidentes en la baja productividad del ajedrecista joven cuando no tiene suficientes horas de sueño. En los grupos juveniles, cuando las competencias son por la tarde, la noche suele provocar al baile y, peor, la ingesta de bebidas alcohólicas, muchas veces hasta la mañana. El no dormir es un desafío que se paga con creces. Quienes no cuidan este aspecto terminan gastando la mayor parte de su potencial en aras de una diversión inconducente. Es importante que el deportista crea conciencia de mantener la disciplina en este aspecto, el trabajo de varios años no puede perderse por un día de fiesta o de irresponsabilidad de uno o varios jugadores, por lo tanto, el entrenador no puede convertirse en el velador del equipo sino, todos los jugadores deben influir sobre los que traten de cometer esta indisciplina.

La dieta ideal es una dieta equilibrada, es decir, que debe contener todos los nutrientes que nuestro organismo necesita, en la proporción adecuada, para realizar todas sus funciones vitales. Mejorando nuestros hábitos alimenticios, mejoraremos también el estado nutricional de las células que constituyen los tejidos, lo que influirá positivamente en nuestro estado de salud.

Existen cinco grupos de nutrientes: grasas (lípidos), proteínas (prótidos), carbohidratos (glúcidos), vitaminas y minerales. Cada uno de ellos realiza unas funciones determinadas, pero todos ellos son imprescindibles para la vida. La dieta ideal es una dieta equilibrada, es decir, que debe contener todos los nutrientes que

nuestro organismo necesita, en la proporción adecuada, para realizar todas sus funciones vitales. Mejorando nuestros hábitos alimenticios, mejoraremos también el estado nutricional de las células que constituyen los tejidos, lo que influirá positivamente en nuestro estado de salud.

En el entrenamiento de altura es importante mantener un régimen dietético controlado al máximo, en los primeros días la alimentación es moderada, evitando comer comida pesadas, es necesario consumir mayor cantidad de carbohidratos y proteínas disminuyendo la cantidad de grasas, lo cual va a contribuir a una mayor digestión en los deportistas (Pérez P. D., 2005).

2.2.8 *Horario y Latitudes.*

La presión atmosférica desciende en la medida que va aumentando la altitud, pero tenemos que tener en cuenta dos factores (a una misma altura): el primero es la temperatura, ya que va a descender menos la presión cuanto mayor sea la temperatura. El segundo factor es la latitud, ya que cuanto más nos alejemos del ecuador la presión va a ser menor, es decir, a mayor latitud vamos a tener menos presión (Vicente, 2011, p. 23).

Respecto al cambio de horario por experiencia de delegaciones que viajaron de Estados Unidos a Australia para competir a los Juegos Olímpicos de Sídney el año 2000, por la diferencia de 12 horas ellos viajaron 2 semanas antes para no tener problemas de adaptación (Pancorbo, 2004, p. 342). Los ritmos circadianos son oscilaciones de diferentes variables biológicas en intervalos regulares de tiempo. En lo que al sueño se refiere, la alteración del ritmo circadiano provoca disfunciones en nuestro reloj interno. Así, el organismo produce menos melatonina, que es una hormona que facilita el sueño y regula los estados de vigilia según la luz solar. Algunos metodólogos recomiendan que por cada hora de cambio de horario, se debe

viajar un día antes, por ejemplo: si la diferencia de horario de Cusco a Madrid es de 7 horas, y puesto que si en Perú son las 12 de la noche, en Madrid son las 7 de la mañana, y justamente se debe competir en España a esa hora, esto produce un desfase y el ciclo circadiano se altera, por consiguiente su rendimiento no sería el mejor porque su cuerpo está listo para dormir y no para competir. La recomendación es que viaje al menos 6 a 7 días para adaptarse el cambio de horario. Aquí algunos apuntes de Alvaro Piqueras (2018):

- Retrasa la hora de acostarte quince minutos cada día durante una semana.
- Levántate un poco más tarde en la medida de lo posible.
- Es aconsejable adaptar el horario de comidas y cenas progresivamente al nuevo horario.
- No incluyas la siesta como solución.
- La luz solar hará que el recuperes sensaciones. Intenta que te den los rayos del sol.
- No tomar medicamentos para dormir.
- Evitar las bebidas alcohólicas y las que contengan cafeína.
- Conviene estar bien hidratados.
- El ejercicio físico también te ayudará a activar el cuerpo.
- Luces brillantes de móviles o portátiles en los momentos anteriores a entrar en la cama no son aconsejables.

2.3 Marco Conceptual

En este apartado tocaremos los conceptos más importantes del presente trabajo, los cuales son:

2.3.1 *Altitud y Altura.*

La altura es la distancia vertical de un cuerpo hasta la superficie terrestre o suelo, también la distancia vertical entre el nivel de un punto cualquiera hasta el nivel medio del mar. Mientras que la altitud es la distancia vertical de un punto hasta otro punto (www.diariodelviajero.com, 2021).

2.3.2 *Presión Atmosférica.*

La presión atmosférica es el peso del aire sobre la superficie de la Tierra. La capa de aire que envuelve la Tierra es la atmósfera. Esta capa ejerce un peso sobre la superficie terrestre: es esto lo que llamamos presión atmosférica. La presión atmosférica es la presión que ejerce sobre nuestras cabezas la columna de aire que tenemos en el planeta, y esta disminuye conforme ganamos altura: a mayor altura, menor número de partículas de aire (menor peso de la columna de aire), por lo que la presión es menor (Sears, F., Zemansky, M., Young, H, D., Freedman, 2021).

2.3.3 *Hipoxia.*

La hipoxia del término es una condición donde no se oxigenan los tejidos adecuadamente, generalmente debido a una concentración escasa de oxígeno en la sangre. La privación del oxígeno puede tener efectos nocivos severos sobre las diversas células de carrocería que necesitan realizar procesos biológicos importantes (Ananya Mandal, 2019).

2.3.4 *Adaptación.*

Cualquier característica del desarrollo, comportamiento, morfología o fisiología que surge en un ambiente determinado como resultado de la selección natural, y que mejora su oportunidad para sobrevivir y dejar descendencia fértil. También llamada “adaptación genotípica” (Wikipedia).

2.3.5 *Aclimatación.*

Aclimatización o aclimatamiento es el proceso por el cual un organismo se adapta fisiológicamente a los cambios en su medio ambiente, que en general tienen relación directa con el clima (Wikipedia).

2.3.6 *Resistencia.*

Es la habilidad que tiene un organismo de esforzarse y permanecer activo por un largo periodo de tiempo, así como también la capacidad de resistir, soportar y recuperarse de la fatiga. La resistencia usualmente es utilizada en referencia al ejercicio aeróbico y anaeróbico (Irala, 2018).

2.3.7 *Metabolismo.*

El metabolismo es un conjunto de reacciones químicas que tienen lugar en las células del cuerpo. El metabolismo transforma la energía que contienen los alimentos que ingerimos en el combustible que necesitamos para todo lo que hacemos, desde movernos hasta pensar o crecer (Steven Dowshen, 2015).

2.3.8 *Catabolismo.*

Proceso que descompone las moléculas grandes del cuerpo en otras más pequeñas (www.diferenciador.com/, 2021).

2.3.9 *Anabolismo.*

El anabolismo es una reacción de síntesis donde se consume energía. El catabolismo es una reacción de descomposición donde se libera energía. Aunque son dos procesos distintos, funcionan de manera coordinada. El catabolismo es una reacción de reducción donde se convierte una molécula compleja en otra más simple (www.diferenciador.com/, 2021).

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de investigación

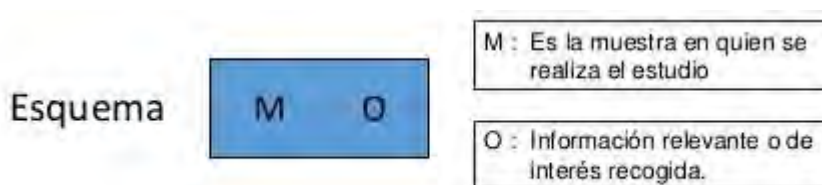
Por las características el enfoque de la investigación es tipo descriptivo cuantitativo ya que utiliza la recolección y análisis de datos de la población muestra, es decir que la información obtenida mediante los instrumentos es cuantificable para llegar a afirmar o negar la Hipótesis propuesta con la operación de pruebas estadísticas (Sampieri, Fernandez y Baptista, 2006).

3.2 Nivel de Investigación

Por la naturaleza y el proceso de investigación se utilizó el método descriptivo simple para lo cual teníamos que conocer primero la teoría, metodología y la resistencia como generales del entrenamiento, para luego analizar las causas y efectos de la altitud en los atletas de la región Cusco para lo cual se uso el método explicativo, finalmente se usó el tipo exploratorio ya que es un tema poco estudiado del cual se tiene muchas dudas y que aún no se han abordado a profundidad.

3.3 Diseño de investigación

El diseño de la investigación es descriptivo simple no experimental ya que no se manipulan variables y solo se limita a observa el fenómeno en su ambiente natural para posteriormente analizarlos, asimismo es transversal exploratorio porque buscamos conocer a fondo la variable buscando una explicación inicial de los efectos que ocasionan en los atletas que viven en altitud.



3.4 Población

Por la poca difusión no existe una población numerosa de atletas de resistencia de nivel competitivo que vivan en altitudes superiores a los 2500 metros, y esto debido al poco apoyo de las autoridades que dirigen el deporte nacional.

Por la observación de eventos de atletas conocidos radicados en zonas de altitud y en consulta con entrenadores, solo las regiones de Huaraz (8), Junín (70), Huancavelica (40), Pasco (11), Puno (20), Arequipa (8) y Cusco (30) aportan material humano de la especialidad, no contabilizando más de 200 atletas que se dedican a entrenar en altitud, de los cuales 80% serían hombres y 20% mujeres aproximado (fuente propias e indagación).

3.5 Muestra

Hemos tomado una muestra a 10 atletas de la región Cusco de 3 niveles de rendimiento: alto, rendimiento y de desarrollo.

Tabla 4

Técnicas de recolección de datos

		Sexo			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Varon	8	80,0	80,0	80,0
	Mujer	2	20,0	20,0	100,0
Total		10	100,0	100,0	

Las fuentes de recolección de datos fueron secundarias ya que se recopiló información de documentos, web, libros y bibliografías existentes, además de la observación y test de campo a los atletas para poder tener información de sus capacidades físicas en pleno proceso de entrenamiento (Fuente propia).

3.6 Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó el test cuestionario en planillas convencionales donde se registró los datos de cada atleta como el peso, edad, género, etc, además se les enseñó previamente la forma de toma de la frecuencia cardíaca en un minuto a primera hora de la mañana para registrar su pulso al levantarse. En la observación se hizo preguntas respecto a las sensaciones del atleta para el mejor momento de toma de test.

En las pruebas de campo en entrenamiento se utilizó pulsómetros de tipo Polar, Garmin y también tomas manuales (toma de pulsación cardíaca manual), además de toma manual de frecuencia respiratoria utilizando el método de la palma de la mano en las cavidades externas respiratorias.

3.7 Interpretación y Análisis de Resultados

Se procesarán los datos obtenidos mediante Excell y SPSS para determinar las medias, promedios, resultados pronósticos, etc. Para el análisis se realiza mediante la presentación de resultados de las muestras explicado mediante las medias, varianza y rango de resultados, con gráficos e histogramas para una mejor conclusión.

Tabla 5

Presentación de Resultados

Atletas de Resistencia de la region Cusco							
ATLETA	EDAD	SEXO	PESO	FC (reposo)	FC (máxima)	Ventila (reposo)	Ventila (máxima)
AYDEE	27	F	46	48	215	12	64
OMAR	40	M	65	49	205	13	68
MOISES	27	M	54	54	210	10	55
EDGAR	18	M	70	54	205	12	62
EDWIN	22	M	56	48	190	12	65
JOAQUIN	20	M	72	56	195	11	60
FLAVIO	45	M	71	52	180	12	58
KATY	40	F	48	53	200	11	65
ELY	56	M	66	55	185	14	58

La muestra de 10 atletas encuestados escogidos al azar y de 3 niveles de entrenamiento: alto nivel, nivel de rendimiento y amateur, tomando como referencia su edad, peso, género

y los datos de frecuencia cardiaca y respiratoria tanto en reposo como en esfuerzo sub máximo en entrenamiento de intervalos. (Fuente propia).

Tabla 6

Atletas Frecuencia Cardiaca en Reposo

	Resumen de procesamiento de casos					
	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Frecuencia Cardiaca en reposo	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

		Estadístico	Desv. Error	
Frecuencia Cardiaca en reposo	Media	51,90	,936	
	95% de intervalo de confianza para la media	Limite inferior	49,78	
		Limite superior	54,02	
	Media recortada al 5%	51,89		
	Mediana	52,50		
	Varianza	8,767		
	Desv. Desviación	2,961		
	Mínimo	48		
	Máximo	56		
	Rango	8		
	Rango intercuartil	6		
	Asimetría	-,168	,687	
	Curtosis	-1,608	1,334	

La frecuencia cardiaca tomada a primera hora del día nos indica que la media de los 10 atletas investigados es de 51.90 pulsaciones por minuto (ppm), el pulso cardiaco más bajo fue de 48 y el más alto de 56 ppm. La medicina menciona que la pulsación de una persona en estado de reposo es de 60 ppm y una pulsación menor es una anomalía denominada bradicardia (medicina no deportiva), en este cuadro se demuestra que los deportista entrenados tiene pulsaciones muy por debajo de lo normal, tenemos algunos ejemplos como de los ciclistas Miguel Indurain (5 veces ganador del Tour de Francia) que según reportes médicos llego a 28 ppm en su mejor

momento (investigadora Alicia D' Souza), y otro como Lance Armstrong quien marco 32 ppm en reposo (Fuente propia)..

Conclusión: Una frecuencia cardíaca más baja en reposo implica una función cardíaca más eficiente y un mejor estado físico cardiovascular.

Tabla 7

Frecuencia Cardíaca en Esfuerzo a 2800 msnm (Urubamba)

Resumen de procesamiento de casos							
	Sexo	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Frecuencia Cardíaca en esfuerzo	Varon	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
	Mujer	2	100,0%	0	0,0%	2	100,0%

Descriptivos						
	Sexo		Estadístico	Desv. Error		
Frecuencia Cardíaca en esfuerzo	Varon	Media	196,88	3,889		
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	187,68		
			Límite superior	206,07		
		Media recortada al 5%	197,08			
		Mediana	200,00			
		Varianza	120,982			
		Desv. Desviación	10,999			
		Mínimo	180			
		Máximo	210			
		Rango	30			
		Rango intercuartil	19			
		Asimetría	-,421	,752		
		Curtosis	-1,481	1,481		
		Frecuencia Cardíaca en esfuerzo	Mujer	Media	207,50	7,500
				95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	112,20
Límite superior	302,80					
Media recortada al 5%	.					
Mediana	207,50					
Varianza	112,500					
Desv. Desviación	10,607					
Mínimo	200					
Máximo	215					
Rango	15					
Rango intercuartil	.					
Asimetría	.					
Curtosis	.					

Frecuencia Cardíaca Máxima por Géneros. La medicina menciona que la frecuencia cardíaca máxima de un varón es 220 menos su edad, y de una mujer 226 menos su edad. En este cuadro se observa que la media de varones es de 196.88 y siendo el rango de edad promedio de 39 años de 8 varones, la ppm no debería ser mayor a 181 para todo el grupo, pero la media demuestra que existe una ostensible variación de 27 ppm. El mismo caso en el caso de las 2 mujeres que tienen la media de 207 de ppm en esfuerzo, siendo el rango de 192.5 demostrando una abismal variante más de 15 ppm (Fuente propia).

Conclusión: Hay un tema por estudiar del porque la pulsación máxima de atletas en altitud sobrepasa las propuestas de la medicina, esto debido al fenómeno hipóxico.

Tabla 8

Frecuencia respiratoria en Esfuerzo

Resumen de procesamiento de casos

	Sexo	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Frecuencia Respiratoria en Esfuerzo	Varon	8	100,0%	0	0,0%	8	100,0%
	Mujer	2	100,0%	0	0,0%	2	100,0%

Descriptivos

	Sexo		Estadístico	Desv. Error	
Frecuencia Respiratoria en Esfuerzo	Varon	Media	61,25	1,521	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	57,65	
			Límite superior	64,85	
		Media recortada al 5%	61,22		
		Mediana	61,00		
		Varianza	18,500		
		Desv. Desviación	4,301		
		Mínimo	55		
		Máximo	68		
		Rango	13		
		Rango intercuartil	7		
		Asimetría	,160	,752	
		Curtosis	-,810	1,481	
		Frecuencia Respiratoria en Esfuerzo	Mujer	Media	64,50	,500
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			58,15	
	Límite superior			70,85	
Media recortada al 5%	.				
Mediana	64,50				
Varianza	,500				
Desv. Desviación	,707				
Mínimo	64				
Máximo	65				
Rango	1				
Rango intercuartil	.				
Asimetría	.			.	
Curtosis	.			.	

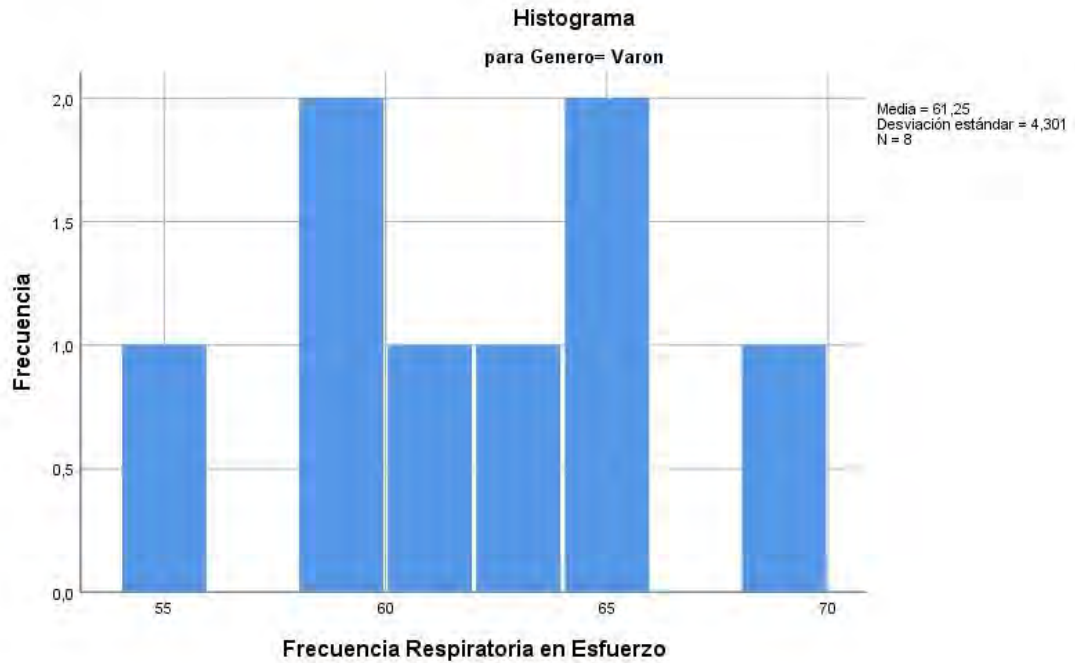
La Frecuencia respiratoria en esfuerzo nos indica una media superior a 60 respiraciones por minuto, ocasionado principalmente por la altura (Fuente propia).

Figura 1

Histograma de Frecuencia Respiratoria en Esfuerzo

Frecuencia Respiratoria en Esfuerzo

Histogramas



La Frecuencia Respiratoria en Esfuerzo (FRE). Según los datos la media de la FRE es de 61.25 en varones y 64.50 en mujeres, esta hiperventilación se debe a la baja presión del oxígeno por la altitud, ya que en estado normal una persona tiene una FRE de 40 a 50 FRE por minuto (Fuente propia).

Conclusión: La Frecuencia respiratoria en esfuerzo se incrementa por la altitud.

3.8 CONCLUSIONES

Tomando en consideración el marco teórico y conceptual, además de las bases teóricas desarrolladas, tomando como base el planteamiento del problema, los objetivos a alcanzar y la Hipótesis planteada, y tomando como referencia los cuadros estadísticos y la interpretación de resultados de los atletas de resistencia de la región Cusco, podemos concluir que:

1. La teoría, metodología y conocimientos sobre el entrenamiento deportivo son los mismos para ser aplicados en atletas de altitud, y esto por la sencilla razón de que el ser humano es el mismo en cualquier parte del mundo tanto morfológicamente, fisiológica y socialmente. No existe diferencias entre atletas del nivel del mar y de altitud.
2. Los efectos que ocasiona vivir en altitud se evidencian por las alteraciones en la frecuencia cardiaca y respiratoria, y esto debido a la baja presión atmosférica y el menor número de partículas de aire en el ambiente de altura, siendo la hipoxia es el causante de sus efectos por la altitud. La hipoxia no permite que los tejidos se oxigenen adecuadamente, generando esto un sobre esfuerzo en captar el escaso oxígeno en altura, alterando el funcionamiento del sistema cardio respiratorio pero que no es peligroso para el organismo del atleta de altura, siendo por el contrario una gran ventaja cuando se baja al nivel del mar por la alta concentración de oxígeno.
3. Respecto al proceso de entrenamiento, el catabolismo generado por el entrenamiento en altura, ocasiona un anabolismo más lento que ocasiona una recuperación más lenta, extendiéndose la supercompensación a un mayor tiempo de horas y días de adaptación.

4. En altitud podemos encontrar un clima más sano pero seco por la alta radiación solar generando una deshidratación por radiación por la escasa humedad en el medio ambiente, este fenómeno es una desventaja al nivel del mar ya que la alta humedad y el calor ocasiona una deshidratación mayor por conducción.
5. Entrenar en altitud es una clara ventaja para los atletas de rendimiento de la región Cusco, pero es un tema que aun necesita mayor estudio por las pocas condiciones existentes en nuestra región.

3.9 RECOMENDACIONES

1. Se requiere mayor apoyo tecnológico y científico para lograr mayores resultados de rendimiento, materiales como pulsómetros, espirómetros y lactómetros se hacen prescindibles para avances ya que con estos instrumentos de medición lograríamos entender mejor la hipoxia y los fenómenos que ocasiona entrenar en altura.
2. Para mejorar el rendimiento se requiere de profesionales en las diversas áreas, siendo solo el entrenador el que lleva todo el peso de un equipo multidisciplinario.
3. Se requiere mayor apoyo del estado para tener los materiales adecuados para mejorar el rendimiento de los atletas, áreas como fisioterapia, gimnasios, saunas, lugares deportivos techados y facilidades para entrenar son prioritarias.
4. Se requiere mejorar el nivel de conocimientos de nuestros profesionales del entrenamiento, ya que la hipoxia y el entrenar en altura aun es un campo poco estudiado y con escasa información bibliográfica. Se recomienda que los futuros estudios sobre el entrenamiento en altura estén enfocados al poblador de altura, y no al estudio del atleta del nivel del mar que solo busca la altura como un proceso de adaptación y lograr mayores ventajas.
5. Considerando la estadística poblacional de muchas ciudades en altura, se requiere un mayor trabajo de buscar y captar talentos, y formarlos para los deportes de resistencia. Esta tarea debe ser descentralizada desde los colegios y distritos de gran altitud hacia la ciudad, en donde los atletas podrían encontrar mejores condiciones tecnológicas y adecuadas para su desarrollo al alto rendimiento.

3.10 BIBLIOGRAFIA

- AC, F. M. (2020). Las claves del entrenamiento en altura y sus ventajas. *FMAA*, 15.
- Ananya Mandal, M. (26 de 02 de 2019). *new medical*. Recuperado el 13 de 10 de 2021, de new medical: [https://www.news-medical.net/health/What-is-Hypoxia-\(Spanish\).aspx](https://www.news-medical.net/health/What-is-Hypoxia-(Spanish).aspx)
- ASOCIACION DE CENTROS DE RENDIMIENTO DEPORTIVO - ASPC. (12 de 02 de 2021). *APSC*. Recuperado el 25 de 05 de 2021, de APSC: <https://sportperformancecentres.org/>
- Asociacion Internacional de Federaciones Atleticas. (2009). *CORRER, SALTAR, LANZAR*. Santa Fe, Argentina: IAAF.
- Bañuls, M. (2017). *Correr por Montaña*. Madrid: Desnivel.
- Bazan, N. E. (2014). BASES FISIOLÓGICAS DEL EJERCICIO. En N. E. Bazan, *BASES FISIOLÓGICAS DEL EJERCICIO* (pág. 1024). Barcelona: PAIDOTRIBO.
- Bichon, M. (1984). *Entrenamiento en altitud. Problemas, accidentes e incidentes*. CUADERNOS DE ATLETISMO. N° 15, 85: 97-100. ISBA: 84-505-0451-1.
- Billat, V. (2002). *FISIOLOGÍA Y METODOLOGÍA*. Barcelona: Paidotribo.
- biolaster*. (s.f.). Recuperado el 11 de 10 de 2021, de BIOLASTER: <https://www.biolaster.com/hipoxia/rendimiento-fisico/eritropoyetina-epo/>
- Biolaster. (22 de 01 de 2018). *Flagstaff, Entrenamiento en Altitud made in USA*. Recuperado el 25 de 05 de 2021, de Flagstaff, Entrenamiento en Altitud made in USA: <https://www.biolaster.com/>
- Bompa, T. (2019). *PERIODIZACION*. Madrid: TUTOR.
- Bulatova, V., & Platonov, M. .. (2001). *Altura, frio y variaciones horarias*. Barcelona: Paidotribo.

- Calbet, J. (2006). *Fisiología de la altitud y ejercicio físico 3ª ed.* Madrid: Médica Panamericana.
- Calbet, J. (2006). *Hipoxia y entrenamiento en altura.* Malaga: Junta de Andalucía.
- Carreño, S. M. (2017). VALORACIÓN DE LAS CAPACIDADES FÍSICAS EN ESTADO HIPOXICO A 3450 A 1250 MSNM. *Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales de Bogota*, pág. 58.
- Cervera, J. C. (2011). *TEORIA Y PLANIFICACION DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO.* Badalona: PAIDOTRIBO.
- ColDeportes. (14 de 07 de 2020). *COLDEPORTES.* Recuperado el 27 de 05 de 2021, de COLDEPORTES: <https://www.mindeporte.gov.co/>
- Daniels, J. (2015). LA FORMULA DE DANIELS PARA CORREDORES. En P. Jack Daniels, *LA FORMULA DE DANIELS PARA CORREDORES* (pág. 336). Arizona: Tutor.
- Dietz, D. T. (2001). Sociedad Internacional de Medicina de Montaña. *Wayback Machine*, 10.
- García Verdugo, L. X. (2003). ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA PARA CORREDORES DE MEDIO FONDO Y FONDO. En L. X. Mariano García Verdugo, *ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA PARA CORREDORES DE MEDIO FONDO Y FONDO* (pág. 457). Madrid: GYMNOS.
- González, D. G. (2008). FUTBOL Y DEPORTE. *Academia Nacional de Medicina*, 57.
- Gonzales, G. F. (2011). HEMOGLOBINA Y TESTOSTERONA. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 9.
- Guillardoy, A. A. (2020). La preparación del Corredor de Resistencia. Medio Fondo y Fondo. *CIRCULO MARPLATENSE DE ATLETISMO*, 5.

Hernández. (2016). *ENTRENAMIENTO POLARIZADO EN ATLETAS DE MEDIO FONDO Y FONDO*.

Hohmann/Lames/Letzelter. (2005). *Ciencia del Entrenamiento*. Badalona: Paidotribo.

Hüter-Becker, A. (2006). Fisiología y teoría del entrenamiento. En A. Hüter-Becker, *Fisiología y teoría del entrenamiento* (pág. 323). Badalona: Paidotribo.

Instituto Peruano del Deporte. (2016). *PERU LINEA BASE Actividad Fisica y Deporte*. Lima: Biblioteca Nacional.

IPD. (2019). *PROGRAMA CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO – CAR - IPD*. Recuperado el 27 de 05 de 2021, de CAR IPD: <https://www.ipd.gob.pe>

Irala, L. (12 de 06 de 2018). *Suplementos*. Recuperado el 13 de 10 de 2021, de Suplementos: <https://www.abc.com.py>

Issurin, V. (2014). ENTRENAMIENTO DEPORTIVO Periodizacion y bloques. En V. Assurin, *ENTRENAMIENTO DEPORTIVO Periodizacion y bloques* (pág. 417). Barcelona: PAIDOTRIBO.

Jimenez, V. (2016). *Conceptos y métodos para el entrenamiento fisico*. Madrid: Ministerio de Defensa.

José Barbosa, L. L. (2017). ATLETISMO Y SU ENTRENAMIENTO EN ALTURA. *Orbita Pedagogica*, 10.

Juan J. García Pellicer, J. V. (2014). *La resistencia*. Barcelona.

Legaz Arrese, A. .. (2012). *Manual de Entrenamiento Deportivo*. ALEJANDRO LEGAZ ARRESE: Paidotribo.

Longuevre, R. (2012). EL COACH. En R. Longuevre, *EL COACH* (pág. 162). Barcelona: Paidotribo.

Lope, V. (2016). *Conceptos y Metodos para el Entrenamiento Fisico*. Madrid: Ministerio de Defensa.

- Lydiard, A. (2015). *CORRER AL MAXIMO NIVEL*. Badalona: PAIDOTRIBO.
- Manfred Grosse, P. B. (1986). *ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO*. Barcelona: Martinez Roca.
- Pallarés, J., & Morán-Navarro, R. (2012). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA CARDIO RESPIRATORIA. *Journal of Sport and Health Research*, 18.
- Pancorbo, A. (2004). PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL ENTRENAMIENTO EN LA ALTURA. *Formacion Continua*, 344.
- Parajón, M. (2000). Entrenamiento en la Altura. *PubliCE Standard*, 12.
- Perez Barroso, A. (2018). ENTRENAMIENTO EN ALTITUD. *Asociación Atlética Moratalaz*, 13.
- Pérez, J. P. (02 de 2009). <https://www.efdeportes.com/efd129/el-entrenamiento-deportivo-conceptos-modelos-y-aportes-cientificos.htm>. Obtenido de <http://www.efdeportes.com/>
- Perez, O. (2016). *La Preparacion en el Corredor de Montaña*. Alcala: Formacion ALCALA.
- Pérez, P. D. (mayo de 2005). *EF Deportes.com*. Recuperado el 6 de octubre de 2021, de <https://www.efdeportes.com/efd84/altura3.htm>:
<https://www.efdeportes.com/efd84/altura3.htm>
- Piqueras, A. (27 de 10 de 2018). https://as.com/deporteyvida/2018/10/27/portada/1540625043_444719.html. Recuperado el 25 de 10 de 2021, de Deporte y Vida: https://as.com/deporteyvida/2018/10/27/portada/1540625043_444719.html
- Platonov, V. (2001). *TEORÍA GENERAL DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO OLIMPICO*. Barcelona: PAIDOTRIBO.

- respuestas y adaptaciones*. (12 de 08 de 2020). Recuperado el 11 de 10 de 2021, de <http://umh1617.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/546/2016/04/RESPUESTAS-Y-ADAPTACIONES-RESPIRATORIAS.pdf>
- Runners World. (2012). *EL GRAN LIBRO DEL MARATON*. Barcelona: AMAT.
- Saiz, S. J. (2015). La relevancia de la Gestion deportiva en el exito deportivo. *Kronos*, 10.
- Sandoval, A. P. (2004). PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL ENTRENAMIENTO EN LA ALTURA. *Formacion Continua*, 6.
- Santiago, C. B. (2016). *Niveles de eritropoyetina en ciclistas profesionales con hipoxia por altura en la Provincia del Carchi, Ecuador*. Quito: Universidad Central de Ecuador.
- Sears, F., Zemansky, M., Young, H.D., Freedman. (29 de 09 de 2021). *Toda Materia*. Recuperado el 13 de 10 de 2021, de Toda Materia: <https://www.todamateria.com/presion-atmosferica/>
- Soluciones Deportivas. (03 de 03 de 2006). *Vivir alto, entrenar bajo*. Recuperado el 10 de 10 de 2021, de http://www.solucionesdeportivas.es/high_low.htm: http://www.solucionesdeportivas.es/high_low.htm
- Soto, V. O. (2006). Entrenamiento en Altura para mejorar el rendimiento a nivel del mar. *Escuela de Ciencias*, 13.
- Steven Dowshen, M. (06 de 2015). <https://www.rchsd.org/health-articles/metabolismo/>. Obtenido de <https://www.rchsd.org/health-articles/metabolismo/>
- Thompson, P. J. (2009). *INTRODUCCION AL PROCESO DE ENTRENAMIENTO*. Santa Fe, Argentina: IAAF.
- Tsvetan, Z. (2001). BASES DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO. En Z. Tsvetan, *BASES DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO* (pág. 432). Barcelona: Paidotribo.

- Universidad de Triatlón de México. (2017). *TEORIA Y METODOLOGIA DEL ENTRENAMIENTO DEL TRIATLON*. DF México: Federación Mexicana de Triatlón.
- Vaamonde, A. G. (2015). *AVANCES EN PSICOLOGIA DEL DEPORTE*. Barcelona: Paidotribo.
- Verdugo, M. G. (2007). RESISTENCIA Y ENTRENAMIENTO. En M. G. Verdugo, *RESISTENCIA Y ENTRENAMIENTO* (pág. 655). Badalona: Paidotribo.
- Verkhoshansky, J. (2014). SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARA CORREDORES DE MEDIO FONDO. *PUBLICICE*, 10.
- Verkhoshansky, Y. (2002). *Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
- viajero. (2021). Recuperado el 2021 de 10 de 13, de <https://www.diariodelviajero.com/cajon-de-sastre/altitud-o-altura-que-diferencia-hay>
- Vicente, R. M. (10 de 2011). *Efectos de la hipoxia sobre la actividad física y el rendimiento deportivo*. Recuperado el 11 de 10 de 2021, de <https://www.efdeportes.com/efd161/la-hipoxia-sobre-el-rendimiento-deportivo.htm>: <http://www.efdeportes.com/>
- Vísido, M. P. (2000). Entrenamiento en la Altura. *PublicE Standard*.
- Wanceulen. (2010). Fundamentos del Entrenamiento Deportivo. En *Fundamentos del Entrenamiento Deportivo* (pág. 314). Sevilla: Wanceulen.
- Weineck, J. (2005). *ENTRENAMIENTO TOTAL*. Barcelona: Paidotribo.
- WIKIPEDIA. (20 de 10 de 2020). Obtenido de WIKIPEDIA: http://es.wikipedia.org/wiki/Capacidades_f%C3%ADsicas

www.diferenciador.com/. (19 de 05 de 2021). *DIFERENCIADOR*. Recuperado el 13 de 10 de 2021, de DIFERENCIADOR: <https://www.diferenciador.com/anabolismo-y-catabolismo/>

Zimmermann, k. (2006). *Teoria del Entrenamiento*. Badalona: Paidotribo.

Zintl. (1991). *ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA*. Munich: Martinez Roca.

3.11 SITIOS WEB DE INTERNET

- COLDEPORTES. (14 de 07 de 2020). Centro de Alto Rendimiento de Coldeportes.
[https://www.mindeporte.gov.co/coldeportes/quienes_somos/dependencias/direccion_recursos_herramientas_62328/3208:](https://www.mindeporte.gov.co/coldeportes/quienes_somos/dependencias/direccion_recursos_herramientas_62328/3208)
<https://www.mindeporte.gov.co/>
- ASOCIACION DE CENTROS DE RENDIMIENTO DEPORTIVO - ASPC. (12 de 02 de 2021). <https://sportperformancecentres.org/>. <https://sportperformancecentres.org/>
- INSTITUTO PERUANO DEL DEPORTE - IPD. (2019). PROGRAMA CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO – CAR.
[https://www.ipd.gob.pe/programa-centro-de-alto-rendimiento-car:](https://www.ipd.gob.pe/programa-centro-de-alto-rendimiento-car)
<https://www.ipd.gob.pe>
- BIOLASTER, S.L. (22 de 01 de 2018). Flagstaff, Entrenamiento en Altitud made in USA. [https://www.biolaster.com/news/1516611028/:](https://www.biolaster.com/news/1516611028/)
<https://www.biolaster.com/>

3.12 ANEXOS

Tabla 9

Ficha De Recolección De Datos

Atletas de Resistencia de la region Cusco							
ATLETA	EDAD	SEXO	PESO	FC	FC	Ventila	Ventila
				(reposo)	(máxima)	(reposo)	(máxima)
AYDEE	27	F	46	48	215	12	64
OMAR	40	M	65	49	205	13	68
MOISES	27	M	54	54	210	10	55
EDGAR	18	M	70	54	205	12	62
EDWIN	22	M	56	48	190	12	65
JOAQUIN	20	M	72	56	195	11	60
FLAVIO	45	M	71	52	180	12	58
KATY	40	F	48	53	200	11	65
ELY	56	M	66	55	185	14	58

Tabla de datos de los 10 atletas muestreados con sus datos básicos y los datos de Frecuencia cardiaca, respiratoria, y otros (Fuente propia).

Tabla 10

Operacionalización De Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
ALTITUD	La altitud es la distancia vertical de un punto de la Tierra con respecto al nivel del mar, llamada elevación sobre el nivel medio del mar (wikipedia).	La variable altitud sera analizada por la teoria de diferentes metodologos del entrenamiento deportivo, ademas de aplicarse un cuestionario a los atletas que viven en altitudes de 1000 y 3300 metros sobre el nivel del mar.	RESISTENCIA	Tipos de resistencia
				Ambitos de la resistencia
				Fatiga
				Test de resistencia
			ENTRENAMIENTO	Tipos de Preparacion Fisica
				Principios del entrenamiento
				Metodologia del entrenamiento
				Teoria del entrenamiento
			ATLETAS DE ALTITUD	Niveles actitudinales
				Hipoxia
				Adaptacion y Aclimatacion
				Efectos por la altitud

Operacionalización de variables donde definimos la variable, las dimensiones, los indicadores, etc (Fuente propia).

Tabla 11

Matriz De Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
TITULO	EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO EN ALTURA EN ATLETAS DE RESISTENCIA DE LA REGION CUSCO				
AUTOR	BAC. JUAN JORGE BERRIOS BARCENA				
FACULTAD	EDUCACION Y CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN				
ESCUELA PROFESIONAL	EDUCACION				
ESPECIALIDAD	EDUCACION FISICA				
ASESOR	DR. LEONARDO CHILE LETONA				
	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
ENFOQUE GENERAL	¿Qué efectos causa el entrenamiento en altitud en los atletas de resistencia de la región Cusco?	Describir los efectos que ocasiona la altitud en el entrenamiento de atletas de resistencia de la región del Cusco, Perú.	Hipótesis General. Entrenar en altura mejora el rendimiento de los atletas de resistencia de la región	La altitud es la distancia vertical de un punto de la Tierra con respecto al nivel del mar, llamada elevación sobre el nivel medio del mar (wikipedia).	NIVEL DE INVESTIGACION: Enfoque cuantitativo, explicativo y explorativo.
ENFOQUE ESPECIFICO	¿Cómo afectan los niveles altitudinales a los atletas del Cusco?	<ul style="list-style-type: none"> Determinar los niveles altitudinales y sus efectos en el entrenamiento de altitud en los atletas de resistencia de la región Cusco. Estimar como afecta la hipoxia en el rendimiento 	La altitud es un fenómeno que aún no se puede entender.	Dimension: La Altitud como efecto en el ENTRENAMIENTO.	TIPO DE INVESTIGACION: Metodo Cuantitativo. DISEÑO: No Experimental.
	<ul style="list-style-type: none"> ¿Es la hipoxia una limitante del rendimiento de atletas de resistencia? ¿Cómo entrenan los atletas de resistencia que viven en altitud? 	<ul style="list-style-type: none"> favorables para el entrenamiento en altitud. Examinar el fenómeno hipóxico como limitante al entrenamiento de los atletas de resistencia de la región Cusco. 	Los atletas mejoraran su rendimiento deportivo al entrenar en altitud.	Dimension: La RESISTENCIA como factor clave del rendimiento de los atletas	POBLACION de atletas de las regiones de altura, MUESTRA de 10 Atletas de resistencia de la region Cusco.
	¿Qué factores de altitud favorecen el entrenamiento en altitud, y Los métodos y principios de entrenamiento cambian por el entrenamiento en altitud?	<ul style="list-style-type: none"> Demostrar que la metodología y los principios de entrenamiento en altura no cambian por la altitud, existiendo solo cambios fisiológicos en los atletas de resistencia de la región 	La hipoxia es un limitante del rendimiento físico en altitud.	Dimension: Los ATLETAS y la forma como entrenan en altitud.	RECOLECCION DE DATOS: observacion, recoleccion de datos y cuestionario.

La matriz de consistencia donde definimos el problema, los objetivos, la Hipótesis, variables y la metodología de investigación (Fuente propia).

Tabla 12

Cronograma

CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	SEMANAS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Recopilacion de Informacion	■														
Titulo		■													
Antecedentes		■													
Planteamiento del Problema			■												
Objetivos			■	■											
Justificacion e importancia				■											
Hipotesis					■										
Marco Teorico						■	■	■							
Elaboracion de Instrumentos							■	■							
Identificacion de variables								■							
Metodologia									■						
Indicadores										■					
Recoleccion, Procesamiento y analisis datos										■	■				
Presentacion de avances											■	■			
Redaccion												■	■		
Correccion final													■	■	
Inscripcion de trabajo de tesis														■	■
Presentacion de tesis															■
Defensa de tesis															■

Figura 2

Atletas del grupo de evaluación entrenando en el Estadio IPD Cusco (Fuente propia).



Figura 3

Toma de pulsación cardiaca con banda Polar (Fuente propia).



Figura 4

Evaluación a atleta Aydee Loayza de Cusco (Fuente propia).



Figura 5

Indicaciones a atletas (Fuente propia).

