

PARA TÍTULO DE ESPECIALISTAS DE CUARTO NIVEL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN

Yo, **CARLOS ANDRÉS SALAZAR CAMPOS** C.I. 171524620-1, autor del trabajo de graduación titulado: “**DIFERENCIAS DE LA CAPACIDAD AERÓBICA Y PORCENTAJE DE GRASA ENTRE POLICIAS OFICIALES Y CLASES DEL GRUPO DE INTERVENCIÓN Y RESCATE (GIR) DE LA POLICIA NACIONAL DEL ECUADOR**”, en la Facultad de Medicina

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador, para su difusión pública respetando los derechos del autor

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 28 de Agosto del 2015



Carlos Andrés Salazar Campos

C.I. 171524620-1

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA

DISERTACION PREVIA A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE
POSGRADO DE
MEDICINA DEL DEPORTE

“DIFERENCIAS DE LA CAPACIDAD AERÓBICA Y
PORCENTAJE DE GRASA ENTRE POLICIAS OFICIALES Y
CLASES DEL GRUPO DE INTERVENCIÓN Y
RESCATE (GIR) DE LA POLICIA NACIONAL DEL ECUADOR”

LUGAR: MANTA

NOMBRE:
CARLOS ANDRÉS SALAZAR CAMPOS

DIRECTOR: DR. OSCAR CONCHA Z.

CIUDAD: QUITO, AÑO 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme culminar con éxito una nueva meta

A mis padres por el apoyo incondicional

A mi esposa e hijos, porque ellos son el motivo para seguir adelante

Al Dr. Oscar Concha por su ayuda, confianza y amistad

Al Dr. Marco Antonio Pino y Dr. Fernando Núñez

A Juan Carlos y mis compañeros de trabajo

A David

Al Comando GIR - Manta

CONTENIDO

AGRADECMIENTOS	I
CONTENIDO	II
TABLAS Y FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII

PRIMERA PARTE

INTRODUCCIÓN	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
OBJETIVOS	6
HIPÓTESIS	6
JUSTIFICACIÓN	6
METODOLOGIA	7
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	7
POBLACIÓN Y MUESTRA	7
TIPO DE ESTUDIO	7
PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS	7

SEGUNDA PARTE

MARCO TEÓRICO

CAPITULO 1

1. DEFINICIONES	10
2. BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA	11
3. ACTIVIDAD FÍSICA Y REQUERIMIENTO ENERGÉTICO	12
4. ACTIVIDAD FÍSICA EN EL AMBIENTE LABORAL	15

CAPITULO 2

1. SUSTRATOS METABÓLICOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA	19
2. ALMACEMAMIENTO DE LAS GRASAS EN EL CUERPO	21
3. METABOLISMO DE LAS GRASAS	21
4. METABOLISMO DE LAS GRASAS DURANTE EL EJERCICIO	24
5. UTILIZACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS EN LA SANGRE	24
6. UTILIZACIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS LIBRES EN EL MÚSCULO	25
7. LA INTENSIDAD DEL EJERCICIO Y SUS EFECTOS SOBRE EL METABOLISMO DE LAS GRASAS	26

CAPÍTULO 3

1. COMPOSICIÓN CORPORAL	28
2. DETERMINACIÓN DE LA GRASA CORPORAL	30
3. MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL	31
4. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS BÁSICAS	34
4.1. MEDICIÓN DE LOS PLIEGUES CUTÁNEOS	34
4.2. MEDICIÓN DE LOS PERÍMETROS	37
4.3. MEDICIÓN DE LOS DIÁMETROS ÓSEOS	38

CAPÍTULO 4

1. DETERMINACIÓN DEL PERFIL ANTROPOMÉTRICO	40
1.1. PESO Y TALLA	40
1.2. ÍNDICE DE MASA CORPORAL	40
1.3. SOMATOTIPO	42
1.4. COMPONENTES CORPORALES	44
1.4.1. MASA DE PIEL	45

1.4.2. MASA DE TEJIDO ADIPOSEO	45
1.4.3. MASA MUSCULAR	45
1.4.4. MASA ÓSEA	46
1.4.5. MASA RESIDUAL	46
CAPÍTULO 5	
1. CAPACIDAD AERÓBICA	48
2. MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD AERÓBICA	48
3. FACTORES LIMITANTES DEL MÁXIMO CONSUMO DE OXÍGENO	53
4. IMPORTANCIA DEL TRABAJO DE LA CAPACIDAD AERÓBICA	54
CAPÍTULO 6	
1. APROXIMACIÓN AL BIOTIPO DEL POLICÍA DE ÉLITE	57
2. SOMATOTIPO	57
3. ELECTROCARDIOGRAMA DE REPOSO	57
4. RESISTENCIA ANERÓBICA	58
5. TEST DE CONCONI	64
CAPITULO 7	
1. COMPONENTES DE LA APTITUD FÍSICA	66
1.1. FLEXIBILIDAD	66
1.1.1. TEST DE “SIT – AND – REACH”	67
1.2. FUERZA MUSCULAR	68
1.2.1. TEST DE FUERZA DEL TREN SUPERIOR	69
1.2.2. TEST DE FUERZA DEL TREN INFERIOR	69
CAPITULO 8	
1. DISEÑO METODOLÓGICO	72

1.1. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	72
1.2. TIPO DE INBVESTIGACIÓN	72
1.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	72
1.4. MUESTRA	72
2. INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	72
2.1. TÉCNICA	72
2.2. INSTRUMENTOS	73
3. RECOLECCIÓN DE DATOS	73
3.1. DEFINICIÓN DE SUJETOS	73
3.2. SELECCIÓN DE TÉCNICAS	73
3.2.1. EVALUACIONES TÉCNICAS	73
3.2.1.1. TEST ANTROPOMÉTRICOS	73
3.2.1.2. TEST DE COOPER	73
3.2.1.3. FLEXITEST	74
3.2.1.4. TEST DE FUERZA	74
3.2.1.5. TEST DE CONCONI	74
4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS	74
5. RESULTADOS	75
GRÁFICO 1	75
GRÁFICO 2	76
GRÁFICO 3	77
GRAFICO 4	78
GRÁFICO 5	78
GRÁFICO 6	79

GRÁFICO 7	80
GRÁFICO 8	81
CAPÍTULO 9	
DISCUSIÓN	82
CAPÍTULO 10	
PERFIL ANTROPOMÉTRICO DEL POLICÍA DE ÉLITE	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	113

TABLAS Y FIGURAS

TABLAS

1. VARIABLES EN ESTUDIO	7
2. CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES	14
3. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL DE BAJO PESO, SOBREPESO Y OBESIDAD DE ACUERDO AL IMC	41
4. ESTIMACIÓN DEL SOMATOTIPO CON EL MÉTODO ANTROPOMÉTRICO DE HEATH – CARTER	43
5. PRUEBA DE 12 MINUTOS DE COOPER	51
6. CLASIFICACIÓN DE LA APTITUD AERÓBICA POR LA PRUEBA DE COOPER DE 12 MINUTOS	52
7. TEST DE COOPER PARA DEPORTISTAS PROFESIONALES	52
8. Y 9. PERCENTILES PARA EL TEST DE “SIT – AND – REACH” EN POBLACIONES APARENTEMENTE NORMALES	68
10. VALORES DE REFERENCIA PARA EL TEST DE FLEXIONES DE PECHO “PUSH UPS”	69
11. TABLA DE REFERENCIA. SALTO HORIZONTAL	70
12. VALORES DE REFERENCIA PARA EL TEST DE FUERZA DE RESISTENCIA DE ABDOMINALES	71

FIGURAS

1. PORCENTAJE DE PERSONAS QUE HICIERON EJERCICIO O PRACTICÓ ALGÚN DEPORTE. AÑO 2012.	16
2. PREVALENCIA DE ACTIVIDAD FÍSICA GLOBAL, POR SEXO EN ADULTOS DE 18 A < 60 AÑOS	16
3. CORRELACIÓN CONCEPTUAL ENTRE VARIABLES ACTIVIDAD FÍSICA – LUGAR DE TRABAJO.	17
4. ESQUEMA DE SISTEMA GLICOLÍTICO	20
5. REGULACIÓN DE LA LIPOGÉNESIS DE NOVO HEPÁTICA	23

6. PROCEDENCIA DE LOS ÁCIDOS GRASOS UTILIZADOS POR LA FIBRA MUSCULAR.	25
7. UTILIZACIÓN DE LOS SUTRATOS A DIFERENTES INTENSIDADES	26
8. EJEMPLOS DE DISTRIBUCIÓN ANDROIDE Y GINOIDE	29
9. CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE LA ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL	31
10. SOMATOCARTA. DISEÑADA POR FRANZ REULEAUX.	43
11. FRACCIONAMIENTO DE 5 COMPONENTES CORPORALES	44
12. RUTAS DE REMOCIÓN DEL LACTATO	60
13. CAMBIOS EN LA VE (l/m) DURANTE UN TEST MÁXIMO PROGRESIVO	62
14. CINÉTICA DEL LACTATO	63
15. CURVA DE FRECUENCIA CARDÍACA Y LACTATO	64
16. PROTOCOLO DE TEST DE CONCONI EN BICICLETA ESTÁTICA	65
17. CLÁSICO SIT AND REACH TEST	67
18. TEST DE FUERZA EN PIERNAS (SALTO HORIZONTAL)	70
19. TEST DE FUERZA RESISTENCIA DE ABDOMINALES	70

RESUMEN

Objetivo: Evaluar y diferenciar la capacidad aeróbica y porcentaje de grasa entre policías oficiales y clases del Grupo de Intervención y Recate (GIR) de la Policía Nacional del Ecuador.

Tipo de estudio: descriptivo transversal exploratorio

Metodología: La investigación se realizó en 30 policías varones oficiales y clases (no existen mujeres dentro de la unidad policial) del Grupo de Intervención y Rescate (GIR) ubicado en la ciudad de Manta, en el período comprendido entre los meses de febrero y marzo de 2015. Se aplicó el test de Cooper para determinar la VO_2 máx. (capacidad aeróbica) y la medición de los pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, suprailíaco, abdominal, y pantorrilla) con lo cual se obtuvieron los valores del porcentaje de grasa. Además se midió variables de tipo demográfica como edad, y años de pertenecer a la unidad policial, y variables de tipo fisiológicas: índice de masa corporal (IMC), (calculado en función del peso y la talla) los cuales fueron determinados mediante la utilización de balanza y tallímetro homologados. También se tomó en cuenta otras variables fisiológicas (que no formaron parte del objetivo principal del estudio), para realizar un acercamiento al biotipo de policía de élite, lo cual se logró mediante la determinación del somatotipo (composición corporal), test de resistencia anaeróbica, electrocardiografía, test de flexibilidad y pruebas de evaluación de la fuerza (capacidad para vencer una resistencia). La información se analizó con el apoyo del programa Epi Info™ 7.1.3.0 y Microsoft Office Excel 2007 para Windows XP Home Basic. El costo aproximado del estudio fue de \$1500.00 (USD mil quinientos dólares americanos), con una duración aproximada de dos meses.

INTRODUCCIÓN

La Policía Nacional es una Institución de Carácter Civil, Armada, Técnica, Jerarquizada, Disciplinada, Profesional y Altamente Especializada, cuya misión es atender la seguridad ciudadana y el orden público, proteger el libre ejercicio de los derechos y la seguridad de las personas dentro del territorio nacional¹.

El Grupo de Intervención y Rescate (GIR) es una unidad élite perteneciente a la Policía Nacional del Ecuador que tiene 36 años de servicio. Su actividad se basa en la ejecución de operaciones tácticas especiales, orientadas a combatir el crimen organizado en todas sus manifestaciones².

Dentro de este contexto, la formación de la población policial es ardua, ya que se está preparando a los miembros de las unidades para el servicio como atletas tácticos. Tomando en cuenta esta situación, la formación incluye un sinnúmero de actividades físicas tales como marchar cargando pesos, carreras de obstáculos y entrenamiento físico general con sesiones de entrenamiento físico planificado, las mismas que son realizadas en la mayoría de los casos a una alta intensidad³.

Sin embargo y a pesar de que se puede creer que este tipo de personal, por el tipo de actividad que realizan, no tiene problemas relacionados con sobre peso y obesidad y todo lo que conlleva esta patología (hiperlipidemia, hipertensión arterial, diabetes, etc.), puede ser que también se vea afectada su capacidad física, la misma que no está exenta de evaluación por la institución policial, ya que está la realizan 2 veces por año, y se puede ver tanto en hombre como en mujeres la disminución de su capacidad aeróbica.

Es importante destacar que la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde 1997 nos dice que la actividad física abarca todos los movimientos en la vida diaria, incluyendo el trabajo, la recreación, el ejercicio y las actividades deportivas⁴, y como se puede ver dentro de este contexto, existen poblaciones que dependen expresamente de su movimiento, en mayor o

¹ Policía Nacional del Ecuador [Internet]. Quito: Policía Nacional del Ecuador; [citado 18 nov 2014]. Valores, Misión, Visión [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.policiaecuador.gob.ec/gir/>

² Policía Nacional del Ecuador [Internet]. Quito: Policía Nacional del Ecuador; [citado 18 nov 2014]. Grupo de Intervención y Rescate [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.policiaecuador.gob.ec/gir/>

³ Orr R. Optimizing the conditioning of new tactical trainees. PTontheNet [Internet]. 2014 [citado 19 Nov 2014] Disponible en: <http://www.ptonthenet.com/articles/Optimizing-the-Conditioning-of-New-Tactical-Trainees-3881>

⁴ PHAO [Internet]. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. 2002 [citado 19 Nov 2014]. Disponible en: <http://www.paho.org/Spanish/HPP/HPN/whd2002-factsheet2.pdf>

en menor cantidad e intensidad, para realizar sus actividades laborales.

Existen autores que reúnen conceptos fisiológicos en relación a lo que representa la actividad física, la definen como el movimiento del cuerpo humano producido por la contracción muscular que genera un gasto energético por encima del nivel metabólico de reposo, estando íntimamente relacionada con el ejercicio y con el fitness⁵.

El fitness hace referencia a la aptitud física la cual incluye la resistencia cardiopulmonar, composición corporal, fuerza muscular, resistencia muscular y flexibilidad. Debemos saber y estar conscientes de que todas las leyes que rigen el movimiento de nuestro cuerpo está dado por la fisiología del ejercicio, que es una rama de la ciencia que estudia como el cuerpo responde y se adapta físicamente al entrenamiento o a una serie de ejercicio físico intenso⁶.

Existe un entrenamiento para el atleta táctico, que requiere una visión muy diferente al que lo realizan en gimnasios o los que llevan a cabo entrenadores personales. El primero de estos debe basarse en ejercicios con patrones de movimiento a través de múltiples planos y superficies de movimiento para abarcar grandes grupos musculares (por ejemplo, empujar, tirar, levantar y llevar en el pecho, la espalda y las piernas o correr sobre terreno accidentado y no en un camino de hormigón). En este caso, la estética tiene un valor secundario. El segundo de éstos, como es de conocimiento general, se lo hace con base en acondicionamiento metabólico, realizado sobre planos sagitales de movimiento, superficies predecibles⁷.

Hemos hecho un enfoque general de lo que representa ser un policía o un miembro de élite, sobre todo en relación al entrenamiento y condicionamiento físico, sin embargo, pueden coexistir dentro de esta población patologías de interés público.

La actividad física, puede ayudar a retrasar o prevenir el desarrollo de enfermedades crónicas y trastornos relacionados con el avance de la edad y mantener la agilidad física y calidad de vida en personas mayores⁸, y esta agilidad que se debe mantener en personal de

⁵ Rojo-González J. Un análisis de la actividad física para la salud. Encuentros Multidisciplinares [Internet]. 2003 [citado 20 nov 2014];(14). Disponible en: <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA14/Jes%C3%BAAs%20Javier%20Rojo%20Gonz%C3%A1lez.pdf>

⁶ Department of Military and Emergency Medicine Uniformed Service University of the Health Science. The Navy SEAL Physical Fitness Guide. 1997.

⁷ Op. Cit. Orr. R. Pág. 1

⁸ American Heart Association. Actividad física. 2006: 1-8. Disponible en: http://www.heart.org/downloadable/heart/1165854699102CSC_PhyActivity_Repros.pdf.

instituciones militares o policiales, ya que de un día para otro pueden cambiar de unidad, y de estar en puestos “administrativos” pasan a estar en puestos “operativos”, y además es importante recordar y aclarar que no se puede imaginar que envejecer sea sinónimo de enfermarse, especialmente si las personas desarrollan hábitos de vida saludables⁹.

Cabe recalcar que dada la evidencia recopilada y los datos a nivel mundial sobre la mortalidad relacionada con la inactividad física, se hace necesario aumentar la vigilancia sobre este factor de riesgo, además de reforzar las estrategias para disminuir su prevalencia en la población¹⁰, de la cual los miembros policiales, tanto hombres como mujeres no están fuera de esta tendencia, ya que en algunos países latinoamericanos ya se están tomando acciones para combatir el sobre peso y obesidad que afectan las capacidades motoras y de resistencia.

Por ejemplo, en países como Bolivia en el año 2004 se ordenó no permitir que los policías con exceso de peso salgan a patrullar las calles, esto ha hecho que varios miembros con esta particularidad, entre oficiales y clases, ya no utilicen sus uniformes característicos.

En México, que es un país al cual se le ha estigmatizado por tener policías con sobrepeso, encuestas de salud dieron como resultados cifras de hasta 30% con “exceso de peso”, por lo cual los entes rectores de la institución armada, como es el caso de la Secretaría de Seguridad Pública Municipal, planeó incentivar a sus uniformados con dinero por cada kilo de peso perdido.

De igual manera, al ser la salud un tema universal, países europeos no están fuera de la lista de aquellos que toman medidas para que sus policías tengan un buen estado físico, como es el caso del Reino Unido, pero no como en el caso mexicano, de incentivar al personal, sino de bajar el sueldo a los oficiales que no aprobasen el examen físico, perdiendo hasta un 8% de sus salario.

Esta decisión se basó en un estudio de varios miles de miembros de la fuerza policial de Londres que halló que una incidencia del 44% de sobrepeso, el 19% de obesidad y un 1%

⁹ Icassatti D. Actividad Física y Salud mental en el envejecimiento. XX Congreso Panamericano de Actividad Física. Lima-Perú; 2007. Disponible:

http://www.sportsalut.com.ar/articulos/act_fis_salud/DANILLACORAZZA.pdf

¹⁰ Henríquez C. Mortalidad atribuible a inactividad física en Santiago de Chile. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2009. Vol. 9 (34) pp. 105-113. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista34/artmortalidad101.htm>

de obesidad mórbida¹¹.

En el Ecuador no existen cifras que nos hablen del estado del personal de la policía nacional, un estudio realizado en el año 2008, hizo referencia a una unidad policial específica, la Dirección Nacional de Educación, lo cual da pie para que se pueda tener datos sobre el general de la institución. En realidad, lo que existe de igual manera como dato aislado es, una investigación del total de la población ecuatoriana, sin que haya tenido un seguimiento, ya que son datos del 2004, sin embargo y como punto de referencia señalaron que el 10% de ecuatorianos mayores de 20 años tiene obesidad y el 40% pre obesidad¹².

Al ser una problema de salud pública, y como tal, el policía, un servidor público, debe estar inmerso en la planificación del Estado en relación a este tema, políticas públicas, que se han convertido en foco de atención, dejando de ser solamente cuestión de voluntad personal¹³.

Sin embargo, y a pesar de que existan leyes o normas que rijan la práctica de actividad física, también debemos conocer que las enfermedades no transmisibles constituyen una pesada carga económica para los sistemas de salud, tanto públicos como privados, y acarrear grandes costos para la sociedad, sobre todo al sector empleador en cualquier nivel, el cual tiene que cubrir los gastos del personal a su cargo, por lo que se debería garantizar la posibilidad de adoptar decisiones saludables en el lugar de trabajo y apoyar y promover la actividad física¹⁴, siendo nosotros, los profesionales relacionados con la salud, los responsables de promover un ambiente de actividad física habitual en todos los rangos de edad y sexo de la población¹⁵.

La evaluación de la aptitud física, está relacionado con varios aspectos y se pueden utilizar de varias maneras diferentes, entre ellas, establecer objetivos realistas y significativos

¹¹ Infobae [internet]. 2012. [citado 23 de Nov 2014]. Disponible en: <http://www.infobae.com/2012/03/15/637252-gran-bretana-bajara-el-sueldo-policias-obesos>

¹² Chamorro, N. Incidencia de la actividad física en el porcentaje de grasa corporal y capacidad aeróbica del personal de la Dirección Nacional de Educación de la Policía Nacional. [tesis]. Sangolquí. 2008.

¹³ Neiman A, Jacoby E. The first “Award to Active Cities Contest” for the Region of the Americas. Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health. 2003; 14(4). Pp. 277 – 280 Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v14n4/18133.pdf>

¹⁴ Organización Mundial de la Salud. 57ª Asamblea Mundial de Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. 2004. Disponible en: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA57/A57_R17-sp.pdf

¹⁵ Department of Health, Physical Activity, Health Improvement and Prevention. At least five a week. Evidence on the impact of physical activity and its relationship to health. A report from the Chief Medical Officer. 2004. Disponible en: http://www.dh.gov.uk/prod_consum_dh/groups/dh_digitalassets/@dh/@en/documents/digitalasset/dh_4080981.pdf

para mejorar y/o mantener componentes particulares de este fitness, poder diseñar programas de entrenamiento seguros y efectivos en base a su evaluación, establecer niveles sobre los cuales se representa el progreso, y finalmente mejorar la motivación y ayudar a los individuos a seguir un programa estructurado¹⁶.

Es importante reconocer que desde el año 2011 fue constituida la Federación Deportiva Policial Ecuatoriana (FEDEPOE), la cual tiene como misión fomentar el desarrollo deportivo de las y los servidores policiales a nivel nacional e internacional, así como planificar y ejecutar actividades físicas y recreativas¹⁷, es decir, que la Policía Nacional del Ecuador como tal, tiene un ente rector de la actividad física y el deporte, por medio del cual se puede entablar la relación directa con el personal policial y de esta manera incidir sobre la práctica de la actividad física, primero como salvaguardia de la salud, y segundo como el generador del proceso de desarrollo de atletas de élite que a través del deporte puedan representar a la institución en las diferentes competencias inter-fuerzas (Policía y Fuerzas Armadas).

¹⁶ George J., Fisher G., Verhs P. Tests y Pruebas Físicas. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.

¹⁷ Yumpu.com [internet]. 2012. [citado 23 de Nov 2014]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14786347/la-federacion-deportiva-policial-ecuatoriana-fedepoe>

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

- ¿Cuál es la diferencia de la capacidad aeróbica y porcentaje de grasa entre policías oficiales y clases del Grupo de Intervención y Recate (GIR) - Manta, en el período comprendido entre los meses de febrero y marzo de 2015?

OBJETIVOS:

GENERAL:

- Comparar la capacidad aeróbica y porcentaje de grasa entre policías oficiales y clases del Grupo de Intervención y Recate (GIR) - Manta, en el período comprendido entre los meses de febrero y marzo de 2015.

ESPECÍFICO:

- Realizar un acercamiento al biotipo del policía de élite.

HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

En función de los objetivos planteados, las hipótesis del estudio serán las siguientes:

- Los oficiales de policía del GIR-Manta tienen mayor capacidad aeróbica que los policías clases de la misma unidad.
- Los oficiales de policía del GIR presentan menor porcentaje de grasa en comparación con los policías clases de la misma unidad.

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se realizará tomando en cuenta lo siguiente:

- La importancia que tienen las capacidades físicas necesarias para la realización de tareas tácticas (conjunto de técnicas que permiten aplicar la fuerza policial en un punto requerido para alcanzar el objetivo planeado en la estrategia¹⁸).
- La actividad física como factor protector a largo plazo de la salud cardiovascular y condición física en policías de élite.

¹⁸ Sosa E., Técnicas y Tácticas Policiales. Manual del Instructor. 2013. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Tecnicas-y-Tacticas-Policiales/7667650.html>

- La prevención de lesiones y/o enfermedades por la realización de actividad física intensa en personal policial de élite.
- La actividad física como componente medible del estado de salud de las personas.

METODOLOGIA

- *Operacionalización de variables:*

Las variables (Tabla 1) que serán analizadas en este trabajo comprenden variables de tipo demográficas: edad, años de pertenencia a la unidad policial y variables de tipo fisiológicas: VO2 máx., umbral anaeróbico, IMC, PMG, somatotipo (composición corporal), test de resistencia anaeróbica, electrocardiografía, test de flexibilidad y pruebas de evaluación de la fuerza (capacidad para vencer una resistencia).

Tabla 1: VARIABLES EN ESTUDIO				
#	VARIABLE	DEFINICIÓN	CATEGORIAS	UNIDADES
1	EDAD	Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo ¹⁹ .	Años cumplidos al día que se completó la evaluación	años
2	AÑOS DE PERTENENCIA A LA UNIDAD POLICIAL	Tiempo transcurrido a partir del ingreso al GIR	Menor de 5 años Mayor a 5 años	años
5	VO2 máx.	Máxima cantidad de oxígeno que puede utilizar el organismo ²⁰	Determinadas por el Test de Cooper para hombres	ml/kg/min

¹⁹ Wikipedia [Internet], 2014 [actualizada en octubre de 2014; acceso 23 noviembre 2014]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Edad>

George J., Fisher G., Verhs P. Tests y Pruebas Físicas. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.

²⁰ Jiménez A. Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones. Barcelona. Editorial INDE; 2007

6	Umbral anaeróbico	Límite superior de la capacidad aeróbica ²¹	Determinadas por el Test de Conconi	Latidos por minutos /velocidad
7	IMC	Relación existente entre el peso y la talla	Normal 18,50 – 24,99 Sobrepeso \geq 25,00 Obeso \geq 30,00	Kg/m2
8	PMG	Porcentaje de peso corporal constituido por el tejido adiposo	Normal 8,00 – 19,99 (varones) Alto 20,00 – 24,99 (varones)	Porcentaje
9	SOMATOTIPO	Método para valorar la morfología del cuerpo que permite distinguir fácilmente la figura exterior del individuo	Endomorfismo Mesomorfismo Ectomorfismo	Coordenadas: X / Y
10	ELECTROCARDIOGRAFÍA	Registro gráfico de la actividad eléctrica del corazón ²²	Normal Patológico	Según el sistema de registro
11	FLEXITEST	Capacidad física para llevar a cabo movimientos de amplitud de las articulaciones así como la elasticidad de las fibras musculares	En relación al test aplicado	Centímetros
12	EVALUACIÓN DE LA FUERZA	Capacidad de vencer una carga a través de la contracción muscular.	En relación al test aplicado (miembros superiores, miembros inferiores, abdominales)	Número de repeticiones

²¹ Shephard J. Astrand D. La resistencia en el deporte. Barcelona: Editorial Paidotribo. 2007

²² Vélez, D. Pautas de electrocardiografía. Principios del electrocardiograma. Editorial Marbán. España. 2009.

- *Población y muestra:*

La investigación se realizó en el Grupo de Intervención y Rescate (GIR) ubicado en la ciudad de Manta, en el período comprendido entre los meses de febrero y marzo de 2015.

El test de Cooper, la medición de pliegues cutáneos, la determinación del somatotipo, el test de resistencia anaeróbica, electrocardiografía, test de flexibilidad y la evaluación de la fuerza, se lo realizó en una muestra de 30 policías hombres, correspondientes al total de población de la unidad policial del estudio.

- *Tipo de estudio:*

El estudio es descriptivo, exploratorio y transversal

- *Plan de análisis de datos*

El análisis estadístico se lo realizará utilizando el programa Epi Info™ 7.1.3.0 y Microsoft Office Excel 2007 para Windows XP Home Basic.. Las variables de la investigación se las relacionará mediante la prueba Kruskal – Wallis H y su valor (p) respectivo para establecer su asociación, además de estimar el promedio de las variables en estudio con su correspondiente desviación estándar (DE). También se incluirán variables demográficas tales como edad y tiempo de pertenencia al grupo policial, en las cuales también se realizará un análisis estadístico bivariable.

Se realizará un análisis de las variables complementarias más importantes para establecer un acercamiento al biotipo que rige al policía de esta unidad de élite.

MARCO TEÓRICO

CAPITULO 1

1. DEFINICIONES

La **actividad física** y el **ejercicio**, dos términos que se utilizan indistintamente, en sí no son sinónimos y no se los puede tomar como tal, ya que la actividad física está definida como “cualquier movimiento corporal producido por la contracción de los músculos esqueléticos que se traducen en un aumento sustancial de requerimientos calóricos sobre el gasto energético en reposo”, mientras que el ejercicio, es un “tipo de actividad física planificada, estructurada, que consta de movimientos repetitivos cuyo propósito es mejorar y/o mantener uno o más componentes de la aptitud física”²³.

Dentro de esta última definición, podemos ver como la **aptitud física** y la cual va a determinar varios momentos del estudio, también forma parte importante del movimiento corporal, la cual integra varias dimensiones de la actividad física, y que está definida como “la representación de aquellas habilidades o potencial particular para llevar a cabo efectivamente, y sin fatiga excesiva, actividades físicas de diversas dimensiones (particularmente actividades que involucran demandas cardio - respiratorias o aeróbicas) y tareas cotidianas diarias, con reservas energéticas para cualquier otra emergencia de carácter físico”²⁴.

Se debe dar particular énfasis a lo que la aptitud física engloba, así, la tolerancia cardio – respiratoria o potencial aeróbico máximo (VO_2 máx), fortaleza-tolerancia muscular, flexibilidad y composición corporal²⁵.

²³ ACSM's guidelines for exercise testing and prescription / American College of Sports Medicine ; senior editor, Linda S. Pescatello ; associate editors, Ross Arena, Deborah Riebe, Paul D. Thompson. — 9th ed. Copyright © 2014

²⁴ Lopategui Corsino, E., (2001). El concepto de aptitud física. Disponible en: <http://www.saludmed.com/CsEjerci/FisioEje/Apt-Fi-I.html>

²⁵ Lopategui Corsino, E. (2013). Prescripción de ejercicio - delineamientos más recientes: American College of Sports Medicine (ACSM) - 2014. *Saludmed.com: Ciencias del Movimiento Humano y de la Salud*. Disponible en <http://www.saludmed.com/rxejercicio/rxejercicio.html>

2. BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA PARA LA SALUD

Salud, un término que muchos lo nombran, pero pocos lo pueden definir en su contexto integral, es un *estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades*. Esta definición fue dada por la OMS ya en 1946, en la Conferencia Sanitaria Internacional, celebrada en Nueva York, y que entró en vigencia en 1948, año desde el cual no ha sido modificado²⁶. Desde este punto debemos partir siempre para poder entablar la relación existente entre la actividad física y la salud.

La evidencia científica se sigue acumulando a través del tiempo en referencia a la relación inversa existente entre la actividad física y la aparición prematura de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT). Esta relación inversa de la que se habla, de igual manera está ligada a la relación dosis-respuesta de estas dos variables, y que han sido evidenciadas en estudios de laboratorio, así como a gran escala en poblaciones determinadas²⁷.

Es así que, específicamente los beneficios se los puede valorar en relación de sistemas propios del organismo así:

- Reducción del riesgo de cardiopatía coronaria, accidente cerebro-vascular e hipertensión.
- Mejora de la función cardio-respiratoria.
- Reducción del riesgo de diabetes mellitus tipo 2 y síndrome metabólico.
- Mantenimiento del peso corporal, a través del equilibrio energético.
- Mejora de la resistencia física.
- Menor riesgo de fracturas de cadera o vértebras.
- Aminora la disminución de la densidad de minerales ósea.
- Mejora la masa muscular del aparato locomotor, la fuerza, la potencia y la actividad neuromuscular intrínseca.
- Prevención del cáncer de mama y de colon.
- Disminución de estados depresivos
- Mejora del estado de ánimo

²⁶ OMS (2015). Preguntas frecuentes. Disponible en: <http://www.who.int/suggestions/faq/es/>

²⁷ Op. Cit. ACSM's. Pág. 10.

- Mejora del autoestima
- Reducción de la ansiedad²⁸.

Es importante destacar que con la intención de aumentar la conciencia pública sobre la relevancia de los beneficios relacionados con la salud es vital determinar el tiempo, la intensidad y la frecuencia con la que se practique la actividad física, que ya desde 1995 tanto el Colegio Americano de Americano de Medicina del Deporte (ACSM, por sus siglas en inglés) y el Centro de Control de Enfermedades (CDC, por sus siglas en inglés) emitieron la siguiente recomendación: *realizar 30 minutos o más de actividad física de moderada intensidad , preferiblemente todos los días de la semana*, sin embargo y a pesar de esta recomendación, las cifras de comportamiento sedentario no han disminuido en la proporción que se esperaba, ya que encuestas recientes, sólo el 46% de los adultos estadounidenses cumplen con la norma establecida²⁹.

3. ACTIVIDAD FÍSICA Y REQUERIMIENTO ENERGÉTICO

El aporte o **requerimiento energético** es necesario para poder mantener las diferentes funciones corporales (respiración, circulación, **actividad física**, termorregulación, etc.), término que en 1985 la OMS definió como el nivel de energía procedente de los alimentos que está balanceado con el gasto energético si el individuo presenta un peso, talla, composición corporal y un nivel de actividad física asociado a un buen estado de salud a largo plazo. Como se puede observar, la actividad física ocupa un lugar determinante, y tomando en cuenta esto, debemos reconocer a las actividades de la vida cotidiana (caminar, subir escaleras, limpiar, comprar, etc.) junto con actividades recreativas (bailar, pasear), y de entrenamiento (nadar, gimnasio, correr, etc.) como componente del concepto macro. El gasto energético puede incrementarse notablemente durante el ejercicio y mantenerse durante horas o días, incluso después de haber finalizado. Se ha adoptado, dentro de este contexto, el concepto de niveles de actividad física (PAL, por sus siglas en inglés, Physical Activity Levels), para recomendar los

²⁸ OMS (2010). Recomendaciones Mundiales sobre la actividad física para la salud. Disponible en: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/

²⁹ Op. Cit. ACSM´s. Pág 22.

objetivos para la población general. Este PAL se define como el cociente entre el gasto energético total y el gasto energético basal³⁰.

Este gasto energético parte de una premisa fundamental, que el hombre transforma, mediante procesos biológicos, la energía química de los alimentos, en energía mecánica y su medición se expresa en kilocalorías (Kcal), siendo 1 Kcal la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un litro de agua en un grado centígrado. Nos interesa sobremanera el consumo, ya que en este están inmersos varios tipos de metabolismos, así:

- Metabolismo basal: dependiente de la talla, el peso, el sexo, y es proporcional a la superficie corporal (en hombre y mujeres: 1700 Kcal/día y 1400 Kcal/día, respectivamente, como promedio).
- Metabolismo extra-profesional o de ocio: es el debido a las actividades habituales, como puede ser el aseo, vestirse, etc. (como media 600 Kcal y 400 Kcal/día, en hombres y mujeres, respectivamente)
- Metabolismo de trabajo: que se calcula teniendo en cuenta dos factores:
 - Carga Estática
 - Carga Dinámica:
 - Desplazamientos
 - Esfuerzos musculares
 - Manutención de cargas³¹.

Las necesidades diarias de energía de una persona se pueden estimar de tres formas:

1. A partir de la tasa metabólica basal o reposo (TMB) y de factores medios de actividad física.
2. A partir de la TMB y de un factor individual de actividad física, y
3. A partir de tablas que recogen el gasto por actividad física expresado en Kcal/kg de peso y tiempo empleado en realizar la actividad.

³⁰ Gil, Á. Tratado de Nutrición. Nutrición Humana en el estado de Salud. Tomo III. Editorial Médica Panamericana. Madrid. España. 2010. p. 291 - 295

³¹ Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Facultad Ingeniería Industrial. Laboratorio de Producción. Edición 2008.

Como podemos observar, un factor importante en lo referente al cálculo del requerimiento energético diario es la actividad física, ya que cualquiera de las tres maneras que utilicemos, siempre debemos tomarla en cuenta.

Es importante conocer que la manera más comúnmente utilizada para el cálculo de la TMB, es con la fórmula de Harris-Benedict en la cual está inmerso el peso (P) (kg) y de la talla (T) (cm):

$$\text{Hombres TMB} = 66 + [13.7 \times P \text{ (kg)}] + [5 \times T \text{ (cm)}] - [6.8 \times \text{edad (años)}]$$

$$\text{Mujeres TMB} = 655 + [9.6 \times P \text{ (kg)}] + [1.8 \times T \text{ (cm)}] - [4.7 \times \text{edad (años)}]$$

Luego de realizar este cálculo para la determinación del gasto energético total, se debe multiplicar este valor por los coeficientes de actividad física (Tabla 2), de acuerdo con el tipo de actividad desarrollada, que en forma generalizada son³²:

	Ligera	Moderada	Alta
Hombres	1.55	1.78	2.1
Mujeres	1.56	1.64	1.82

La actividad física desarrollada puede clasificarse de la siguiente manera:

Ligera	Personas que pasan varias horas al día en actividades sedentarias, que no practican regularmente deportes, que usan el coche para los desplazamientos, que pasan la mayor parte del tiempo de ocio viendo la TV, leyendo, usando el ordenador o videojuegos. Ej.: Estar sentado o de pie la mayor parte del tiempo, pasear en terreno llano, realizar trabajos ligeros del hogar, jugar a las cartas, coser, cocinar, estudiar, conducir, escribir a máquina, empleados de oficina, etc. Actividad ligera o moderada 2 o 3 veces por semana.
Moderada	Ej.: Pasear a 5 km/h, realizar trabajos pesados de la casa (limpiar cristales, barrer, etc.), carpinteros, obreros de la construcción (excepto trabajos duros), industria química, eléctrica, tareas agrícolas mecanizadas, golf, cuidado de niños, etc. Aquellas actividades en las que se desplacen o se manejen objetos de forma moderada. Más de 30 minutos/día de actividad moderada y 20 minutos/semana de actividad vigorosa.
Alta	Personas que diariamente andan largas distancias, usan la bicicleta para desplazarse, desarrollan actividades vigorosas o practican deportes que requieren un alto nivel de esfuerzo durante varias horas. Ej: Tareas agrícolas no mecanizadas, mineros, forestales, cavar, cortar leña, segar a mano, escalar, montañismo, jugar al fútbol, tenis, jogging, bailar, esquiar, etc. Actividad moderada o vigorosa todos los días.

Tabla 2. Clasificación de las actividades

Fuente: FAO/WHO-OMS/UNU Expert Consultation Report. Energy and Protein Requirements. Technical Report Series 724. Ginebra: WHO/OMS.1985.

³² Carbajal Azcona, A.. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>

Ejemplo:

Hombre: Edad = 29 años Peso (P) = 80 kg
TMR (OMS) = (15.3 x P) + 679 = 1903 kcal/día
Factor de actividad (FA) moderada = 1.78
Necesidades energéticas = TMR x FA = 1903 kcal x 1.78 = 3387 kcal/día

Según lo descrito en líneas anteriores, podríamos determinar que por la actividad laboral (física) que realizan los policías pertenecientes al GIR, siendo éstos, atletas tácticos y en constante entrenamiento, se clasificarían como sujetos de un nivel de actividad física “alto”.

4. ACTIVIDAD FÍSICA EN EL AMBIENTE LABORAL

La actividad física en los grupos élite de la Policía Nacional, y muy específicamente en lo que respecta al GIR, está inmersa desde su reclutamiento, y siendo los policías servidores públicos, se los puede catalogar como “empleados” para poder encasillarlos dentro de la definición que a continuación se presenta: *“la práctica de actividad física y deportiva en el ámbito laboral es aquella práctica en la que el empleador favorece y facilita directa o indirectamente que las personas empleadas en su puesto de trabajo puedan llevarla a cabo”*³³

Estadísticamente, no existen en el país datos en relación a la actividad física en el ambiente laboral. Según el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), en el Ecuador, según el módulo de uso del tiempo de la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo ENEMDU (Fig. 1), en lo que se refiere a la actividad física, el 43,54% del grupo de edad de 36 a 64 años no hace ejercicio³⁴.

³³ FEDEME. Plan Integral para la Actividad Física y el Deporte. Versión 1. Deporte en el Ámbito Laboral. Disponible en: <http://femedede.es/documentos/Laboralv1.pdf>

³⁴ Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). e-Análisis. Octava Edición. Abril. 2013. Disponible en: <http://www.inec.gob.ec/inec/revistas/e-analisis8.pdf>



Figura 1. Porcentaje de personas que hicieron ejercicio o practicó algún deporte. Año 2012
 Fuente: ENEMDU-Módulo uso del tiempo 2012.

De igual manera y como parte de la información, el INEC dentro de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT-ECUADOR 2011 – 2013) (Fig. 2) da a conocer de forma global la prevalencia de actividad física por género, así³⁵:

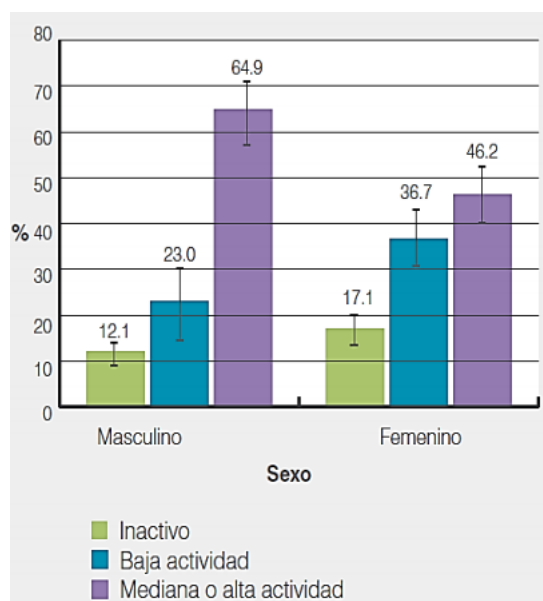


Figura 2. Prevalencia de actividad física global, por sexo en adultos de 18 a <60 años
 Fuente: ENSANUT – ECUADOR 2011 – 2013.

³⁵ Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. 2011 – 2013. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/Presentacion%20de%20los%20principales%20%20resultados%20ENSA%20NUT.pdf

La actividad física, como ya conocemos, es beneficioso para la salud de los individuos que la practican, por lo tanto, no podemos desestimar la relación y la importancia que tiene esta práctica y sumado el deporte al ámbito laboral. Tomando como referencia numerosos estudios, sobre todo realizados en regiones anglosajonas, existe una correlación conceptual entre las variables actividad física – lugar de trabajo (Fig. 3), así:

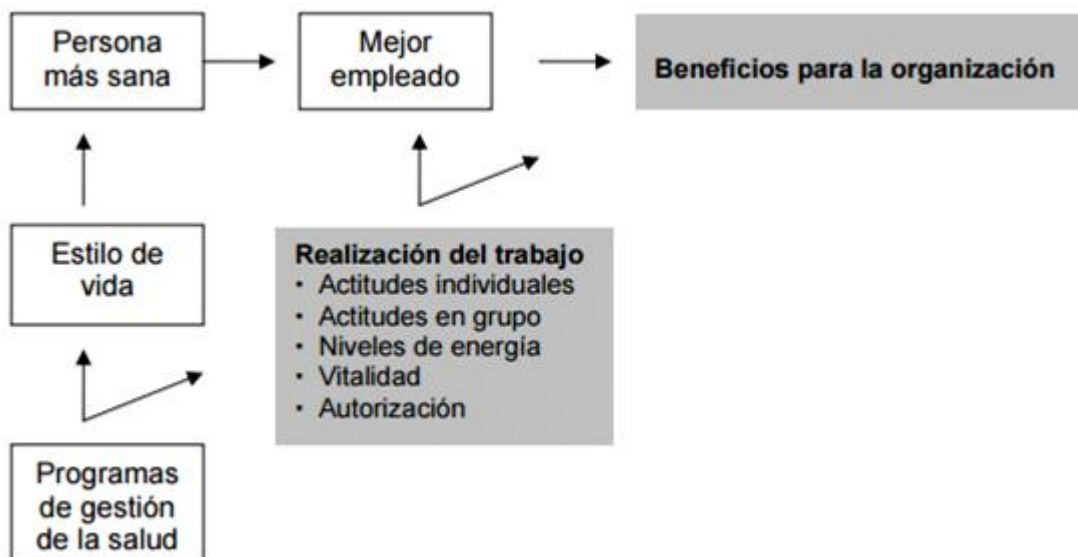


Figura 3. Correlación conceptual entre las variables actividad física – lugar de trabajo

Fuente: EDIGTON, DW. (1995) Universidad de Michigan

Como se puede observar, la actividad física periódica trae grandes y variados beneficios, y por numerar varios de ellos, están:

- Mejora del estado de salud y de la calidad de vida de los trabajadores. ,
- Reducción del ausentismo laboral. ,
- Mejoras en la capacidad de decisión. ,
- Mejoras en el rendimiento y en la productividad. ,
- Mejoras en las relaciones de los grupos humanos. ,
- Aumento de la satisfacción de los trabajadores. ,
- Ahorro para las empresas. ,
- Complemento a la compensación del trabajador. ,

- Visibilidad de la compañía en ámbitos vinculados a la Responsabilidad Social Corporativa. ,
- Etc.³⁶.

³⁶ Op. Cit. FEDEME. Pág. 15

CAPITULO 2

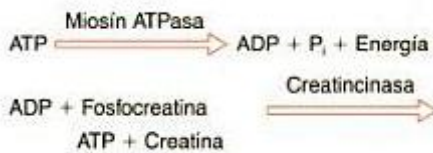
1. SUSTRATOS METABÓLICOS EN LA ACTIVIDAD FÍSICA

Los sustratos metabólicos que permiten la producción de Adenosin Trifosfato (ATP) procede de las reservas del organismo o de la ingestión diaria de alimentos, siendo los más utilizados los Hidratos de Carbono y las Grasas.

Es importante conocer básicamente los sistemas energéticos que rigen la actividad física, así:

- El sistema de los fosfágenos: ATP y fosfocreatina
- La glucólisis anaeróbica
- Sistema aeróbico u oxidativo

El **sistema de los fosfágenos** proporciona ATP fundamentalmente para las actividades de corta duración y alta intensidad (fuerza y velocidad) y está activo en el inicio de la actividad física independientemente de la intensidad. El sistema básicamente utiliza las reacciones químicas del ATP y la fosfocreatina así como también varias enzimas.



El **sistema glucolítico**, la ruptura de los hidratos de carbono, ya sea como glucógeno almacenado en el músculo o bien por la glucosa proveniente de la sangre, para producir ATP, que se suma al sistema antes mencionado, el de los fosfágenos, para mantener la actividad física de alta intensidad. Como todo proceso bioquímico, siempre vendrá acompañado de reacciones catalizadas por enzimas, las mismas que se encuentran en el citoplasma de las células, específicamente en el sarcoplasma de las células musculares.

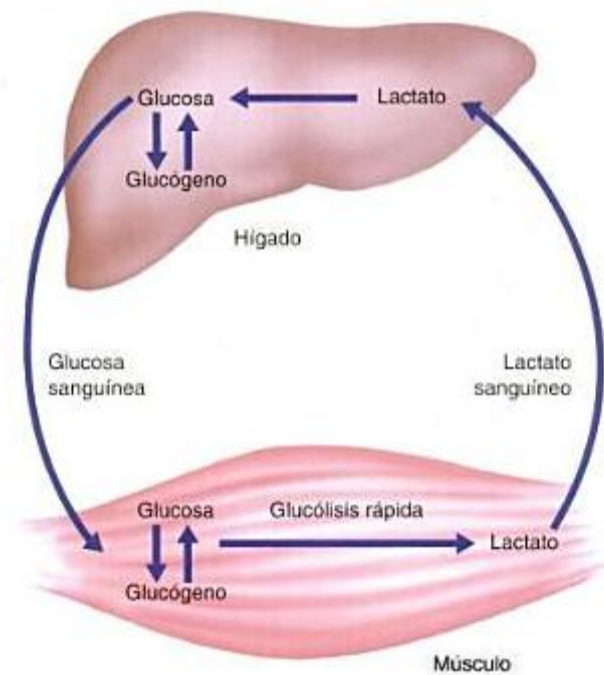


Figura 4. Esquema del Sistema Glicolítico

Fuente: Baechle, T., Earle, R., Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico. Bioenergética del ejercicio y el entrenamiento. (p. 77) Editorial Panamericana. 2007.

El **sistema aeróbico u oxidativo**, es la fuente principal de ATP en reposo y durante el ejercicio de baja intensidad, y utiliza fundamentalmente hidratos de carbono y grasas como sustratos. Las proteínas no suelen utilizarse sino hasta que se producen situaciones de ayuno prolongado y actividad física de larga duración (>90 minutos). En reposo, el 70% del ATP se lo obtiene de las grasas y el 30% de los hidratos de carbono, sin embargo cuando se realiza actividad física, la proporción puede cambiar, siendo hasta un 100% de energía obtenida de los hidratos de carbono. Situaciones como ejercicio de larga duración con intensidades submaximales el organismo obtiene preferentemente energía de las grasas³⁷.

³⁷ Baechle, T., Earle, R., Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico. Bioenergética del ejercicio y el entrenamiento. Editorial Panamericana. 2007. P 75 – 80.

2. ALMACENAMIENTO DE LAS GRASAS EN EL CUERPO

Las grasas son un componente básico dentro de los sistemas de energía, y como parte principal del estudio en relación a la composición corporal, es importante conocer donde se realiza su almacenamiento, ya que de esto también dependerá su metabolismo.

La principal forma en la cual la grasa se almacena es como triglicéridos (TG), en el tejido adiposo, ya sea subcutáneo y visceral profundo, almacenamiento que es dinámico y tiene varias funciones sobre todo endocrinas ya que producen variedad de hormonas y citoquinas que regulan el metabolismo de la composición corporal. El porcentaje de almacenamiento en el cuerpo oscila entre el 5% al 50% del peso corporal total.

Las variaciones se deben en su mayoría al balance o desbalance entre la ingesta y el gasto calórico, es decir que el exceso inducirá un agrandamiento de los adipocitos, debido a que se absorben los Ácidos Grasos Libres (FFA, por sus siglas en inglés, Free Fat Acid), y luego como TG.

Como ya se mencionó, la mayoría del tejido adiposo está situado a nivel subcutáneo, sin embargo también hay en otros puntos del organismo, y es importante señalar que a nivel muscular también hay depósitos de tejido adiposo, los mismos que están situados alrededor de las fibras musculares. Como observación final en este punto, cabe decir que los FFA, dan más moléculas de ATP por molécula que la glucosa, por ejemplo 1 molécula de glucosa produce 38 ATPs, mientras que un ácido graso, por ejemplo el esteárico, da 147 ATPs, pero para esto la grasa necesita más oxígeno que la glucosa, de ahí el nombre del sistema energético (oxidativo) al cual pertenece y actúa en mayor proporción³⁸.

3. METABOLISMO DE LAS GRASAS

El metabolismo de las grasas es un tema muy amplio, sin embargo existen puntos clave para entenderlo.

³⁸ Pérez M J., Cabrera W., Varela G., Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. Nutrición Hospitalaria. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. 2010.

Como es de conocimiento, las grasas constituyen la reserva energética más importante en los organismos animales, la misma que se almacena en las células del tejido graso (adipocitos).

En la lipogénesis, proceso por el cual se sintetizan las grasas, los adipocitos utilizan TG que en forma de VLDL y quilomicrones (lipoproteínas) son transportados en la sangre desde los sitios de formación, tanto en el hígado como en el intestino.

Por medio de la recaptación de los TG y ácido grasos (AG) a nivel de los adipocitos, se vuelven a formar grasas.

Así como existe un proceso de generación de AG, en los adipocitos se produce la lipólisis, que es la degradación de los mismos, catalizada por enzimas como la lipasa hormono sensible, la cual regula el nivel plasmático de éstos AG.

Los ácidos grasos, una vez que se encuentran en el plasma, se transportan de forma libre (FFA) los de cadena corta, mientras que los de cadena más larga, viajan unidos a la albúmina.

No podemos dejar de lado los dos procesos que son básicos para el entendimiento del metabolismo de las grasas y que tanto el uno como el otro se presentan en el hígado (Fig. 5):

- Degradación de los ácidos grasos
- Síntesis de los ácidos grasos

Dentro del primer proceso, lo más relevante es la **b-oxidación**, una vía metabólica en la cual los AG son activados a nivel citoplasmático, unidos a la coenzima A dando lugar a la formación de **acil-CoA**, y que posteriormente mediante un sistema de transporte (lanzadera de carnitina) llegan a la matriz mitocondrial para ser degradados a **acetil-CoA**. Una vez que se completa este proceso, los residuos de acetilo se oxidan para formar CO₂ en el ciclo del ácido cítrico durante lo cual se forma **ATP** (fosforilación oxidativa). Si durante todo este proceso la producción de acetil-CoA excede los requerimientos de energía por parte de los hepatocitos, se produce una transformación en **cuerpos cetónicos**, que también pueden servir como suministro de energía a otros tejidos. Esto ocurre cuando existe una oferta elevada de AG en el plasma.

El segundo proceso, la **síntesis de ácidos grasos** (se originan en hígado, riñones, pulmones y glándulas mamarias), se lleva a cabo en el citoplasma que tienen como precursor a la glucosa y varios aminoácidos

La carboxilación de la **acetil-CoA** hasta la **malonil-CoA**, es el primer paso dentro de la síntesis de los AG, reacción que está catalizada por la **acetil-CoA carboxilasa**, enzima que es clave dentro del proceso.

Otra enzima importante, la **ácido graso sintasa**, tiene su precursor en la acetil-CoA, luego de lo cual se va alargando por los **grupos malonilo** en siete reacciones cíclicas hasta formar el **palmitato** (producto final). En cada uno de estos ciclos se forma CO₂ y el ácido graso crece en dos unidades de carbono. El agente reductor que actúa es el dinucleótido de nicotinamida y adenina (NADH), que puede proceder de la vía del monofosfato de hexosa o de las reacciones de la isocitrato deshidrogenasa y de la enzima málica. Las grasas son empaquetadas en los hepatocitos como complejos lipoproteicos (VLDL) y desde ahí se distribuyen hacia los tejidos periféricos por medio de la sangre³⁹.

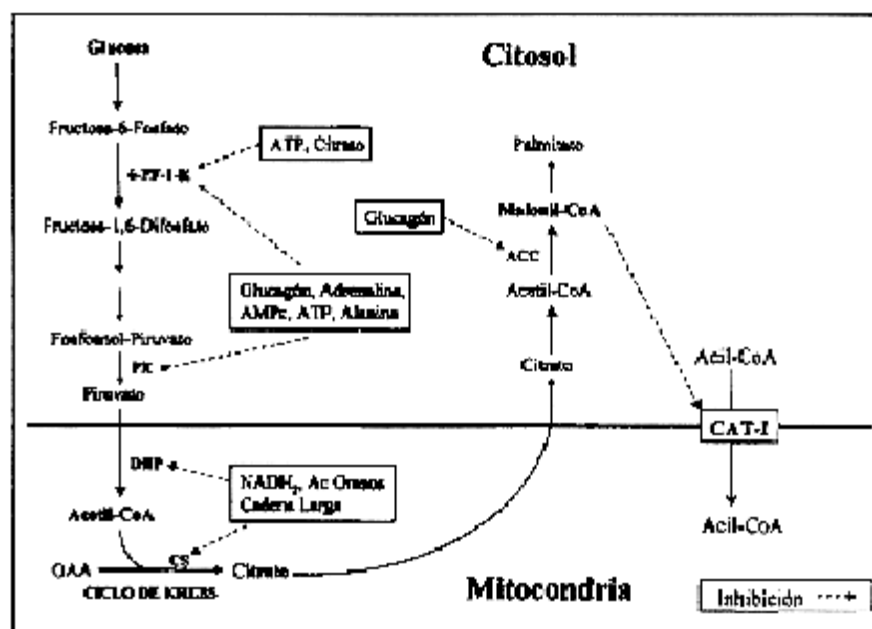


Figura 5. Regulación de la lipogénesis de *novo* hepática.⁴⁰

³⁹ Koolman J., Röhm K., Bioquímica: texto y atlas. Metabolismo. Metabolismo de los lípidos. Editorial Médica Panamericana. Madrid. España. 2005. Pág 162.

⁴⁰ Díaz B Erik, Galgani F José. Aspectos metabólicos y dietarios involucrados en la etiología de la obesidad en mujeres chilenas. Rev. méd. Chile [revista en la Internet]. 1999 Sep [citado 2015 Abr 22]; 127(9): 1126-

4. METABOLISMO DE LAS GRASAS DURANTE EL EJERCICIO FÍSICO

El cuerpo humano presenta una mayor cantidad de reserva energética proveniente de los lípidos en relación a lo que los hidratos de carbono representan, sin embargo necesitan más tiempo y mayor consumo de oxígeno para su aprovechamiento.

También existe una diferencia fundamental en lo que a energía liberada se refiere, y que en líneas anteriores ya se estableció, y es que, en el caso del hidrato de carbono se producen 4 Kcal/gr, mientras que en lo que respecta a grasas son 9 Kcal/gr^{41 42}.

Las dos maneras básicas por medio de las cuales la grasa está disponible como combustible para el uso por los músculos en el ejercicio son: ácidos grasos libres que desde el tejido adiposo son transportados hacia la sangre y, los TG que están in situ, es decir en la propia fibra muscular.

5. UTILIZACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN SANGRE

De la primera forma, se puede determinar que los altos niveles de AGL séricos permiten una mayor utilización de éstos, por encontrarse disueltos en el medio, que se puede traducir en un ahorro del glucógeno muscular, y por ende un mejor rendimiento deportivo.

Sin embargo, existen posibles determinantes, directos o indirectos, que inciden para que esto ocurra, dentro de ello, estimulación parasimpática, hormonas, lactato y drogas en sangre, procesos de transporte/utilización por los músculos activos, la cafeína, etc.

Una desventaja en relación a esta organización, y que se menciona anteriormente, es el transporte que puede determinar su uso, ya que éste puede no ser a la velocidad necesaria para que funcionen como fuente de energía principal sobre todo en ejercicios vigorosos (prolongados y de alta intensidad)⁴³.

1135. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98871999000900015&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98871999000900015>.

⁴¹ Matías Santa María (2013). *Metabolismo de los Lípidos Durante el Ejercicio Físico*. PubliCE Lite. <http://g-se.com/es/prevencion-y-rehabilitacion-cardiovascular/articulos/metabolismo-de-los-lipidos-durante-el-ejercicio-fisico-1608>

⁴² Horowitz J. Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr* 2000;72(suppl):558S–63S. 2000.

⁴³ Lopategui E., La función de las grasas en el ejercicio y la actividad física. 2003. Disponible en: <http://www.saludmed.com/NutrDept/Lipidos/Lipids-Exr.html>

6. UTILIZACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS LIBRES EN EL MÚSCULO

La fibra muscular a más del glucógeno, contiene importantes cantidades de reservas grasas, sobre todo en deportistas sometidos a entrenamientos aeróbicos, y que están determinadas por el grado de consumo por ejercicio e intensidad.

Una parte de los AGL utilizables por la fibra muscular proviene de las reservas intramusculares, que aunque es una porción pequeña en relación a la reserva energética grasa total, la utilización es de forma inmediata⁴⁴.

Los AGL, que se producen por medio de la lipólisis, pasan a través de la membrana plasmática del adipocito para luego ser transferido al espacio intersticial, y por medio de su unión a la albúmina, permiten su transporte hacia los músculos esqueléticos activos⁴⁵.

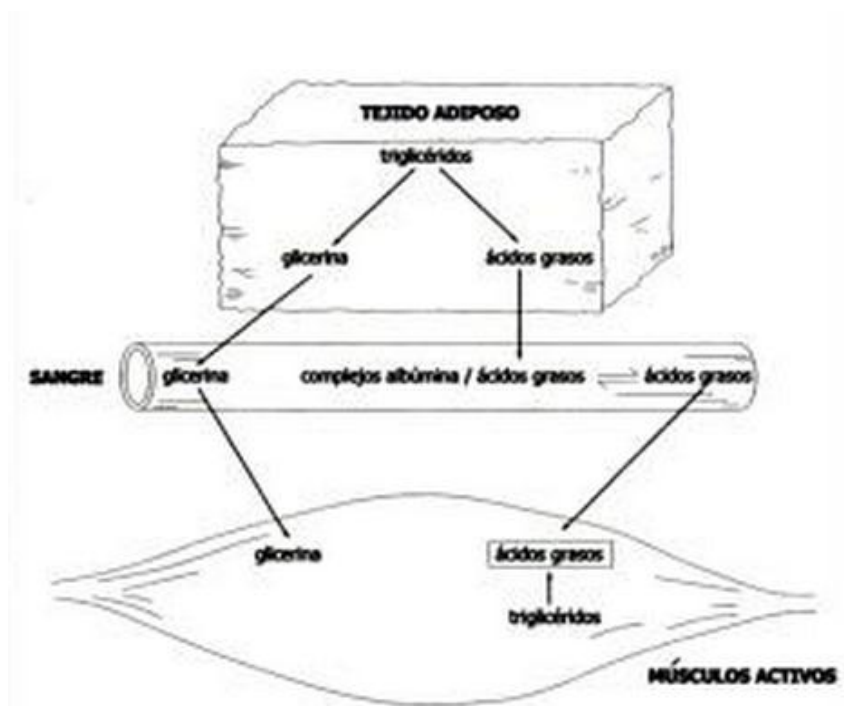


Figura 6. Procedencia de los ácidos grasos utilizados por la fibra muscular

Fuente: Barbany J., Fisiología del Ejercicio Físico y del Entrenamiento. Unidad Motora. Fuerza y potencia Muscular. Editorial Paidotribo. Barcelona. 2002

⁴⁴ Barbany J., Fisiología del Ejercicio Físico y del Entrenamiento. Unidad Motora. Fuerza y potencia Muscular. Editorial Paidotribo. Barcelona. 2002

⁴⁵ Op. Cit. Lopategui E. pág. 24

7. LA INTENSIDAD DEL EJERCICIO Y SU EFECTOS SOBRE EL METABOLISMO DE LAS GRASAS

La intensidad del ejercicio es el principal determinante para el grado de oxidación de las grasas o carbohidratos durante el ejercicio.

Conforme la intensidad del ejercicio disminuya y la duración de la actividad aumente, la importancia, sobre todo de las grasa como combustible, se incrementa para la contracción de los músculos esqueléticos.

En estudios realizados, se puede observar que la provisión de energía óptima por parte de las grasas es entre un 50 y 70% del VO_2 máx. (Fig. 7). Tomando en cuenta esta premisa, dentro de estas investigaciones se descubrió que a 25% el VO_2 máx., los AG (de lejos el combustible predominante) y la glucosa son los sustratos más importantes, mientras que los TG intramusculares (TGIM) contribuyeron mínimamente. A intensidades del 65% del VO_2 máx., las grasas tuvieron un decremento de uso leve comparado con los anteriormente expuestos. Finalmente, cuando se realiza ejercicios a una intensidad del 85% del VO_2 máx., la contribución de AG plasmáticos se tornó aún mayor, así como los TGIM.⁴⁶

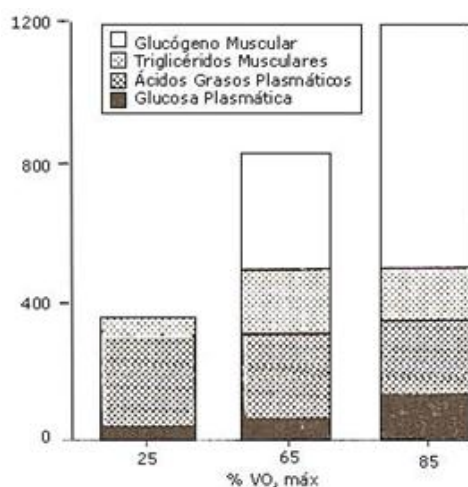


Figura 7. Utilización de sustratos a diferentes intensidades de ejercicio (25% del VO_2 máx., 65% del VO_2 máx. y 85% del VO_2 máx.)

Fuente: Asker Jeukendrup, William H Saris y Anton J Wagenmakers (1999). *Metabolismo de las Grasas Durante el Ejercicio Una Revisión. Parte II: Regulación del Metabolismo y los Efectos del Entrenamiento.*

⁴⁶ Asker Jeukendrup, William H Saris y Anton J Wagenmakers (1999). *Metabolismo de las Grasas Durante el Ejercicio Una Revisión. Parte II: Regulación del Metabolismo y los Efectos del Entrenamiento.* PubliCE Standard. Disponible en: <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/metabolismo-de-las-grasas-durante-el-ejercicio-una-revision.-parte-ii-regulacion-del-metabolismo-y-los-efectos-del-entrenamiento-842>

Como conclusión se puede decir que los TGIM son utilizados durante el ejercicio submáximo, y estos son un sustrato importante para el músculo en contracción, sin embargo y como es de suponer, por problemas metodológicos hace que sea muy difícil la cuantificación de éstos⁴⁷.

⁴⁷ Asker Jeukendrup, William H Saris y Anton J Wagenmakers (1999). *Metabolismo de las Grasas Durante el Ejercicio: Una Revisión Parte I: Movilización de Ácidos Grasos y Metabolismo Muscular*. PubliCE Standard. Disponible en: <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/metabolismo-de-las-grasas-durante-el-ejercicio-una-revision-parte-i-movilizacion-de-cidos-grasos-y-metabolismo-muscular-833>

CAPÍTULO 3

1. COMPOSICIÓN CORPORAL.

PORCENTAJE DE MASA GRASA.

La determinación del porcentaje de grasa corporal (%GC), está adquiriendo una importancia creciente a nivel de estudio clínico.

Desde los años 50's se sugirió que no únicamente la cantidad de grasa en el cuerpo era la que predisponía a padecer ciertas enfermedades y por ende la mortalidad de los mismos.

Este riesgo fue tal que, se encontró una mayor proporción de enfermedades coronarias y diabetes mellitus tipo II (DMII) en quienes tenían exceso de grasa en tronco y área abdominal (distribución androide o centrípeta), que aquellos en los cuales la grasa se depositaba tanto en piernas o nalgas (distribución ginoide o periférica). La primera de éstas, es típico, más no exclusivo, en el género masculino, caracterizándose por movilizar ácidos grasos libres y una asociación fuerte con la obesidad. Por el contrario, el otro tipo de distribución, que se puede ver en mayor porcentaje en mujeres, al parecer no presenta grandes alteraciones con el metabolismo de la glucosa. Debemos tener presente que, la cantidad de grasa o adiposidad, así como también aspectos propios de su distribución, van a estar influenciados por variables genéticas y/o ambientales, además de la edad y el género de los individuos⁴⁸.

Fisiológicamente, además está descrito que no es el exceso de peso corporal, dado por el IMC, sino el grado de adiposidad corporal lo que constituye un factor de riesgo importante, por lo cual la OMS, en algunas publicaciones también reconoce que los puntos de corte para definir sobrepeso y obesidad podrían no asociarse al mismo grado de adiposidad en diversas poblaciones⁴⁹.

Hasta la pubertad, tiempo en el cual las se dan las influencias hormonales, tanto mujeres como hombres no presentan diferencias visibles. Por lo general en las mujeres el peso y la talla son predominantemente bajos en relación a los varones de su misma edad. En lo que respecta a la composición corporal, como ya se mencionó, la diferencia específicamente se da

⁴⁸ Rebato E., Muñoz Ma. Jelenkovic A., Salces I., Índice de masa corporal y patrones de distribución de grasa en adultos de la CAV. Universidad del País Vasco. Fac. de CC y Tecnología. Bilbao. 2010.

⁴⁹ Fernández J M., Vayreda M., Casamitiana R., Saez M., Índice de masa corporal (IMC) y porcentaje de masa grasa: un IMC mayor de 27,5 kg/m² podría suponer obesidad en la población española. Girona. 2001

a nivel de la distribución de grasa corporal (Fig. 8), que además en las mujeres cumple una función para el mantenimiento normal de la función menstrual, y en deportistas, aunque la especialidad deportiva requiera niveles bajos de grasa, se debe priorizar su estado de salud⁵⁰.

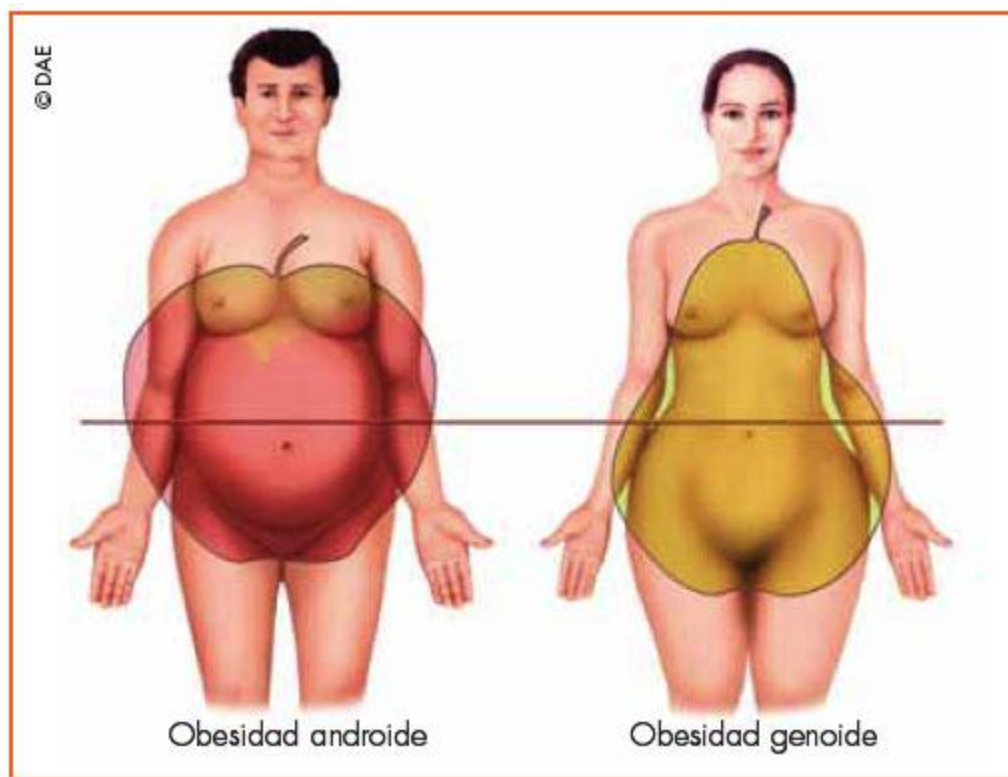


Figura 8. Ejemplos de distribución androide y gineicoide⁵¹

Es decir, que existe un porcentaje crítico de grasa corporal para no presentar ninguna irregularidad, que también dependerá de la región a la cual pertenece, por lo cual es importante analizar que este margen va a ser ampliado e individualizado para cada una de las atletas.

Como se puede observar en el cuadro anterior, La American Dietetic Association y el National Research Council, por el contrario, sitúan los valores en 25% para mujeres y en un 30% para los hombres, en cuanto a la relación con problemas de obesidad. La categoría de

⁵⁰ López J. Fernández A., Fisiología del Ejercicio/Physiology of Exercise. Aspectos fisiológicos del ejercicio físico en la mujer. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina. 2006. Pág. 640 – 641.

⁵¹ <http://nananorexibulimiaalteraciones3302.blogspot.com/2014/10/obesidad.html>

excelente se reserva para sujetos que compiten en deportes en el cual es mandatorio el control de grasa o supone una desventaja el tenerlo por encima de tal o cual nivel⁵².

Es por esta razón que la excesiva grasa corporal está asociada además a una reducción del rendimiento deportivo en actividades en las que la masa corporal debe ser desplazada a través del espacio. La velocidad, la capacidad de resistencia, el equilibrio y la habilidad se verán afectadas por un alto nivel de adiposidad. Sin embargo esta aseveración teórica, va a ver su excepción en deportes en los cuales el desplazamiento corporal no es importante, y estos son por ejemplo levantadores de grandes pesos, luchadores, etc.⁵³

2. DETERMINACIÓN DE LA GRASA CORPORAL

La bibliografía revisada en cuanto a composición corporal de los individuos nos muestra que ésta va a estar afectada por factores como la dieta, el crecimiento, el ejercicio físico enfermedades concomitantes, y medio ambiente.

Para tener una valoración objetiva, se han propuesto modelos de medición que involucra los diferentes compartimentos que nos conforman como seres humanos, es decir, componente graso y el libre de grasa, y dentro de este último la masa residual, peso óseo y masa magra.

La actividad física determina de una manera básica como están distribuidos los componentes corporales, que como se han visto en estudios realizados, van a influir directamente en el estilo y calidad de vida en la etapa adulta.

Lo importante para medición y posterior cálculo de estos compartimentos, no son en sí los instrumentos utilizados, sino lograr valores de referencia en cada población de estudio, según sexo, edad, etnia, hábitos alimenticios y actividad física con el propósito final de disminuir los índices de sobrepeso y obesidad⁵⁴.

⁵² Williams M., Nutrición para la salud, la condición física y el deporte. Peso y composición corporales para la salud y el deporte. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2002. Pág. 323.

⁵³ Wilmore J. Costill D. Fisiología del esfuerzo y del deporte. Peso corporal, composición corporal y deporte. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2007. Pág. 491 – 493.

⁵⁴ Díaz J., Espinosa O., Determinación del porcentaje de masa grasa, según mediciones de perímetros corporales, peso y talla: Un estudio de validación. Int. J. Morphol., 30(4):1604-1610, 2012.

3. MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

Existen muchos métodos para la determinación del porcentaje de masa grasa, y que varían en relación a la forma de trabajo y a la metodología utilizada y que se enlistan a continuación:

- Clasificación según la forma de trabajo:
 - Normativos-Descriptivos
 - Densimétricos – Extrapolativos
 - Proporcionales – Fraccionados
- Clasificación según la metodología:
 - Métodos directos
 - Métodos indirectos
 - Métodos doblemente indirectos.

Vamos a poner énfasis en éstos últimos, ya que en el presente estudio hemos utilizado éstas técnicas para la determinación de las variables a medir.

Los métodos doblemente indirectos resultan de “aplicar ecuaciones derivadas, a su vez de algún método otro método directo”, ejemplo de esto es la antropometría, y que son necesarias cuando de estudios en poblaciones amplias se refiere (Fig. 9)⁵⁵.

CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS ANTROPOMÉTRICOS (I).			CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS ANTROPOMÉTRICOS (II).			
DIRECTOS: Disección de Cadáveres.			DOBLEMENTE INDIRECTOS:			
INDIRECTOS:			T.O.B.E.C	B.E.I	N.I.R	ANTROPOMETRÍA
Físico-Químicos	Imagen	Densimetría				
Plemistografía.	Radiología Clásica	Pesada Hidrostática	Total	Body	Near	Ind. Obesidad y Masa Corp
Absorc. de gases.	Ultrasonidos.		Body			Modelo "4 Componentes"
Dilución Isotópica.		Volumen de H ₂ O desplazado.	Electrical	Electrical	Infrared	Modelo "2 Componentes"
Espectr. Rayos y	Tomografía Axial		Conductivity	Impedance	Reactance	Somatogramas.
Espectr. Fotónica	Computerizada					Somatotipo.
Activac. Neutrones	Resonancia Magn.					"Phantom"
Excrec. Creatinina					Ecuac. Regres. Lineales.	
					Ecuac. Regres. Generales	
					O'Scale	
					I	

Figura 9. Clasificación de los métodos de la estimación de la composición corporal.

Sillero M., Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Composición Corporal. Universidad Politécnica de Madrid. 2006.

⁵⁵ Sillero M., Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Composición Corporal. Universidad Politécnica de Madrid. 2006. Disponible en: <http://ocw.upm.es/educacion-fisica-y-deportiva/kinantropometria/contenidos/temas/Tema-5.pdf>

Centrando nuestra atención en la antropometría, debemos tomar en cuenta que, como cualquier área de la ciencia, se debe a protocolos y reglas de medición, que están normados por organismos tanto nacionales como internacionales.

Como tal, la diversidad antropométrica presenta una amplia gama de posibilidades, sin embargo supone una dificultad para la estandarización tanto de los sitios de medición como de las técnicas empleadas para el efecto.

La Sociedad Internacional para el Avance Cineantropométrico (ISAK), que tienen miembros pertenecientes a 50 países y que ha trabajado desde el año 1986, ha detallado en documentos de validez internacional los estándares antropométricos.

Para la determinación del porcentaje de masa grasa, la cual está regulada por la ISAK, tenemos varias herramientas que nos van a servir de ayuda para éste efecto, ya que según las mediciones específicas a evaluar, es necesario contar con el equipo adecuado, así:

- **Tallímetro:** lo ideal para la medición es un estadiómetro, usado para medir la estatura de pie y la altura sentado, sin embargo y como lo dice la norma, en evaluaciones de campo, de no poseerlo, es posible utilizar una cinta de carpintero, fijándola a una pared y comprobando la altura y la posición vertical junto con una escuadra de 90°.
- **Balanza:** como instrumento para la medición del peso, la cual debe tener una precisión cercana a los 100 g. Es de fácil transporte y por lo tanto utilizadas de manera general en el campo de medición.
- **Cinta Antropométrica:** Para la medición se debe procurar que la cinta no sea extensible, flexible, su ancho no mayor a 7 mm., poseer un zona (área en blanco) de por lo menos 4 cm. antes de la línea de cero, con una longitud de 1,5 metros como mínimo y con escalas en centímetros con graduaciones milimétricas.



- **Calibre para pliegues cutáneos:** Los calibres (plicómetro) requiere una compresión constante de 10 g.mm⁻² en todo el rango de mediciones. Si bien la ISAK no recomienda uno específico, el único plicómetro plástico con el cual los antropometristas de esta sociedad han encontrado resultados comparables, aunque no idénticos a los Harpenden (mayormente utilizados por los miembros de la ISAK), ha sido el plicómetro Slim Guide.



- **Calibre deslizante pequeño:** este calibre es utilizado para la medición de los diámetros biepicondíleo del húmero y del fémur, así como la de otros pequeños diámetros óseos. Para considerarlo una herramienta confiable, debe tener por lo menos 10 cm de rama, un ancho de cada rama de 1,5 cm y poseer una exactitud de 0,05 cm.



4. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS BÁSICAS

La evaluación exacta de las medidas antropométricas puede resultar difícil, por lo que se debe ser cuidadoso, poniendo atención a la técnica de medición exacta, para obtener resultados deseados.

Conforme al **protocolo ISAK**, las medidas deben ser tomadas en el lado derecho del sujeto, sin embargo, y como han concluido varios estudios, no existe diferencia significativa si se toma indistintamente del lado izquierdo como el derecho.

- **Masa Corporal:** Es la cantidad de materia en el cuerpo la cual se calcula en relación del peso, es decir la fuerza que la materia ejerce en un campo de gravedad estándar.
- **Estatura:** La distancia existente entre el plano transversal del Vertex y los bordes inferiores de los pies.
- **Pliegues cutáneos:** para que tengan la exactitud y precisión deseada, se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:
 - El calibre de pliegues cutáneos debe medir con la exactitud la distancia entre el centro de las superficies de contacto utilizando las ramas cortas del calibre.
 - El calibre debe estar en cero.
 - Marcar correctamente el lugar anatómico para la medición.
 - El pliegue cutáneo se toma en el sitio marcado.
 - Evitar el incorporar tejido muscular subyacente en la medición.
 - El borde más cercano de las caras de contacto del calibre de pliegues cutáneos debe ser aplicado a 1 cm de distancia del borde del dedo pulgar y el índice.
 - Sostener el calibre en ángulo de 90° con respecto a la superficie del pliegue
 - La lectura de la medición se registra dos segundos después de haber aplicado la presión total del calibre.

4. 1. MEDICIÓN DE LOS PLIEGUES CUTÁNEOS



- **Tríceps:** tomada en la línea paralela del eje longitudinal del brazo en el sitio del pliegue cutáneo del tríceps.



- **Subescapular:** Tomada con el pliegue que se desplaza en una dirección oblicua hacia abajo en el sitio del pliegue Subescapular.



- **Cresta Ilíaca:** tomada horizontalmente cercana a la ubicación del pliegue de la cresta ilíaca.



- **Abdominal:** tomado verticalmente en la ubicación del pliegue cutáneo abdominal.



- **Pantorrilla Medial:** tomado verticalmente en el sitio del pliegue medial de la pierna.

4. 2. MEDICIÓN DE PERÍMETROS



- **Brazo flexionado y contraído:** Es la circunferencia perpendicular al eje longitudinal del brazo a nivel del mayor perímetro del bíceps contraído, cuando el brazo es elevado anteriormente a la horizontal.



- **Pantorrilla:** Circunferencia de la pierna en el nivel del sitio del pliegue de la pantorrilla medial, perpendicular a su eje longitudinal.

4. 3. MEDICIÓN DE DIÁMETROS



- **Biepicondilar del húmero:** Distancia lineal entre la cara más lateral del epicóndilo humeral lateral y la cara más medial del epicóndilo medial.



- **Biepicondilar del fémur:** Distancia lineal entre la cara más lateral del epicóndilo femoral lateral y la cara más medial del epicóndilo femoral medial⁵⁶.



- **Biestiloideo:** Distancia entre las apófisis estiloides del radio y del cúbito. El brazo estará extendido y la mano en dorsiflexión al tomar la medida⁵⁷.

⁵⁶ Sociedad Internacional para el Avance Cineantropométrico (ISAK), Marfell M., Stewart A., Lindsay JE., Estándares Internacionales para la Evaluación Antropométrica. Nueva Zelanda. 2008. Traducido al español por Sergio Córdova y Alejandro Vicente.

⁵⁷ Palavecino N., Nutrición para el alto rendimiento. LibrosEnRed. Agosto 2002. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=wuS51UXmJMYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summar_y_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

CAPÍTULO 4

1. DETERMINACIÓN DEL PERFIL ANTROPOMETRICO

El perfil antropométrico es el “conjunto de datos de las medidas corporales básicas de una población estudiada”⁵⁸. Así, el tamaño del cuerpo, el somatotipo y la composición corporal son factores determinantes en la aptitud física de un individuo.

En lo que respecta al tamaño del cuerpo, tanto el peso como la estatura (talla), son los que han sido extensamente utilizados, para marcar estándares en los diferentes grupos poblacionales, con el cálculo del IMC, así como también variables fisiológicas, como por ejemplo la VO₂ máx., mientras que el grosor de los pliegues cutáneos, que como ya se vio en párrafos anteriores, su determinación está a menudo ligada a la estimación de la composición corporal⁵⁹.

1.1 PESO Y TALLA

El **peso**, según el Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, es Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo⁶⁰. Sin embargo para nuestra área de estudio, el peso corporal es una medida de la masa corporal. Es una medida que refleja, la composición de muchos tejidos que, a menudo, varían independientemente.

La estatura (**talla**) o altura es una medición lineal desde cualquier superficie plana donde se está parado hasta el vértex (parte más alta del cráneo), compuesto por dimensiones lineales⁶¹.

1.2. ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC)

El índice de masa corporal (IMC) es la relación que existe entre el peso corporal, medido en kilogramos y la altura, en metros, al cuadrado (Kg/m²). En la clasificación del riesgo para la salud, está establecido que las personas desproporcionalmente pesadas lo son

⁵⁸ Sociedad de Ergonomistas de México, A.C. Universidad de Guanajuato. Memorias del VI Congreso Internacional de Ergonomía. 2004. Pág. 78-88. Disponible en: <http://www.semec.org.mx/archivos/6-16.pdf>

⁵⁹ Robert M Malina (1995). *Antropometría*. PubliCE Standard. Disponible en: <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/antropometria-718>

⁶⁰ Real Academia Española de la Lengua. Edición 22°. 2001. Disponible en: <http://lema.rae.es/drae/?val=peso>

⁶¹ Op. Cit. Palavecino N. Pág. 39

porque presentan un exceso de masa adiposa (grasa)⁶², por los que éste se convierte en un indicador simple que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos⁶³.

Sin embargo, el IMC, puede no corresponder directamente a los grados de gordura en diferentes poblaciones debido, en parte, a los diferentes compartimentos del cuerpo.

La actual clasificación de la OMS (Tabla 3.) en lo que respecta al IMC (BMI, Body Mass Index)⁶⁴, se presenta a continuación:

Classification	BMI(kg/m ²)	
	Principal cut-off points	Additional cut-off points
Underweight	<18.50	<18.50
Severe thinness	<16.00	<16.00
Moderate thinness	16.00 - 16.99	16.00 - 16.99
Mild thinness	17.00 - 18.49	17.00 - 18.49
Normal range	18.50 - 24.99	18.50 - 22.99
		23.00 - 24.99
Overweight	≥25.00	≥25.00
Pre-obese	25.00 - 29.99	25.00 - 27.49
		27.50 - 29.99
Obese	≥30.00	≥30.00
Obese class I	30.00 - 34.99	30.00 - 32.49
		32.50 - 34.99
Obese class II	35.00 - 39.99	35.00 - 37.49
		37.50 - 39.99
Obese class III	≥40.00	≥40.00

Tabla 2. Clasificación Internacional de bajo peso, sobrepeso y obesidad de acuerdo al IMC

Fuente: Adaptado de WHO, 1995, WHO, 2000 and WHO 2004

⁶² Heyward V. Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. Editorial Médica Panamericana. 5^o edición. Madrid. España. 2008.

⁶³ OMS. Obesidad y Sobrepeso. Nota descriptiva N°311. Enero de 2015. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

⁶⁴ World Health Organization (WHO). BMI Classification. Global Data Base on Body Mass Index. Disponible en: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html

1. 3. SOMATOTIPO

Este término, acuñado desde los años 40's por Sheldon, Stevens y Tucker, lo definieron como “la cuantificación de los tres componentes primarios del cuerpo humano que configuran la morfología del individuo, expresado en tres cifras”⁶⁵.

El somatotipo (Tabla 4) de un individuo por tanto va a corresponder a la contribución de tres componentes:

- El primer componente es el **endomorfo** o componente de predominio de la grasa.
- El segundo componente es el **mesomorfo** o componente donde existe un predominio músculo-esquelético.
- El tercer componente es **ectomorfo** o componente donde existe un predominio de la linealidad⁶⁶.

Heath – Carter, desarrollaron el método para que con las mediciones indicadas, y algoritmos de estimación para los componentes mencionados, se puedan obtener los datos respectivos para luego ser identificados en la **somatocarta**⁶⁷, que es un gráfico dividido por tres ejes que se interceptan en el centro formando ángulos de 120°, y que fue desarrollado por Reauleaux e introducido por Sheldon⁶⁸ (Fig. 10), así:

⁶⁵ <http://www.cienciaydeporte.net/numeros-anteriores/no-4/26-articulos/65-articulo.html?start=8>

⁶⁶ Sirvent J E., Garrido R., Valoración Antropométrica de la Composición Corporal. Cineantropometría. Publicaciones Universidad Alicante. Pág. 114.

⁶⁷ Malina R. Antropometría. Artículo publicado en el journal [PubliCE Standard](http://g-se.com/es/antropometria/articulos/antropometria-718) del año 1995. Disponible en: <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/antropometria-718>

⁶⁸ <http://www.cienciaydeporte.net/numeros-anteriores/no-4/26-articulos/65-articulo.html?start=8>.

Componente del Somatotipo	Procedimiento para la Estimación
Endomórfico	$-0.7182 + 0.1451 * (X) - 0.00068 * (X^2) + 0.0000014 * (X^3)$ donde X es la sumatoria de los pliegues cutáneos tricipital, subescapular y suprailíaco (sobre la espina ilíaca anterior superior). Cuando X es multiplicado por el coeficiente 170.18/estatura en cm, se genera el componente endomórfico corregido por la estatura
Mesomórfico	$(0.858 * \text{Diámetro Biepicondilar de Húmero}) + (0.601 * \text{Diámetro Bicondilar}) + (0.188 * \text{circunferencia del brazo corregida}) + (0.161 * \text{circunferencia de pantorrilla corregida}) - (\text{estatura} * 0.131) + 4.50$ La circunferencia del brazo corregida es simplemente la circunferencia del brazo en flexión máxima (cm) - pliegue cutáneo tricipital (cm), mientras que la circunferencia de la pantorrilla corregida es la circunferencia de la pantorrilla (cm) - pliegue cutáneo de la pantorrilla medial (cm)
Ectomórfico	$\text{Cociente A/P} * 0.732 - 28.58$ donde el cociente A/P es la altura (cm) / la raíz cúbica del peso (kg). Si cociente A/P < 40.75 , pero > 38.25 , Ectomorfismo = $C \text{ A/P} * 0.463 - 17.63$, Si cociente A/P ≤ 38.025 , se le asigna al ectomorfismo un valor 0.1

Tabla 4. Estimación del Somatotipo con el Método Antropométrico de Heath – Carter.
Disponible en: <http://www.cienciaydeporte.net/numeros-antiores/no-4/26-articulos/65-articulo.html?start=8>

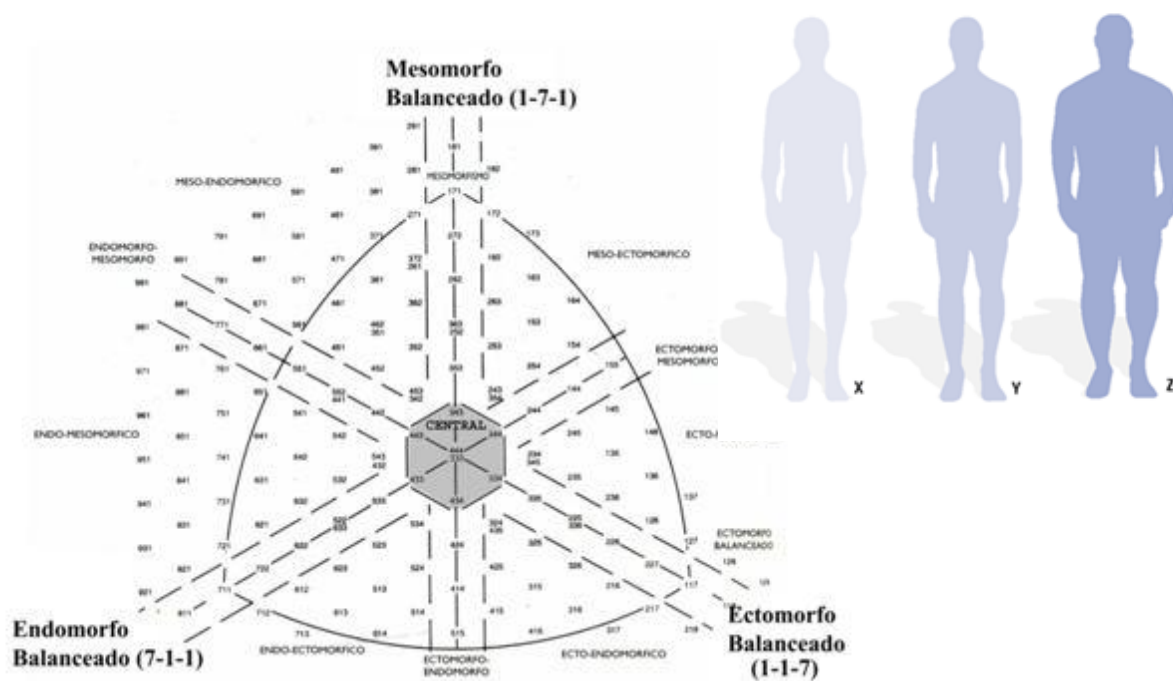


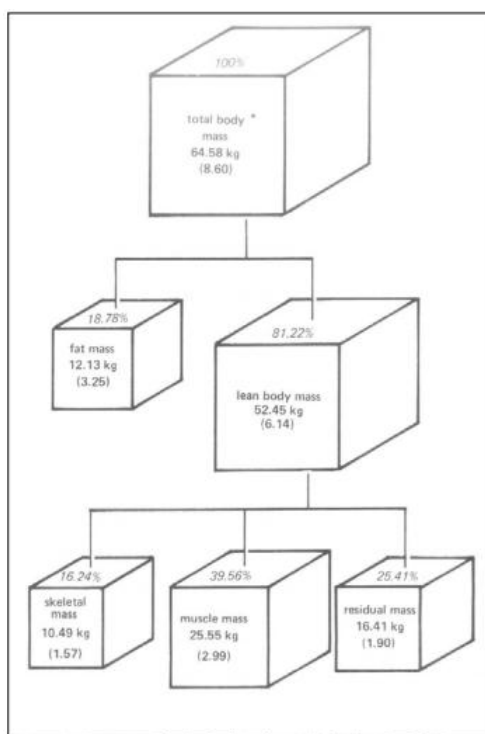
Figura 10. Somatocarta diseñado por Franz Reuleaux (1829-1905) ingeniero y matemático alemán⁶⁹

⁶⁹ Baldayo M., Steele S., Somatotipo y Deporte. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 15, N° 154, Marzo de 2011. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd154/somatotipo-y-deporte.htm>

1.4 COMPONENTES CORPORALES

La utilización de medidas corporales y el sistema de cálculo, que ha sido aplicado con éxito en diferentes muestras, es un método simple y poco costoso, tomando en cuenta que se debe utilizar protocolos de medición estándar, los mismos que son validados por la ISAK⁷⁰.

El modelo propuesto para el cálculo antropométrico se basa en el fraccionamiento de 5 componentes corporales (Fig. 11), el mismo que fue desarrollado por varios autores, Jindrich Matiegka (1921), continuado por D.T. Drinkwater con su modelo de 4 componentes o fracciones, sin dejar de lado a la táctica Phantom, propuesta por Ross y Wilson (1974) y modificada posteriormente por Ross y Ward (1982)⁷¹, a saber:



1. Piel (componente diferenciado)
2. Tejido Adiposo
3. Tejido Muscular
4. Tejido Óseo
5. Tejido Residual

Figura 11. Fraccionamiento de 5 componentes corporales. Tomado de: Sillero M., Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte⁷²

⁷⁰ Op. Cit. Sivert J E. Pág. 42.

⁷¹ Ross W., Kerr D., (1993). *Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva*. PubliCE Standard.
<http://g-se.com/es/antropometria/articulos/fraccionamiento-de-la-masa-corporal-un-nuevo-metodo-para-utilizar-en-nutricion-clinica-y-medicina-deportiva-261>

⁷² Op. Cit. Sillero M. Pág. 31

El modelo fraccional de cinco masas, se basa en tejidos definidos anatómicamente y con los cuales, mediante ecuaciones se determinará cuantitativamente a cada uno de ellos.

1.4.1. Masa de piel

Este valor se calculará en base del peso y la talla corporal, por ser una forma indirecta de cuantificación, ya que la manera ideal y directa de para su determinación fue realizada en modelos cadavéricos⁷³.

1.4.2. Masa de tejido adiposo

Para el cálculo del tejido adiposo, de manera porcentual, existen una gran variedad de fórmulas que pueden ser utilizadas, sin embargo la más común es la ecuación de Faulkner derivada de la Yugasz⁷⁴:

$$\% \text{ Graso} = \Sigma 4 \text{ plg (t se si a)} \times 0.153 + 5.783$$

Donde:

% Graso: % graso según la fórmula de Yugasz, modificada por Faulkner.

Σ 4 plg: Sumatorio de 4 pliegues cutáneos:

t: tríceps.

se: Subescapular.

si: Suprailíaco.

a: Abdominal.

1.4.3. Masa Muscular

La determinación matemática del peso de la masa muscular viene dada por la propuesta básica de Matiegka, ya que, de igual manera, la fórmula más compleja se deriva de la disección de cadáveres en Bélgica y diseñada por el Dr. Martin (1964).

⁷³ Op. Cit. Ross W. Pág. 44

⁷⁴ Garrido R., González M., Índice de masa corporal y composición corporal. Un estudio antropométrico de 2500 deportistas de alto nivel. Revista Digital. Año 10. N° 76. 2004. Buenos Aires. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd76/antrop.htm>

$$\text{Peso muscular (Kg)} = P \text{ total} - (\text{PG} + \text{PO} + \text{PR})$$

Donde:

P Total: Peso total

PG: Peso graso

PO: Peso Óseo

PR: Peso Residual

1.4.4. Masa Ósea

La ecuación para el cálculo del peso óseo fue desarrollada por Von Döblen en 1956, y que posteriormente sería modificada por Rocha en 1974, la misma que da lugar a un modelo de los 3 componentes:

$$\text{Peso óseo (Kg)} = 3.02 \times (\text{T}^2 \times \text{D E} \times \text{D F} \times 400)^{0.712}$$

Donde:

T: Talla o estatura

D E: Diámetro estiloideo

D F: Diámetro biepicondileo del fémur

1.4.5. Masa residual

La masa residual, que corresponde a órganos, líquido, etc., se halla por medio de las constantes propuestas por Wurch en 1974, que dentro de las fórmulas utilizadas es la que

menos se ayuda de determinaciones antropométricas, tomando en cuenta que no hay mayor fiabilidad que esta, hasta la actualidad⁷⁵.

$$\begin{aligned} \text{Masa residual (Kg)} &= \text{Pt} \times 24.1 / 100 (\text{hombres}) \\ \text{Masa residual (Kg)} &= \text{Pt} \times 20.9 / 100 (\text{mujeres}) \end{aligned}$$

Donde:

Pt: peso corporal

Con la determinación cuantitativa de cada una de las variables detalladas anteriormente, ya se puede iniciar la creación de un perfil antropométrico básico de los sujetos en estudio.

⁷⁵ Garrido R., González M. Expósito I., Comparación de las fórmulas de Lee y Martin para el cálculo de masa muscular de 3125 deportistas de alto nivel. Revista Digital. Año 10. N° 82. Buenos Aires. 2005. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd82/compara.htm>

CAPÍTULO 5

1. CAPACIDAD AERÓBICA

Se define como la *capacidad de llevar a cabo un ejercicio de baja intensidad durante un período de tiempo prolongado*, el mismo que está influenciado directamente por el sistema de transporte de oxígeno, la capacidad de uso del mismo para la síntesis de ATP, la movilización y utilización de sustratos, termorregulación, factores metabólicos y fisiológicos.

El principal efecto de este tipo de actividad se ve a nivel de la salud cardiovascular, la cual se logra mediante actividad física de tipo aeróbica y una condición física cardiorrespiratoria adecuada⁷⁶.

Otros autores relacionan estrechamente los términos capacidad cardiovascular, cardiorrespiratoria y aptitud aeróbica con la capacidad aeróbica, utilizando los términos indistintamente, por lo que se puede establecer otra definición, así: *capacidad de los sistemas circulatorio y respiratorio para suministrar el oxígeno necesario para el trabajo muscular prolongado*⁷⁷.

2. MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD AERÓBICA

La capacidad aeróbica, la misma que ha sido objeto de muchas investigaciones, es considerada como una medida fisiológica que pronostica el rendimiento físico de larga duración y de manera indirecta evalúa la funcionalidad de los distintos sistemas del organismo que se involucran en el transporte de oxígeno y sin lugar a duda es la base de los programas de preparación físico – atlética.

Para la medición al sujeto de estudio, se lo hace con base en el *consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.)*, que se define como *la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo* y se expresa en función de

⁷⁶ Casimiro A., Delgado M., Fernández M., Águila C., Actividad física, educación y salud. Condición física, actividad física habitual, y su relación con la salud. Editorial Universidad de Almería. Almería. España. 2014. Pág. 120.

⁷⁷ Kokkinos P., Physical Activity and Cardiovascular Disease Prevention. Basic Concepts of Physical Activity and Nutrition. Jones and Bartlett Publishers. United States of America. 2010. Pág. 22

ml/kg-1/min-1⁷⁸, el mismo que puede realizarse por medio de procedimiento **directos**, en los cuales se evalúa al individuo mientras se halla conectado a un sistema analizador de gases y la realización de esfuerzos progresivos, y procedimientos **indirectos**, en los cuales a través de ejercicios máximos o submáximos, se calcula el potencial total aplicando relaciones ya establecidas, con variables ya establecidas (frecuencia cardíaca, carga de trabajo, etc.).

La maleabilidad de la capacidad aeróbica tiene interés práctico para los miembros de élite de las fuerzas armadas, élite deportiva y por cualquier persona involucrada en la actividad y el ejercicio físico⁷⁹.

- **Pruebas directas:** pruebas de esfuerzo que se prolongan hasta el agotamiento y que se realizan con la ayuda de aparatos ergométricos (bicicleta, tapiz rodante) con el respectivo monitoreo y registro de las funciones cardíaca y respiratoria, además de la medición directa del oxígeno consumido por el individuo, el CO₂, ventilación pulmonar y algunos volúmenes y capacidades respiratorias lo cual se obtiene mediante sistemas espirométricos de circuito cerrado o abierto.
- **Pruebas Indirectas:** la principal causa para el uso de estas técnicas, viene dada por el alto costo y la imposibilidad de contar con los equipos para la estimación directa, lo cual impulsó a investigadores a diseñar procedimientos más simples, de ejecución más fácil, bajo costo, mínima implementación, pero que cuentan con el mismo índice de validez, para luego desarrollar tablas que, tomando en cuenta la relación consumo de oxígeno/carga de trabajo, se pudieron acoplar para facilitar el cálculo de las equivalencias de las mismas⁸⁰.

Es importante destacar que dentro de los estudios realizados, los investigadores observaron que el VO₂ máx. es aproximadamente un 10% más elevado cuando se evalúa en un tapiz rodante en comparación con la bicicleta ergométrica. De igual manera se encuentran diferencias entre el VO₂ máx. y el Umbral Lactato (UL) determinado de forma indirecta,

⁷⁸ Mouche M., Determinación de una nueva forma de evaluación de consumo máximo de oxígeno en deportes acíclicos. Aplicación específica en básquetbol. Centro de Estudios de Educación Física. Buenos Aires. Argentina. Disponible en: <http://g-se.com/uploads/biblioteca/6781.pdf>

⁷⁹ Moxnes J., Comparing VO₂ máx Improvement in five training methods. Adv. Studies Theror. Phys., Vol 6. 2012, no. 19, 931 – 957. Disponible en: <http://www.m-hikari.com/astp/astp2012/astp17-20-2012/hauskenASTP17-20-2012-2.pdf>

⁸⁰ Martínez E., La Capacidad Aeróbica. Educación Física y Deporte. Medellín. 1985

siendo este un 13% más bajo en el cicloergómetro que en el tapiz rodante. Al parecer el VO2 máx. puede determinarse con mayor exactitud en protocolos que duran entre 8 y 12 minutos con intervalos de trabajo más cortos y reducidos o una rampa⁸¹.

Centramos nuestra atención en éstos últimos métodos para la estimación de la capacidad aeróbica (VO2 máx.), los mismo que desde que fueron desarrollados, en su gran mayoría, no han sufrido cambios tanto en la aplicación, registro, análisis y resultados obtenidos al final de los mismo.

Existen varias pruebas que son utilizadas por la gran mayoría de especialistas, sin importar una diferenciación entre los deportes cíclicos o acíclicos.

- **Test Course Navette:** diseñado por el Dr. Luc Leger y cuyo objetivo es valorar la potencia aeróbica y determinar el VO2 máx. mediante un recorrido lineal de 20 m a velocidad incremental que es dada por una señal acústica. La prueba concluye cuando el deportista no es capaz de mantener el ritmo de carrera impuesto por la señal⁸².
- **Yo-Yo test:** diseñado por el Dr. Jens Bangsbo, fundamenta su importancia en la evaluación a los deportistas intervalados o acíclicos (fútbol, tenis, hándbol, básquetbol, etc.) y que consiste en recorrer una distancia de 20 m a velocidad incremental dada por una señal sonora. El número de repeticiones en cada velocidad y la ecuación de predicción son las principales diferencias entre éste test y el de course navette^{83 84}.
- **Test de Cooper:** diseñado por el Dr. Kenneth Cooper, el mismo que da un valor de VO2 máx. en términos de tiempo y distancia. Esta es una de las pruebas más utilizadas en sujetos físicamente activos, y que para su desarrollo se tomó a más de 30000 cadetes de la Fuerza Aérea Americana y a partir de la que se pudo confeccionar las tablas de referencia. La prueba consiste en una carrera de 12 minutos de duración en la cual los participantes deben recorrer la mayor distancia posible, al ritmo más rápido que sean capaz de mantener, a través de una pista de atletismo de 400 metros. Se debe

⁸¹ American College Of Sports Medicine. Manual de Consulta para el Control y la Prescripción del Ejercicio. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2008.

⁸² Mudarra J., Solana A., Temario General para Oposiciones. Monitor Deportivo. Editorial Mad. Sevilla. España 2002

⁸³ Op. Cit. Mouche M. Pág 49

⁸⁴ Ballordo E. Entrenamiento deportivo. Yo-yo test y Course Navette. 2010. Disponible en: <https://entrenamientodeportivo.wordpress.com/2010/01/04/yo-yo-test-y-course-navette/>

tomar en cuenta que el participante debe realizar un calentamiento previo, para evitar lesiones durante la prueba^{85 86}.

Las siguientes tablas muestran la interpretación de la prueba luego de finalizada, en relación a la edad de la persona y el género (Tabla 5 y 6) y posteriormente la tabla correspondiente para deportistas profesionales (Tabla 6).

Clasificación	Vueltas*	Millas	VO ₂ (ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹)
Varones			
Excelente	38.8 o más	1.75 o más	51.6 ó mayor
Bueno	26.4 - 30.7	1.50 - 1.74	42.6 - 51.5
Promedio	22.0 - 26.3	1.25 - 1.49	33.8 - 42.5
Pobre	21.9 o menos	1.24 ó meno	33.7 o menos
Mujeres			
Excelente	29.0 o más	1.65 o más	-----
Bueno	23.8 - 28.9	1.35 - 1.65	-----
Promedio	20.2 - 23.7	1.15 - 1.35	-----
Pobre	20.1 o menos	1.14 o menos	-----

* Suponiendo que 17.6 vueltas equivale a una (1) milla.

Tabla 5. Clasificación de la Aptitud Aeróbica por la Prueba de Cooper de 12 minutos

Fuente: Prueba Aeróbica (caminar-correr) de Cooper de 12 minutos. Edgar Lopategui. 2012. Disponible en: http://www.saludmed.com/LabFisio/PDF/LAB_F17-Cooper_12_Minutos.pdf

⁸⁵ Op. Cit. Mouche M. Pág. 49

⁸⁶ Ortega R. Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención a la salud. La forma física y su mantenimiento. Ediciones Díaz de Santos. Madrid. España. 1992. Pág. 67.

Clasificación	GRUPO DE EDADES					
	13 - 19	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	Sobre 60
Varones						
Muy Pobre	< 1.30	< 1.22	< 1.18	< 1.14	< 1.03	< 0.87
Pobre	1.30-1.37	1.22-1.31	1.18-1.30	1.14-1.24	1.03-1.16	0.87-1.02
Promedio	1.38-1.56	1.32-1.49	1.31-1.45	1.25-1.39	1.17-1.30	1.03-1.20
Bueno	1.57 - 1.72	1.50-1.64	1.46-1.56	1.40-1.53	1.31-1.44	1.21-1.32
Excelente	1.73 - 1.86	1.65-1.76	1.57-1.69	1.54-1.65	1.45-1.58	1.33-1.55
Superior	> 1.52	> 1.46	> 1.40	> 1.35	> 1.31	> 1.19
Mujeres						
Muy Pobre	< 1.0	< 0.96	< 0.94	< 0.88	< 0.84	< 0.78
Pobre	1.00-1.18	0.96-1.11	0.95-1.05	0.88-0.98	0.84-0.93	0.78-0.86
Promedio	1.19-1.29	1.12-1.22	1.06-1.18	0.99-1.11	0.94-1.05	0.87-0.98
Bueno	1.30-1.43	1.23-1.34	1.19-1.29	1.12-1.24	1.06-1.18	0.99-1.09
Excelente	1.44-1.51	1.35-1.45	1.30-1.39	1.25-1.34	1.19-1.30	1.10-1.18
Superior	> 1.52	> 1.46	> 1.40	> 1.35	> 1.31	> 1.19

Tabla 6. Prueba de 12 minutos de Cooper. Escala de Clasificación Distancia (millas) Recorridas durante 12 minutos.

Fuente: Prueba Aeróbica (caminar-correr) de Cooper de 12 minutos. Edgar Lopategui. 2012. Disponible en: http://www.saludmed.com/LabFisio/PDF/LAB_F17-Cooper_12_Minutos.pdf

	Muy bueno	Bueno	Normal	Malo	Muy malo
Hombres	3700+ m	3400 – 3700 m	3100 – 3399 m	2800 – 3099 m	2800- m
Mujeres	3000+ m	2700 – 3000 m	2400 – 2699 m	2100 – 2399 m	2100- m

Tabla 7. Test de Cooper para deportistas profesionales

Tomado de: Test de Cooper. Disponible en: <https://franciscomate.files.wordpress.com/2013/03/test-de-cooper6.pdf>

La ecuación para determinar el VO₂ máx. según el Test de Cooper es la siguiente:

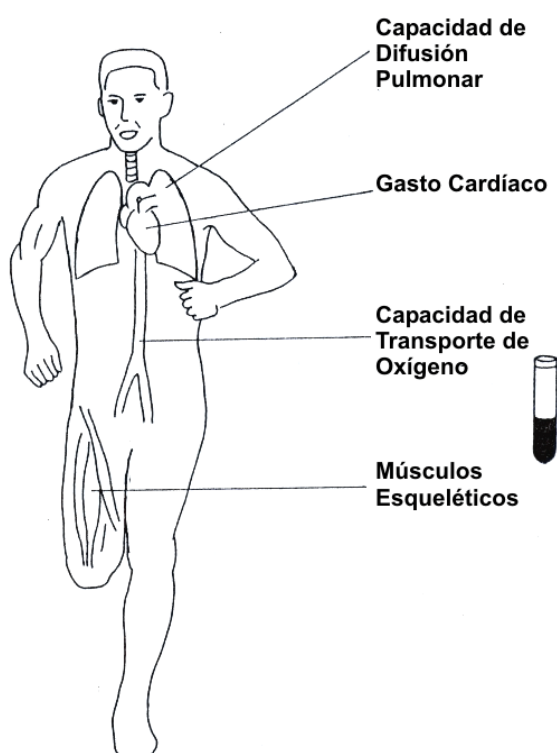
$$\text{VO}_2 = 22,351 \times \text{Distancia (km)} - 11,288 \text{ ó } \text{VO}_2 = \text{distancia recorrida} - 504/45$$

La evaluación permite por tanto obtener y manejar información en cualquier momento (antes, durante y después) con el fin de mejorar de forma constante el proceso y los resultados, además de permitir un reajuste constante de los objetivos hacia la excelencia en el rendimiento del deportista, tanto en entrenamiento como en competición.

3. FACTORES LIMITANTES DEL MÁXIMO CONSUMO DE OXÍGENO

El máximo consumo de oxígeno al ser una variable fisiológica y que depende de muchos sistemas, potencialmente cada uno de estos pueden impedir el potencial flujo de oxígeno (O_2) y por ende influir en el valor del mismo.

Se determinan 4 factores (3 “centrales” y 1 “periférico”) fisiológicos que podrían limitar el VO_2 máx., y que se describen brevemente en los párrafos siguientes:



- **Sistema Respiratorio:** bajo ciertas circunstancias, se puede ver una limitación a este nivel. Varios investigadores encontraron que atletas entrenados tiene probabilidad de desaturar durante el trabajo máximo, dado porque existe un mayor gasto cardíaco, lo que conduce a una disminución del tránsito de células rojas en los capilares pulmonares, con la consecuencia de haber insuficiente tiempo para saturar la sangre con O_2 , antes de que salga de los capilares pulmonares, situación que puede ser salvaguardada en atletas altamente entrenados (no en sujetos normales) con aire enriquecido con O_2 .

- **Gasto Cardíaco Máximo:** Debemos partir de la premisa de que la eyección cardíaca alcanza su máximo nivel antes que el consumo de O_2 (VO_2), sin embargo en deportistas esta relación puede llegar simultáneamente. Investigaciones realizadas señalan que durante el ejercicio máximo la circulación sanguínea crece de manera proporcional al incremento de la VO_2 máx. en los músculos activos, hasta un porcentaje “meseta” de potencia, ya que existe un momento crítico en el cual, así la carga llegue a un estado crítico (máximo) solo conllevará un crecimiento leve del flujo sanguíneo, luego de lo cual existe una disminución del volumen sistólico como resultado del aumento de la frecuencia cardíaca y el déficit de aporte diastólico en los ventrículos.

- **Capacidad de transporte de oxígeno:** El contenido de hemoglobina de la sangre, el cual da cuenta del transporte de O₂ a los músculos, es una manera de alterar la capacidad aeróbica. La manera por la cual se puede llegar a esto, es mediante el *doping sanguíneo* (remoción, almacenamiento, y reinfusión), mediante el cual se incrementa de manera artificial el volumen de células rojas. Debemos tomar en cuenta que este tipo de técnicas están prohibidas por el Comité Olímpico Internacional (COI), y los riesgos potenciales, incluso sin considerar los aspectos legales, morales y éticos, sobrepasan cualquier beneficio.
- **Limitantes del músculo esquelético:** se puede hablar de que la limitación se puede dar tanto *nivel mitocondrial* como a nivel de la *densidad capilar*. En el primer aspecto la conclusión a la cual llegan varios investigadores es que el VO₂ máx. es una propiedad de distribución, dependiente de la interacción del transporte de O₂ y la captación de O₂ mitocondrial, sin embargo no se puede determinar cual es la función que limita esta capacidad aeróbica. En el segundo aspecto, se ha demostrado que la densidad capilar se incrementa con el entrenamiento, sin embargo esto no ayuda para mantener el flujo sanguíneo, sino que mantiene o prolonga el tiempo medio de tránsito, mejorando el transporte de O₂ y por ende una mayor extracción de oxígeno (diferencia a.v de O₂) aún cuando se presente una tasa alta de flujo sanguíneo muscular^{87 88}.

4. IMPORTANCIA DEL TRABAJO DE LA CAPACIDAD AERÓBICA

Debemos tener en cuenta que el objetivo del trabajo o entrenamiento de la capacidad aeróbica es lograr adaptaciones sistémicas, habituarlos al trabajo físico general o de tipo específico, y de igual manera para la prevención de enfermedades.

Estas adaptaciones al entrenamiento aeróbico están establecidas por el Colegio Americano de Medicina Deportiva, las mismas que están demostradas científicamente y completamente tangibles, así

⁸⁷ David R Bassett y Edward T Howley (2000). *Factores Limitantes del Máximo Consumo de Oxígeno y Determinantes del Rendimiento de Resistencia*. PubliCE Premium. <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/factores-limitantes-del-maximo-consumo-de-oxigeno-y-determinantes-del-rendimiento-de-resistencia-281>

⁸⁸ Sergejevich V., Dmitriyevich V., *Fisiología del Deportista. Factores limitantes del rendimiento especial de los deportistas*. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 1995. Pág. 115 - 130

- Incremento del tono parasimpático o disminución del tono simpático, dando como resultado una **reducción de la frecuencia cardiaca** en reposo y durante el ejercicio submáximo.
- Incremento del tamaño del **ventrículo izquierdo** (incremento proporcional en el grosor de la pared y el diámetro de la cámara), y que a nivel fisiológico se traduce en un incremento del volumen de eyección (volumen sistólico) en reposo y durante ejercicio submáximo y máximo.
- Incremento del volumen por minuto cardiaco.
- Incremento del **volumen de plasma sanguíneo**
- Incremento de la ventilación durante el ejercicio máximo y disminución de la misma durante el ejercicio submáximo (significa una mejora en la economía respiratoria)
- Disminución de la resistencia al flujo de sangre en músculos entrenados- reducción de la tensión arterial en reposo y durante el ejercicio submáximo
- Aumento del número de **capilares sanguíneos** – reducción de la distancia de difusión del oxígeno
- Incremento de la mioglobina en las células musculares, lo que supone un **aumento en el transporte de oxígeno a las mitocondrias**
- Aumento sustancial de mitocondrias y enzimas asociadas
- **Mayor utilización de la grasa como fuente de energía.** Esto conlleva un ahorro del glucógeno y un aumento de la resistencia durante ejercicio con carga submáxima.
- **Aumento de la sensibilidad a la insulina**
- Incremento del lavado del lactato por los órganos – esto supone un **aumento del umbral de lactato y una mayor tolerancia al esfuerzo de alta intensidad**
- Aumento de las reservas de ATP, Fosfocreatina y glucógeno⁸⁹.

⁸⁹ Swain D., Leutholtz B., Exercise prescription: a case study approach to the ACSM guidelines. 2007. Human Kinetics. United States of America. Second Edition. 2007.

La medición de la aptitud cardiorrespiratoria debe ante todo considerar las complejas variables fisiológicas, cardiovasculares, ventilatorias y metabólicas, que determinan y expresan su capacidad de tolerar esfuerzos físicos, para comprender y superar la estrecha relación entre capacidad aeróbica y el consumo de oxígeno.

CAPÍTULO 6

1. APROXIMACIÓN AL BIOTIPO DEL POLICÍA DE ÉLITE

En esta sección se podrá tener una referencia de lo que representa físicamente un policía de élite, específicamente del GIR de la Policía Nacional del Ecuador, ya que no existe una base o un estudio que dentro de su investigación o resultados proponga este acercamiento, el mismo que en este trabajo se lo realizará a través de las siguientes variables: somatotipo (composición corporal), test de resistencia anaeróbica, electrocardiografía, test de flexibilidad y pruebas de evaluación de la fuerza.

2. SOMATOTIPO

Teóricamente, dentro del capítulo relacionado con la composición corporal, ya fue descrito lo referente al somatotipo, por lo cual ya no se harán más acotaciones respecto de este tópico en particular.

3. ELECTROCARDIOGRAMA DE REPOSO (EKG)

Es reconocido como un examen simple, de bajo costo y de gran utilidad para el diagnóstico de diferentes patologías de origen cardíaco, y en base a estudios realizados en grandes poblaciones y por largos períodos de tiempo, la Sociedad Europea de Cardiología desde el año 2005 lo incluyó como evaluación básica previa a la práctica deportiva de competencia con el objetivo de evitar el riesgo de muerte súbita en deportistas jóvenes (menores de 35 años).

Sin embargo es importante tomar en cuenta que existen manifestaciones electrocardiográficas que son provocadas por la adaptación al entrenamiento de intensidad, lo que se conoce como “Síndrome de corazón del deportista” y dentro de los cambios se pueden ver:

- Alteraciones de la frecuencia y del ritmo: bradicardia sinusal (<50 latidos/minuto), arritmia sinusal respiratoria, bloqueos AV de I y II grado, etc.
- Modificaciones en el voltaje y en la repolarización ventricular: onda P amplia, repolarización precoz, etc.

- Arritmias por aumento de la excitabilidad y taquiarritmias: similar porcentaje de aparición al de la población general.
- Miocardiopatías: hipertrófica, arritmogénica, dilatada.
- Enfermedades del sistema de conducción: bloqueos AV, Wolff – Parkinson – White, etc.

Se debe realizar el EKG dentro del contexto de una correcta historia clínica y de exploración física al deportista, además de una correcta interpretación, que pone de manifiesto alteraciones sugestivas de patologías cardiovasculares, con lo cual se puede diagnosticar enfermedades o síndromes que pueden llegar a comprometer la vida del sujeto que realiza actividad física^{90 91}.

4. RESISTENCIA ANAERÓBICA

Se refiere al grado o a la capacidad para realizar ejercicios o actividad física utilizando energía proporcionada para tal efecto sin la presencia de oxígeno (glucólisis anaeróbica, cuyo producto final es el lactato). Este tipo de actividades se realizan de manera intensa y en un intervalo de tiempo corto, desafiando al cuerpo al máximo o en su defecto, cerca de los esfuerzos máximos (>90% de FC teórica máxima). Es importante destacar que tanto los sistemas aeróbico y anaeróbico están trabajando casi siempre juntos de manera armoniosa, compartiendo la responsabilidad de proporcionar la energía a todo el cuerpo. Sin embargo, uno es probable que sea el sistema predominante para proporcionar más energía para la actividad particular en cuestión^{92 93}.

- *Metabolismo Anaeróbico*

⁹⁰ FEDEME. Utilidad del electrocardiograma de reposo en la prevención de la muerte súbita del deportista. Documento de consenso de la federación española de medicina del deporte. Archivos de Medicina del Deporte. VOLUMEN XXIV - Nº 119 – 2007. Disponible en: <http://www.femede.es/documentos/119-Consenso%20ECG.pdf>

⁹¹ Yañez Fernando. Síndrome corazón de atleta: historia, manifestaciones morfológicas e implicancias clínicas. Rev Chil Cardiol [revista en la Internet]. 2012 [citado 2015 Mayo 27]; 31(3): 215-225. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-85602012000300005&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-85602012000300005>.

⁹² Op. Cit. Kokkinos P. Pág. 48.

⁹³ Medina E., Actividad Física y Salud Integral. La Resistencia. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2003. Pág. 94 – 95

El metabolismo anaeróbico entra en funcionamiento cuando repentinamente aumenta la intensidad del ejercicio, se necesita una mayor tasa de resíntesis de ATP y la demanda de energía es superior a la disponibilidad oxígeno (sistema aeróbico).

Los sustratos para el inicio de este metabolismo son la glucosa y el glucógeno muscular los cuales producen 2 ATP por mol de glucosa, que en sí, es bajo en relación al otro sistema, sin embargo la vía resintetiza de una manera rápida esta energía para su uso por unidad de tiempo, por lo cual permite ejercicios breves de alta intensidad (carreras de velocidad en atletismo).

Sin embargo, esta tasa de resíntesis, va a depender de la disponibilidad de sustratos, concentración de enzimas glucolíticas en los músculos y la capacidad de remover y amortiguar las grandes cantidades del producto resultante (ácido láctico)

El factor genético juega un papel importante dentro de este metabolismo, ya que básicamente es el tipo de fibras musculares que posee el individuo lo que le da la relevancia y la efectividad, ya que de esto depende la concentración de enzimas glucolíticas. El entrenamiento anaeróbico, que se basa en períodos más o menos cortos de esfuerzo intenso alternados con períodos de recuperación, hace aumentar la capacidad del sistema, permite promover la acumulación del ácido láctico, entrena los mecanismos de amortiguación, remoción y la tolerancia al ejercicio con ciertos niveles de acidosis metabólica.

Entonces, desde este punto de vista, el metabolismo anaeróbico es de vital importancia en el deporte, pero no tiene relevancia para el acondicionamiento físico en el individuo común que práctica actividad física⁹⁴.

- **Lactato:** es el producto final del metabolismo de los carbohidratos a través de las vías anaeróbicas (glicólisis). Durante el reposo el principal producto de este metabolismo es el piruvato, sin embargo hay una pequeña acumulación de lactato en sangre, es decir, que la vía anaeróbica, aún en reposo, no deja de funcionar. Debemos tomar en cuenta que mientras la intensidad de actividad aumenta, el lactato también lo hace, lo cual además va a estar influenciado por factores como la herencia, aptitud física y edad del individuo.

⁹⁴ Aragón L., Fernández A., Fisiología del Ejercicio. Respuestas, entrenamiento y medición. Preparación fisiológica para el Rendimiento físico. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 1995.

Existen cuatro rutas que puede tomar el lactato, sin embargo alrededor del 70% de éste es usado por el mismo músculo que lo produce. El resto es llevado por la sangre al corazón y a otros músculos para ser usados como energía, y también al hígado en donde es convertido en glucosa y liberado al torrente sanguíneo (Fig. 12).

Aproximadamente, 25 minutos de recuperación posterior al ejercicio intenso, cerca de la mitad del lactato acumulado es removido por los músculos y la sangre. Esta remoción se completa casi a los 60 minutos, y más rápido se lo hará cuando en esta recuperación están inmersas actividades de baja intensidad y en la cual se utilizan los mismos músculos (caminar luego de correr). Primero porque se realiza actividad aeróbica en la cual no se genera más lactato y segundo porque el flujo sanguíneo hacia el músculo se incrementa, haciendo que exista un intercambio de lactato desde su interior para posteriormente seguir con su ruta al hígado y corazón⁹⁵.

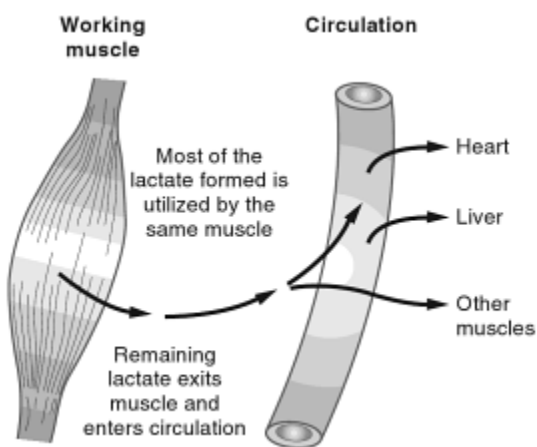


Figura 12. Rutas de remoción de lactato

Fuente: Kokkinos P., Physical Activity an Cardiovascular Disease Prevention. Basic Concepts of Physical Activity and Nutrition. (p. 22) Jones and Bartlett Publishers. United States of America. 2010.

- **Umbral lactato:** Varios autores, desde hace más de 30 años, reconocieron la existencia de cambios metabólicos y/o ventilatorios que se desarrollan a partir de una cierta intensidad de ejercicio, y que Davis (1985) definió a este término como “*intensidad de*

⁹⁵ Op. Cit. Kokkinos P. Pág. 48

ejercicio o de consumo de oxígeno, más allá de la cual el ácido láctico comienza a acumularse en la sangre desencadenando una acidosis metabólica”⁹⁶.

En términos metabólicos el umbral anaeróbico expresa la ejecución de actividad de alta intensidad más alto durante la cual la tasa de formación de piruvato todavía no supera la velocidad máxima de la fosforilación oxidativa. En consecuencia, el lactato formado puede ser oxidado o utilizado para la gluconeogénesis por los músculos que no están trabajando, corazón e hígado. Hasta este punto cualitativo, existe un equilibrio entre la formación de lactato y la eliminación⁹⁷.

Existen varias terminologías para describir este estado, así:

- Umbral anaeróbico (Kindermann y cols,1979; Mac Dougall, 1977)
- Umbral aeróbico-anaeróbico (Mader y Heck,1986; MacLellan,1980)
- OBLA o principio de acumulación de lactato sanguíneo (Sjodin y Jacobs,1981)
- OPLA o principio de acumulación de lactato plasmático (Farrel y cols,1979)
- Lactate threshold (Ivy y cols,1980)
- Lactate turning point (Davis H.A y cols, 1983)
- The individual anaerobic threshold o IAT (Stegmann y cols, 1981)

Sin embargo, y a pesar de esta gran cantidad de denominaciones, lo que se mantiene sin cambio son los valores a partir de los cuales ocurre este fenómeno, y que son destacables desde el punto de visto estadístico:

- El primer valor, igual a una lactacidemia de **2 mmol/l**, (Keul, umbral aeróbico; y Farrel, OPLA)
- El segundo valor, igual a una lactacidemia de **4mmol/l**, se identifica como el **umbral anaeróbico** (Keul y cols, 1978, Heck y cols, 1985)^{98 99}.

⁹⁶ Feriche B., Delgado M., Motricidad. European Journal of Human Movement, Evolución y Aplicación Práctica del Umbral Anaerobio en el Entrenamiento Deportivo. Revisión. Granada. España. 1996: 2, 39-53

⁹⁷ Garrett W., Kirkendall D., Exercise and Sport Science. Nature of Trainig Effects. Anaerobic Threshold. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia. USA. 2000. Pág. 80 – 81.

⁹⁸ De Diego M., Términos de enciclopedia. Umbral Láctico. Disponible en: <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/wiki/umbral-lactico>

⁹⁹ Op Cit. Sergeyevich V., Dmitriyevich V. Pág. 54.

Podemos determinar los valores del umbral anaeróbico por medio de diversos protocolos que deben ajustarse al método más apropiado para su detección, y que se describen a continuación:

- *Métodos ventilatorios:* se basa en la obtención de cambios inducidos por la compensación respiratoria de la acidosis láctica. Este método ha ido perdiendo su importancia, sin embargo aún se mantienen opiniones que consideran que el umbral anaerobio se sitúa en un valor próximo a la unidad, valor que ciertamente no siempre coincide con el umbral real.

El volumen respiratorio (VE) expresa la colocación del umbral en su segundo cambio de linealidad, punto en el que muestra un incremento muy significativo a partir de su tendencia normal (Fig. 13).

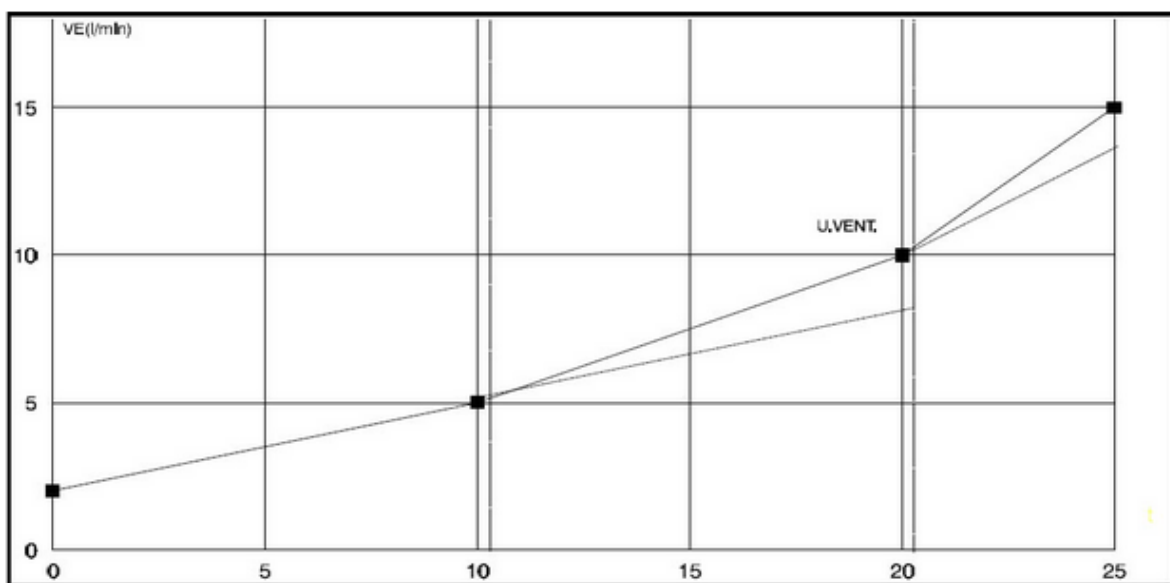


Figura 13. Cambios en la VE (l/m) durante un test máximo progresivo (Modificada de Skinner y col. 1990)

Fuente: Feriche B., Delgado M., Motricidad. European Journal of Human Movement, Evolución y Aplicación Práctica del Umbral Anaerobio en el Entrenamiento Deportivo. Revisión. Granada. España. 1996: 2, 39-53

- *Método Metabólico:* la determinación de la lactacidemia a través de la interpretación de muestras de sangre tomadas antes, durante e incluso después de la ejecución del ejercicio es una de las técnicas que tienen mayor uso dentro del ámbito deportivo, y el cual toma como valor fijo a 4 mMol/L. Sin embargo, como toda prueba tiene sus desventajas, en varios estudios se ha visto que existe una diferencia entre el valor de la

muestra tomada en sangre arterial y venosa (García y col.1988) (Robergs y cols. 1990) (Fig. 14).

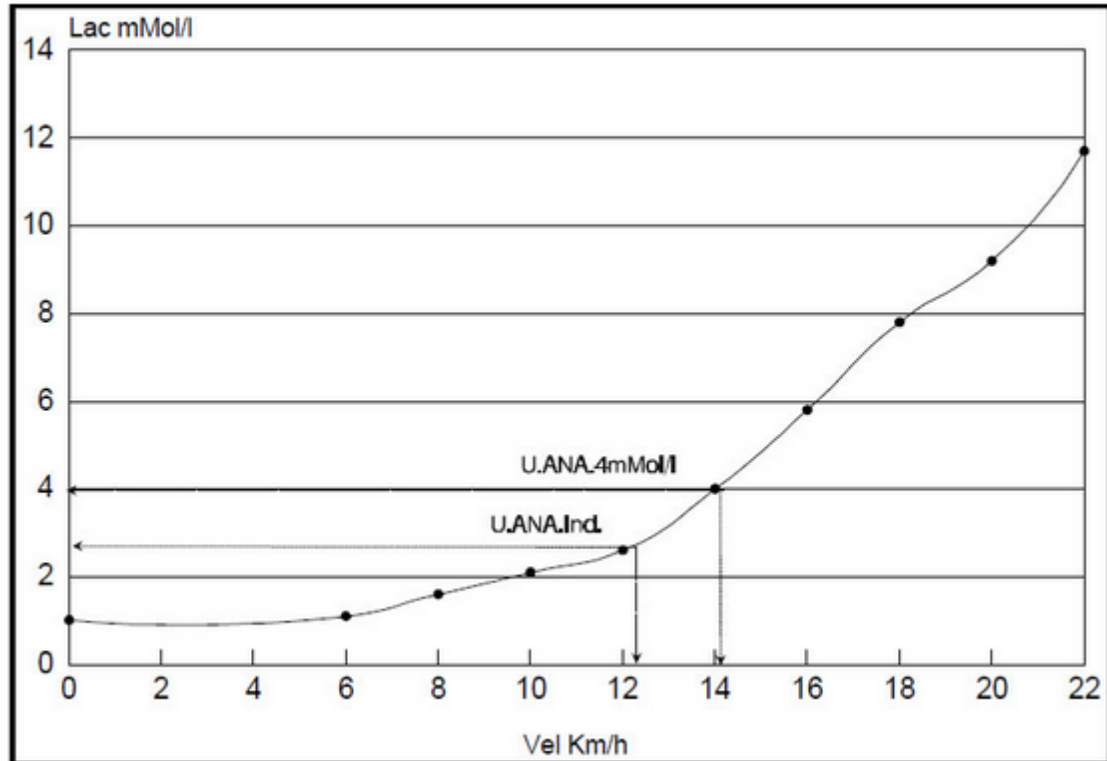


Figura 14. Cinética del lactato (Tomada de Feriche y cols. 1993)

Fuente: Feriche B., Delgado M., Motricidad. European Journal of Human Movement, Evolución y Aplicación Práctica del Umbral Anaerobio en el Entrenamiento Deportivo. Revisión. Granada. España. 1996: 2, 39-53

- *Otros métodos:* Existen estudios que muestran un valor representante del punto umbral a partir de la frecuencia cardíaca (Bunc y cols.1995; Pokan y cols.1993; Pokan y cols.1995) que puede ser la alternativa precisa para evitar métodos invasivos (Fig. 15). Para este efecto es necesario el cálculo de la curva de relación de la carga de trabajo, encontrando el punto de inflexión, que se representa gráficamente como un aplanamiento de la curva, que indica la ubicación de dicho umbral (Bunc y cols.1995; Conconi y cols. 1982). Sin embargo, algunos autores no apoyan la validez de este método, argumentando que la curva no siempre tendrá el punto de inflexión (Tokmakidis y col.1992)¹⁰⁰.

¹⁰⁰ Op. Cit. Feriche B., Delgado M. Pág. 61.

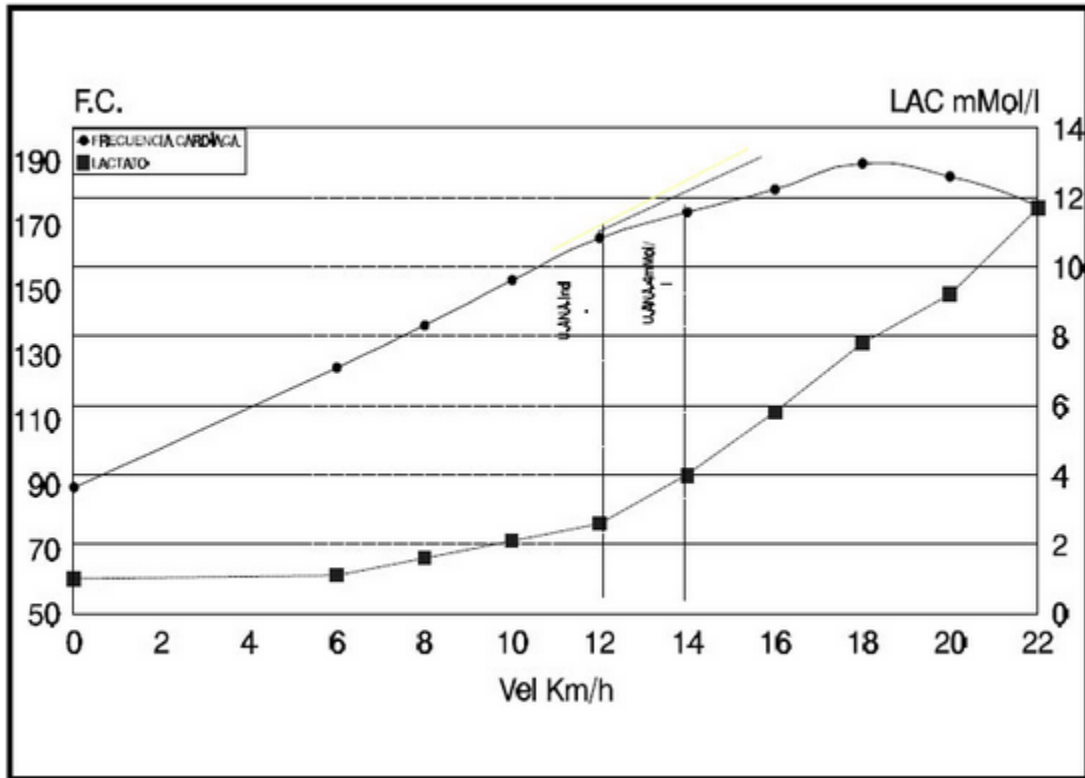


Figura 15. Curva de frecuencia cardíaca y lactato (Tomada de Feriche y cols. 1993)

Fuente: Feriche B., Delgado M., Motricidad. European Journal of Human Movement, Evolución y Aplicación Práctica del Umbral Anaerobio en el Entrenamiento Deportivo. Revisión. Granada. España. 1996: 2, 39-53

5. TEST DE CONCONI

Francesco Conconi desarrolló en 1982 un test simple, no invasivo, y de bajo costo, con el cual se puede determinar el umbral anaeróbico (UAN) tanto de personas entrenadas como de las no entrenadas, el mismo que se basa en que la frecuencia cardíaca (FC) aumenta a medida que aumenta la intensidad del ejercicio, hasta llegar a un momento en el que la FC se estabiliza a pesar de incrementar aún más la intensidad del ejercicio (Fig. 16). Ese punto de inflexión se corresponde con el UAN. Inicialmente el protocolo fue ideado para el atletismo, sin embargo este método ha sido modificado para varios grupos, tantos de sujetos como para actividades deportivas (Ballarin et al., 1989; Conconi et al., 1988, 1996; Grazi et al., 1999; Cellini et al., 1986; Droghetti et al., 1985).

Muchos factores pueden influir en el desarrollo del test, estado físico del sujeto, el calentamiento previo y la duración del mismo, sin embargo y a pesar de todos los detractores que afirman que al tratarse de un test indirecto, ofrece una margen de error considerable, y que de por sí el comportamiento de la FC no está claro sobre todo en actividades de intensidades submáxima y máxima, es una prueba que hasta el momento resulta más rápida, útil y práctica¹⁰¹, la cual ha sido probada por en deportistas de alto rendimiento con sus respectivos logros y que han reportado haber utilizado este método predictivos dentro de su programa de entrenamiento tomando en cuenta el protocolo con la rigurosidad del caso^{102 103}.

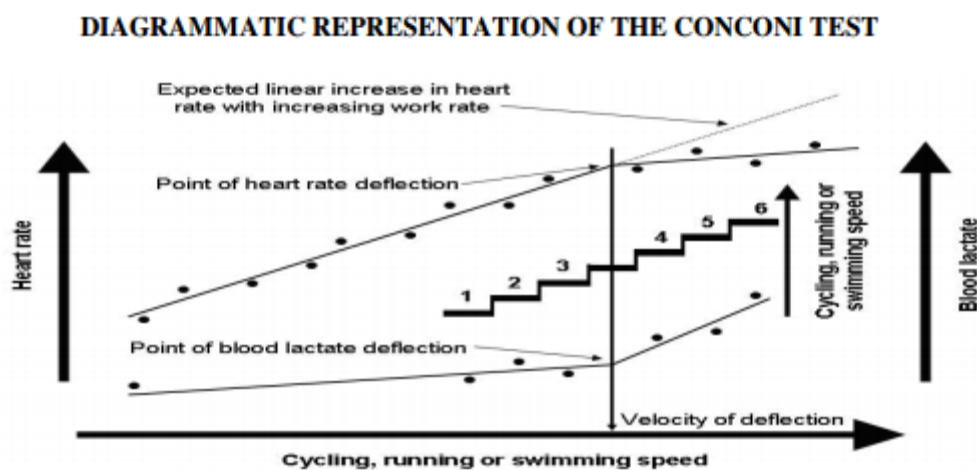


Figura 16. Protocolo del test de Conconi en bicicleta estática

Fuente: Celik Ö., Nazan S., Korkusuz F., Bozkurt M., RELIABILITY AND VALIDITY OF THE MODIFIED CONCONI TEST ON CONCEPT II ROWING ERGOMETERS. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005, 19(4), 871–877. National Strength & Conditioning Association

¹⁰¹ Ignjatović A., Hofmann P., Radovanović D., NON-INVASIVE DETERMINATION OF THE ANAEROBIC THRESHOLD BASED ON THE HEART RATE DEFLECTION POINT. *Physical Education and Sport* Vol. 6, No 1, 2008, pp. 1 - 10 Review Paper

¹⁰² Cook I. WAS THE CONCONI TEST VALIDATED BY SPORTING SUCCESS, EXPERT OPINION OR GOOD SCIENCE? *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 2011, 33(1): 23-35.

¹⁰³ Celik Ö., Nazan S., Korkusuz F., Bozkurt M., RELIABILITY AND VALIDITY OF THE MODIFIED CONCONI TEST ON CONCEPT II ROWING ERGOMETERS. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005, 19(4), 871–877. National Strength & Conditioning Association

CAPÍTULO 7

1. COMPONENTES DE LA APTITUD FÍSICA

Se ha realizado una aproximación al biotipo del policía de élite tomando en cuenta varios componentes de la aptitud física relacionados con la salud, así, bajo esta categoría, se encuentra la *capacidad aeróbica* y *composición corporal*, que ya fueron descritos en secciones anteriores, En este apartado se tratarán dos componentes más que forman parte de este grupo: la *flexibilidad*, y *fuerza muscular*¹⁰⁴

1.1. FLEXIBILIDAD

En Medicina Deportiva, Educación Física y Ciencias de salud afines, la definición más simple de flexibilidad es: *rango de movimientos disponibles en una o en un grupo de articulaciones*. Para otros, la flexibilidad también implica la libertad para moverse, la capacidad para realizar una amplia gama de movimientos de una parte o partes del cuerpo tomando en cuenta una velocidad requerida para el efecto¹⁰⁵.

Lopategui (2013) define a la flexibilidad como la *capacidad para usar la unidad músculo tendinosa en toda la amplitud de su alongamiento (extensibilidad) y de activar las articulaciones de forma efectiva, es decir, doblarlas, enderezarlas y torcerlas fácilmente*.

Dentro de los límites estructurales para la flexibilidad podemos encontrar: 1) alineamiento estructural de los huesos, 2) cantidad de tejido muscular y grasa, 3) ligamentos y otras estructuras asociadas con la cápsula de la coyuntura, 4) los tendones y otros tejidos conectivos, y 5) La piel¹⁰⁶.

Existen métodos lineales para la medición de la flexibilidad, que a su tiempo, Weber y Kraus (1949), Wells y Dillon (1952) y Kraus y Hirschland (1954), contribuyeron con protocolos de evaluación, dentro de los cuales están los test de tocar los dedos de los pies y el

¹⁰⁴ Op. Cit. Lopategui Corsino, E. Pág 10.

¹⁰⁵ Alter M., Science of Flexibility. Unit 1. Overview: Basic Sciences Related ti Flexibility. Human Kinetics. 3rd Edition. USA. 2004

¹⁰⁶ Op. Cit. Lopategui Corsino, E. Pág 10.

sit-and reach, como los más importantes, que expresan sus resultados en pulgadas o centímetros.

1.1.1. Test “*sit-and reach*”

Es uno de los cuales, ha sufrido modificaciones para ajustarse a las diferentes poblaciones y articulaciones a evaluar, sin embargo, el protocolo inicial y por el cual tiene su nombre se lo realiza cuando el sujeto adopta una posición sentada con las rodillas completamente extendidas y los pies fijados contra un objeto inmóvil que tiene una vara sujeta que se extiende por detrás. El sujeto realiza una flexión y con los brazos estirados alcanza el punto más alejado que le sea posible detrás de la vara (Fig. 17). Entonces se registra la distancia lineal entre los pies y las puntas de los dedos de las manos (Wells y Dillon. 1952; Corbin y Noble. 1980), el mismo que en estudios posteriores adoptaron un baco elevado e incorporaron la medición lineal por exceso o por defecto en centímetros o pulgadas en relación con los pies, que consideraban la marca de referencia 0 (Kippers y Parker. 1987; Kuo et al. 1997)¹⁰⁷.

Como todo protocolo de evaluación, el *sit-and reach*, tiene una tabla de puntajes tanto para hombres como para mujeres (Tabla 8 y 9) con su respectiva escala y de igual manera con la edad correspondiente, así:



Figura 17. Clásico sit – and – reach test

Fuente:

http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=90149532&pident_usuario=0&pcontactid=

¹⁰⁷ Soraes de Araújo C., Flexitest. An innovate flexibility assessment method. Human Kinetics Publishers. Editorial Paidotribo. Badalona. España. 2005

TEST DE SIT AND REACH HOMBRES

Percentil	20-29	30-39	40-49	50-59	60 +
90	16	14	11	12	9
80	12	11	8	6	4
70	10	8	4	3	0
60	7	6	2	1	-2
50	5	3	-1	-1	-4
40	3	1	-3	-4	-8
30	0	-2	-6	-8	-10
20	-3	-5	-10	-11	-12
10	-8	-9	-14	-14	-15

TEST DE SIT AND REACH MUJERES

Percentil	20-29	30-39	40-49	50-59	60 +
90	17	16	14	14	11
80	14	13	11	11	8
70	12	11	9	9	5
60	10	9	7	6	4
50	8	7	5	4	2
40	6	5	3	3	0
30	3	2	0	0	-2
20	0	-1	-2	-3	-3
10	-4	-5	-7	-7	-8

Tabla 8 y 9. Percentiles para el test de Sit and Reach en poblaciones aparentemente sanas (ACSM)

Fuente: Serrato M., Acta Colombiana de Medicina Del Deporte. Prescripción del Ejercicio. Evaluación del Fitness. Volumen 10: 2, 2004

1.2. FUERZA MUSCULAR

Se define como fuerza a la *capacidad muscular ejercida contra objetos móviles o inmóviles*. La mejor manera de medir la fuerza es a través de pruebas que requieran un esfuerzo máximo en un movimiento o posición determinados¹⁰⁸.

Lopategui (2013), define a la fuerza muscular como *la capacidad que tiene un músculo para ejecutar una tensión máxima contra una resistencia*, la misma que puede ser tanto de tipo dinámica (contracciones concéntricas/excéntricas), isométricas (estática), isocinética o explosiva (potencia, es decir, fuerza por unidad de tiempo)¹⁰⁹

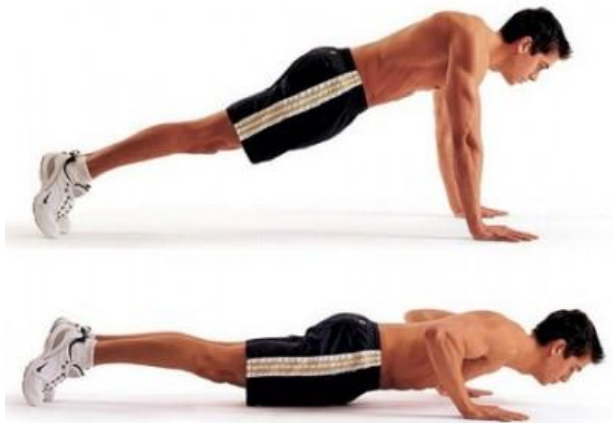
Se debe tomar en cuenta además la llamada **fuerza resistencia**, definida como la capacidad de resistir la intensidad de la fuerza frente a cargas relativamente prolongadas. La calidad de ésta va a ser expresada por el número de repeticiones o por el lapso de tiempo durante el cual puede sostenerse una fuerza.

¹⁰⁸ American College of Sports Medicine. Manual de Consulta para el Control y la Prescripción del Ejercicio. Resource Manual of Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Traducción: Eduardo Iriarte. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2000.

¹⁰⁹ Op. Cit. Lopategui Corsino, E. Pág 10.

1.2.1 Test de fuerza del tren superior

- *Test de fuerza en brazos (flexiones de pecho – push up):* tendido boca abajo, manos a la altura de los hombros, espalda recta, pies apoyados en el suelo y brazos extendidos. El sujeto debe bajar el cuerpo, sin que el abdomen toque el piso y la espalda se mueva recta en el mismo eje de los muslos. El movimiento requiere extensión completa de los brazos. El máximo de flexiones realizadas consecutivamente sin pausa y con la técnica completa, da el resultado. Pueden existir variantes, elevando la altura de apoyo de los pies, exigiendo más fuerza y desplazándola hacia la musculatura del hombro (Tabla 10).



FUERZA RESISTENCIA FLEXIONES DE PECHO										
Percentil	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
Sexo	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
90	41	32	32	31	25	28	24	23	24	25
80	34	26	27	24	21	22	17	17	16	15
70	30	22	24	21	19	18	14	13	11	12
60	27	20	21	17	16	14	11	10	10	10
50	24	16	19	14	13	12	10	9	9	6
40	21	14	16	12	12	10	9	5	7	4
30	18	11	14	10	10	7	7	3	6	2
20	16	9	11	7	8	4	5	1	4	-
10	11	5	8	4	5	2	4	-	2	-

Tabla 10. Valores de referencia para el test de Flexiones de pecho “push ups”
Fuente: Serrato M.

1.2.2. Test de fuerza del tren inferior

- *Test de fuerza en piernas (salto horizontal):* Evalúa la fuerza del grupo muscular anterior más importante del muslo, es decir el cuádriceps (Tabla 11). Se parte con las piernas paralelas y juntas, y se procede a realizar un salto desde la posición de parado, flexionando ligeramente las piernas, intentando conseguir la mayor distancia posible. Se mide la distancia existente entre la línea de salida y el apoyo más cercano a ella. A continuación se presenta la tabla que recopila los valores en relación al género y a la distancia de salto (Fig. 18).

Gender	Excellent	Above Average	Average	Below Average	Poor
Male	>3.0m	2.7m	2.5m	2.3m	<2.0m
Female	>2.8m	2.5m	2.2m	1.9m	<1.7m

Tabla 11. Tabla de referencia. Salto Horizontal. D.A.Chu; Explosive Power an Strength; Human Kinetics; 1996

Fuente: <http://www.pponline.co.uk/101Evaluations/pdfs/101EvaluationTests.Chapter.5.pdf>

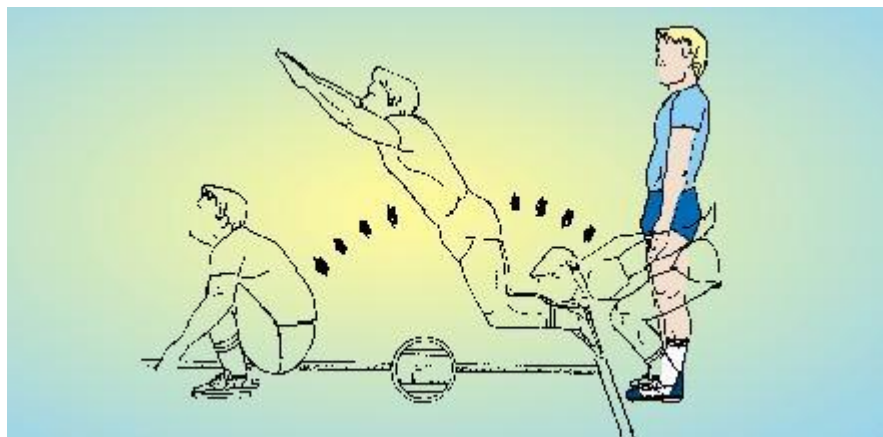


Figura 18. Test de fuerza en piernas (salto horizontal)

Fuente: <http://www.efdeportes.com/efd141/bateria-de-test-eurofit.htm>

- *Test de fuerza resistencia de abdominales (sit ups)*: mide la capacidad de contracción de la musculatura abdominal en un minuto de tiempo (Tabla 10), en la cual el sujeto tendido supino con las piernas flexionadas y las manos en la nuca realiza el movimiento de flexión – extensión de tronco tocando con los codos la rodilla en la flexión y con la espalda el suelo en la extensión. Un compañero debe sujetar por los tobillos¹¹⁰ (Fig. 19).

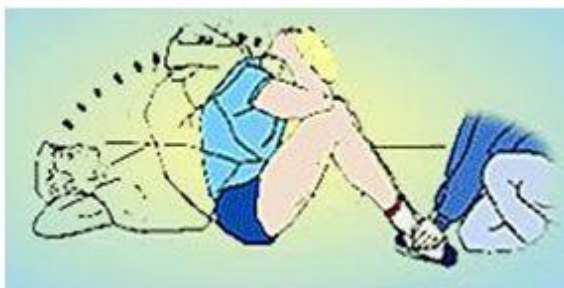


Figura 19. Test de fuerza resistencia de abdominales.

Fuente: <http://www.efdeportes.com/efd141/bateria-de-test-eurofit.htm>

¹¹⁰ Op. Cit. Serrato M. Pág. 68

FUERZA RESISTENCIA ABDOMINALES										
Percentil	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
Sexo	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
90	75	70	75	55	75	50	74	48	53	50
80	56	45	69	43	75	42	60	30	33	30
70	41	37	46	34	67	33	45	23	26	24
60	31	32	36	28	51	28	35	16	19	19
50	27	27	31	21	39	25	27	9	16	13
40	24	21	26	15	31	20	23	2	9	9
30	20	17	19	12	26	14	19	0	6	3
20	13	12	13	0	21	5	13	0	0	0
10	4	5	0	0	13	0	0	0	0	0

Tabla 12. Valores de referencia para el test de fuerza de resistencia de abdominales
Fuente: Serrato M., Acta Colombiana de Medicina Del Deporte. Prescripción del Ejercicio. Evaluación del Fitness. Volumen 10: 2, 2004

CAPÍTULO 8

1. DISEÑO METODOLÓGICO

1.1 Modalidad de Investigación.

- *De campo:*

La investigación se realizó en el lugar donde ocurren los hechos, en este caso en el Grupo de Intervención y Rescate (GIR) con sede en la ciudad de Manta, en la provincia de Manabí.

- *Documental Bibliográfica:*

Se recurrió a fuentes primarias y secundarias de investigación, además de direcciones electrónicas de uso libre.

1.2. Tipo de Investigación.

Exploratoria, Descriptivo y Transversal

1.3. Población y Muestra.

Universo: Personal de Policías del Ecuador.

Población: Personal de Policías de unidades de élite.

Muestra: Personal de Policías oficiales y clases del GIR – Manta

1.4 Muestra

El estudio tomó en cuenta a 30 policías (n=30), que conformaron el personal de planta del GIR – Manta que se encontraban ese momento disponibles para el estudio, además que no debían tener ningún impedimento físico o médico para realizar las pruebas a las que fueron sometidos.

2. INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1. Técnica

- Evaluaciones Técnicas de mediciones antropométricas, fisiológicas y de resistencia física cardiovascular.

2.2. Instrumentos

- Evaluaciones Técnicas: Test antropométricos y Test de Cooper, determinación del somatotipo, test de resistencia anaeróbica, electrocardiografía, test de flexibilidad y pruebas de evaluación de la fuerza

3. RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.1. Definición de Sujetos.

Personal de Policías que trabajan en el GIR -Manta. Su actividad se basa en la ejecución de operaciones tácticas especiales, orientadas a combatir el crimen organizado en todas sus manifestaciones, preparando a los miembros de las unidades para el servicio como atletas tácticos.

3.2. Selección de Técnicas

3.2.1. Evaluaciones Técnicas:

3.2.1.1. Test antropométricos

La medición antropométrica ayudó a determinar el perfil antropométrico, porcentaje de masa grasa, peso graso, peso residual, peso muscular y masa magra de policías oficiales y clases del GIR -Manta, a través de la medición del peso corporal, talla, determinación del índice de masa corporal (IMC), pliegues cutáneos (tricipital, subescapular, suprailíaco, abdominal y pantorrilla), diámetros óseo (biestiloideo, bicondíleo tanto humeral como femoral), perímetros de miembros superiores e inferiores (bíceps y pierna).

3.2.1.2. Test de Cooper

Los datos obtenidos se los calificó según la escala específica que estableció la condición física actual de los sujetos del estudio.

3.2.1.3. Flexitest

La medición de la flexibilidad nos ayudó a evaluar la amplitud articular pasiva máxima del tronco (sit and reach), mediante el protocolo determinado y calificado en la tabla de puntuación específica.

3.2.1.4. Test de fuerza

La información obtenida estuvo dada por el número de repeticiones (brazos y abdomen) en un tiempo determinado y la distancia (salto horizontal) y que luego fueron comparadas en la tabla específica tanto para sexo como edad.

3.2.1.5. Test de Conconi

Los datos obtenidos valorarán de manera indirecta el umbral anaeróbico de los individuos, que serán tabulados a través de la tabla comparativa correspondiente.

4. TRATAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.

El análisis estadístico se lo realizó utilizando el programa Epi Info™ 7.1.3.0 y Microsoft Office Excel 2007 para Windows XP Home Basic. Las variables de la investigación se las relacionó mediante pruebas de Kruskal – Wallis H y su valor (p) respectivo para establecer su asociación, además de estimar el promedio de las variables en estudio con su correspondiente desviación estándar (DE). También se incluyeron variables demográficas tales como edad y tiempo de pertenencia al grupo policial, en las cuales también se realizará un análisis estadístico bivariable.

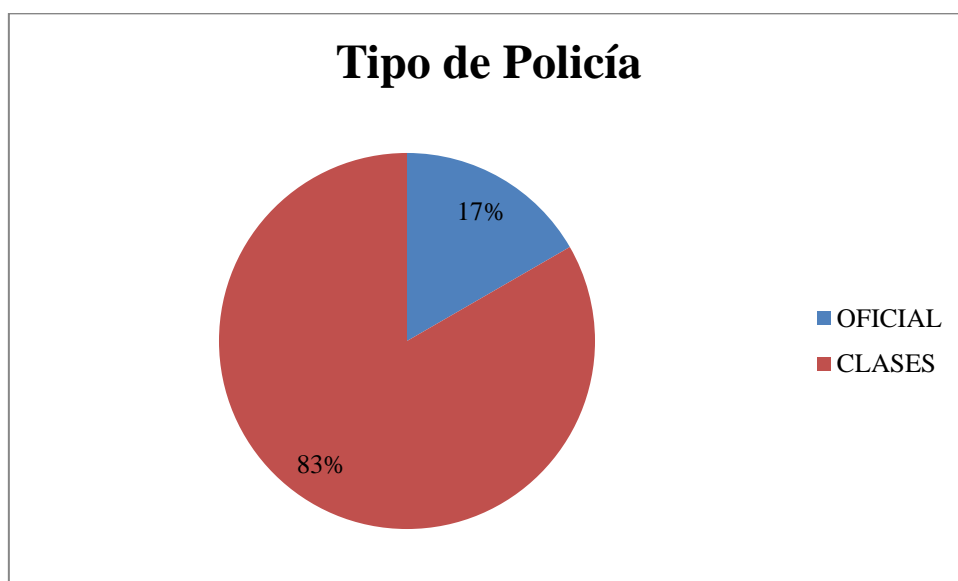
Se realizó un análisis de las variables complementarias más importantes para establecer un acercamiento al biotipo que rige al policía de esta unidad de élite.

5. RESULTADOS

GRÁFICO 1

Distribución del personal de oficiales de policía y clases del GIR – Manta. Período febrero a marzo 2015, según tipo de policía.

TIPO	PERSONAL	PORCENTAJE
OFICIAL	5	17%
CLASES	25	83%

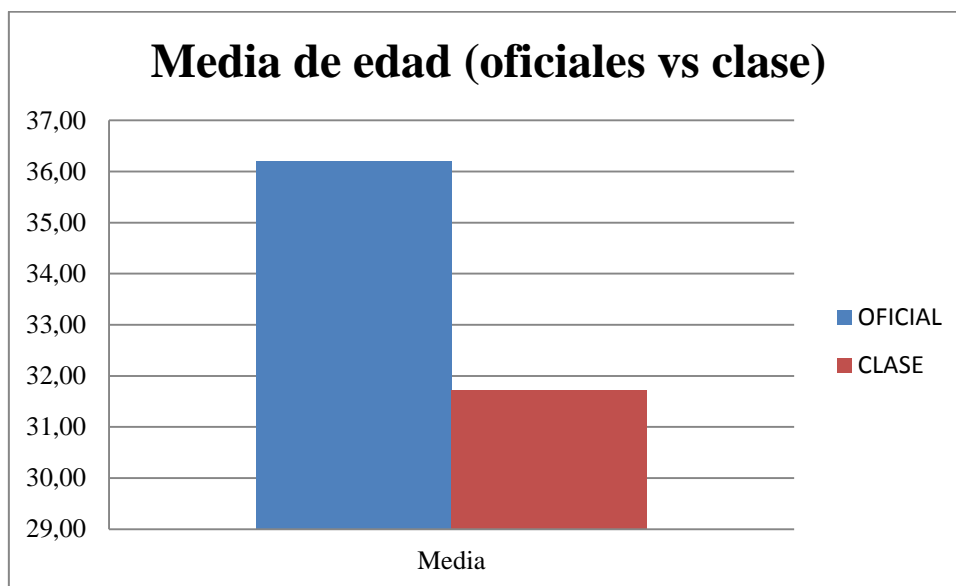


DESCRIPCIÓN: El porcentaje mayor, 83% del personal es policía “clase”, seguido por un 17% de policías “oficiales”.

GRÁFICO 2

Promedio de edad del personal de oficiales de policía y clases del GIR – Manta. Período febrero a marzo 2015.

	TIPO	n	Media
EDAD	OFICIAL	5	36,20
	CLASE	25	31,72

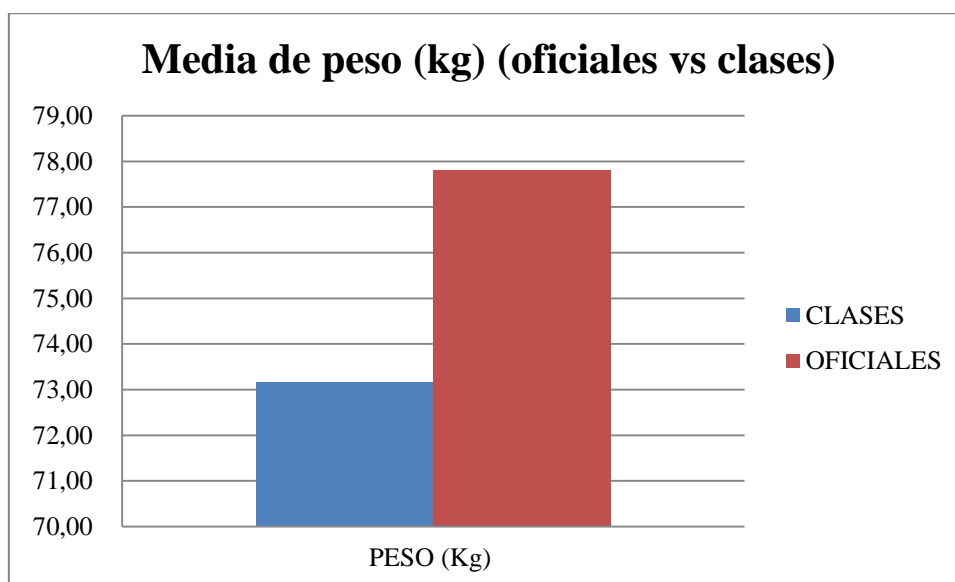


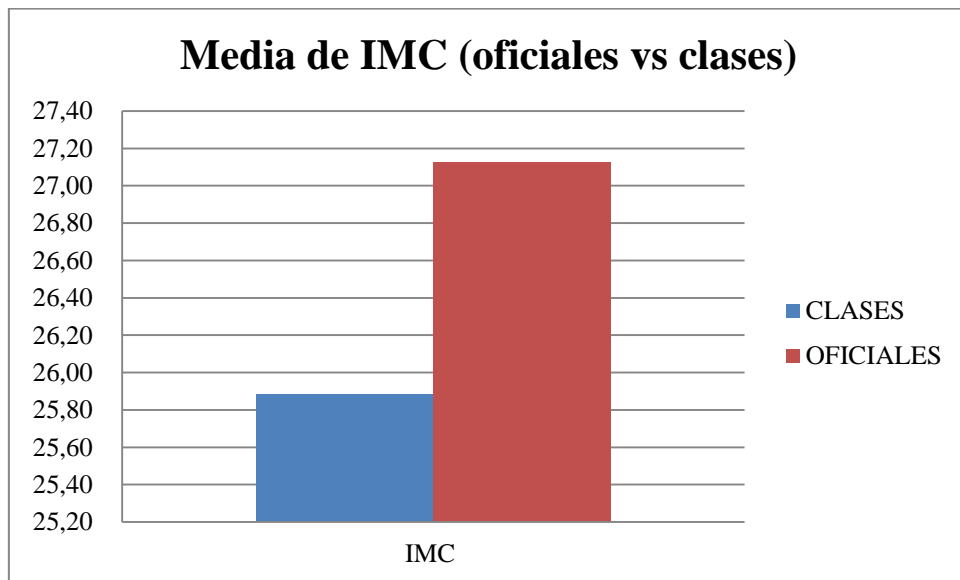
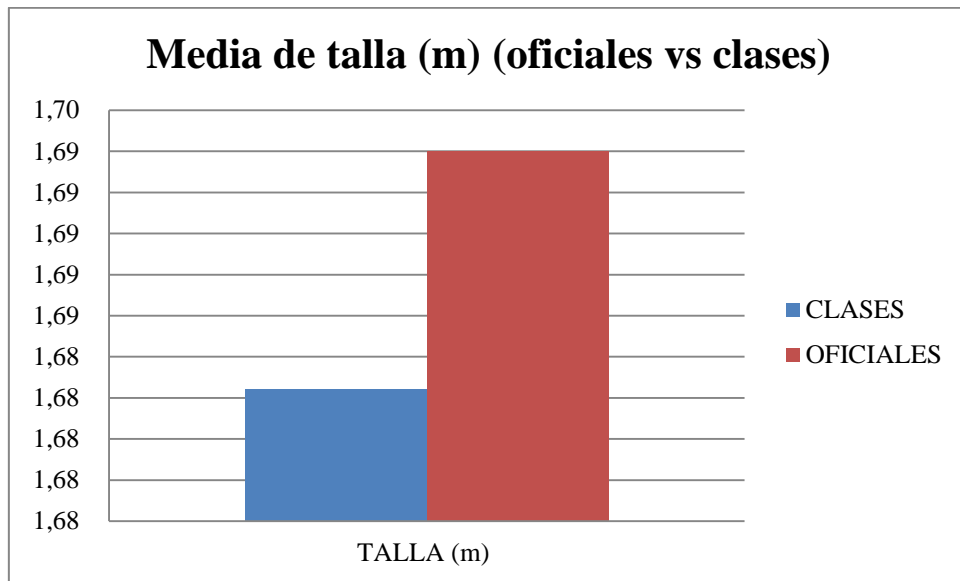
DESCRIPCIÓN: El promedio de edad en la población de oficiales es mayor (36,20 años) que la población de clases (31,72 años)

GRÁFICOS 3, 4 y 5

Promedio de peso, talla e IMC del personal de oficiales de policía y clases del GIR – Manta.
Período febrero a marzo 2015.

VARIABLES	TIPO		Kruskal-Wallis H (p)
	OFICIAL (n=5) PROMEDIO (DE)	POLICIA (n=25) PROMEDIO (DE)	
PESO (Kg)	77,8 (4,658)	73,16 (5,359)	5,14 (0,023)
TALLA	1,694 (0,008)	1,682 (0,057)	2,032 (0,154)
IMC	27,12 (1,886)	25,88 (1,988)	3,073 (0,079)



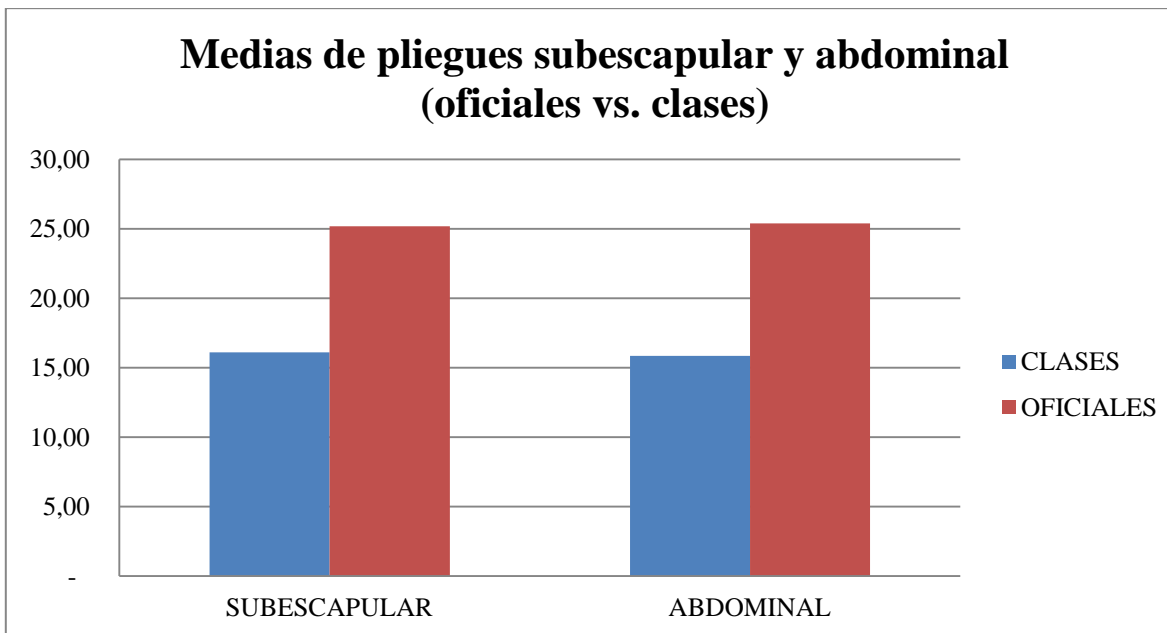


DESCRIPCIÓN: Los valores promedio tanto de peso, talla e IMC de oficiales de policía son mayores (77,8; 1,69; 27,12 respectivamente) que los encontrados en la población de policías clases (73,16; 1,68; 25,88), existiendo una diferencia estadísticamente significativa únicamente en la variable Peso con un valor (p) de 0,023, mientras que en las otras variables la diferencia estadística no estuvo presente, con un valor p de 0,154 (talla) y 0,079 (IMC).

GRÁFICOS 6

Promedio de pliegues cutáneos (subescapular y abdominal) del personal de oficiales de policía y clases del GIR – Manta. Período febrero a marzo 2015.

VARIABLES (mm)	TIPO		Kruskal – Wallis H (p)
	OFICIAL (n=5) PROMEDIO (DE)	POLICIA (n=25) PROMEDIO (DE)	
SUBESCAPULAR	25,200 (9,464)	16,120 (7,090)	4,971 (0,025)
ABDOMINAL	25,400 (9,787)	15,860 (6,835)	4,605 (0,031)

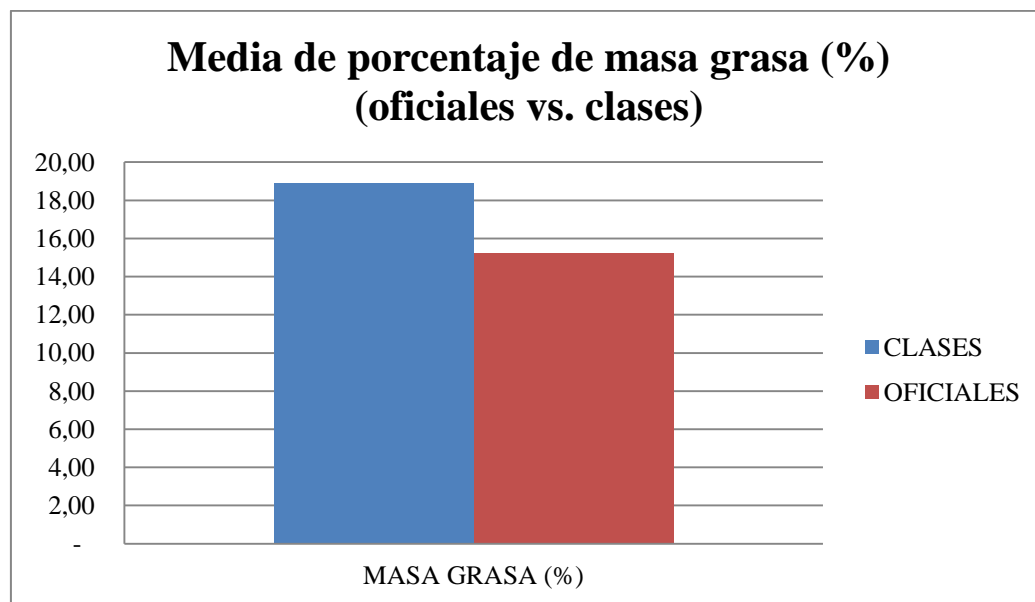


DESCRIPCIÓN: Los valores promedio de pliegues cutáneos tanto del subescapular como del abdominal en su relación entre oficiales y clases tienen una diferencia de aproximadamente 10 mm, lo que da cuenta de una diferencia estadísticamente significativa con un valor (p) de 0,025 y 0,031, respectivamente.

GRÁFICOS 7

Promedio del porcentaje de masa grasa del personal de oficiales de policía y clases del GIR – Manta. Período febrero a marzo 2015.

VARIABLES	GRADO		Kruskal – Wallis H (p)
	OFICIAL (n=5) PROMEDIO (DE)	POLICIA (n=25) PROMEDIO (DE)	
MASA GRASA (%)	18,895 (4,231)	15,216 (3,427)	3,478 (0,062)

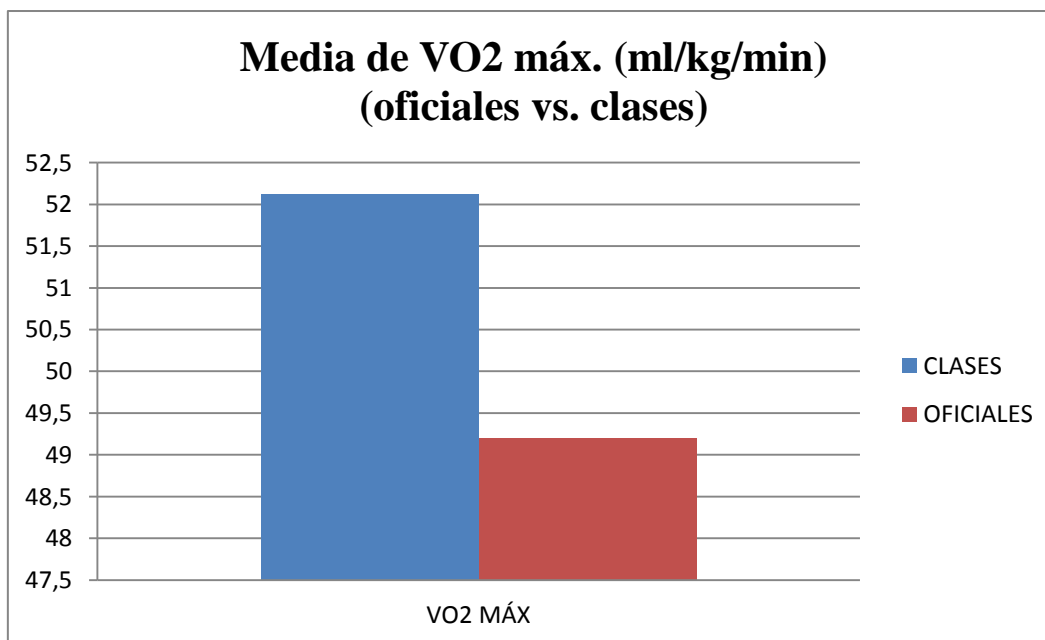


DESCRIPCIÓN: El valor promedio del porcentaje de masa grasa en su relación entre oficiales y clases tienen una diferencia de aproximadamente 4%, lo que no demuestra la existencia de una diferencia estadísticamente significativa con un valor (p) de 0,062.

GRÁFICOS 8

Promedio del VO2 máx. del personal de oficiales de policía y clases del GIR – Manta. Período febrero a marzo 2015.

VARIABLES	GRADO		Kruskal – Wallis H (p)
	OFICIAL (n=5) PROMEDIO (DE)	POLICIA (n=25) PROMEDIO (DE)	
VO2 MÁX	49,20 (4,087)	52,12 (3,712)	2,627 (0,105)



DESCRIPCIÓN: El valor promedio del VO2 máx. y su relación entre oficiales y clases tienen una diferencia de aproximadamente 3 ml/kg/min, lo que da cuenta de que no existe una diferencia estadísticamente significativa con un valor (p) de 0,105.

CAPITULO 9

DISCUSIÓN

El presente estudio realizado en el GIR, un grupo élite de la Policía Nacional del Ecuador, pone en nuestro conocimiento varios datos comparativos entre la población de oficiales y clases, así como también la información acerca de la actividad y el rendimiento físico que poseen para realizar cada una de sus prácticas laborales.

Dentro de los primeros análisis, en relación al peso comparado de los dos grupo, podemos ver que si existe una asociación estadísticamente significativa, la misma que tiene un valor p (0,023), tomando en cuenta que los “oficiales” tienen mayor peso corporal que sus congéneres “clases”. No se disponen de estudios o datos específicos que vinculen estas variables, ya que forma parte de un todo dentro de la valoración antropométrica.

Al correlacionar la variable antes mencionada con el IMC, que la OMS lo considera como un buen indicador epidemiológico de la morbilidad asociado a la obesidad, debemos estar claros en la exactitud discutible que este parámetro tiene para estimar la composición corporal, debido a que está influenciado por varios factores (género, edad, actividad física, etc.), lo que puede llevarnos a una clasificación errónea del estado del sobrepeso u obesidad¹¹¹. Esto se puede observar claramente en este estudio, ya que en ambos grupo el IMC está por fuera de los rangos de normalidad (superior) para la población general (IMC >24,9).

Lopategui, en su Informe de laboratorio I-23b, hace referencia a los Índices que determinan el nivel de adiposidad, muscularidad y distribución del tejido adiposo en el organismo del ser humano: el Índice de Masa Corporal Magra (IMCM) e Índice de Masa Corporal Grasa (IMCG) (Eston, Hawes, Martin, & Reilly, 2009), justamente por los problemas de confiabilidad que el IMC posee. Al incorporar estos índices en la valoración se puede identificar aquellas personas que poseen un elevado IMC¹¹². Es así que en nuestro estudio se determina que los oficiales de policía poseen un IMCM de 20, que corresponde para

¹¹¹ Op. Cit. OMS. Obesidad y Sobrepeso. Pág. 52

¹¹² Lopategui Corsino, E., (2012). Índices que Determinan el Nivel de Adiposidad, Muscularidad y Distribución del Tejido Adiposo en el Organismo del Ser Humano: Índice de Masa Corporal Magra (IMCM) e Índice de Masa Corporal Grasa (IMCG) Disponible en: http://www.saludmed.com/LabFisio/html/LAB_I23b-Indice_Masa_Corporal_Magra.html

su rango de edad al P75 lo cual determina además una “constitución muscular promedio”, aún cuando su IMC tiene un valor de 25,8. Por el contrario, los policías clases, poseen un IMCM de 21,17, que corresponde al P95, que está muy cerca a la “constitución muscular bien definida” dentro de la clasificación del índice en mención, tomando en cuenta que su IMC tiene un valor de 27,12.

En un estudio realizado en el 2012 a 95 policías varones, que correlacionó estilos de vida e índice de masa corporal de los policías que laboraban en la Comisaría Alfonso Ugarte en Lima – Perú, determinó que la mayoría de ellos (86%), se encontraban por fuera del IMC adecuado para su sexo y edad, sin tomar en cuenta su composición corporal completa, pero a pesar de ello, al contrastar esta información con su estilo de vida, la mayoría de ellos (76%) no realizaban ningún tipo de actividad física y su alimentación no era la adecuada (61%)¹¹³.

En el estudio de incidencia realizado al personal de la Dirección Nacional de Educación de la Policía Nacional, que abarcó varias fases en relación a un programa de actividad física (preprueba, postprueba 1 y postprueba 2) y en la cual se toma en cuenta su porcentaje de grasa corporal determinado mediante plicometría, en la población masculina los valores se establecieron en 27, 25 y 22% respectivamente¹¹⁴, sin llegar al nivel óptimo recomendado, que va de los 12 a 18% para hombres por algunos autores¹¹⁵, y de 13 a 18% por otros y que además lo asocian a un menor riesgo para la salud¹¹⁶. Por el contrario, en la población de policías del GIR, tanto en oficiales como clases, los valores de PMG (18,8% y 15,2% respectivamente) que fueron de igual manera determinados por plicometría, caben dentro de los rangos mencionados, lo que podría significar que la actividad física en el grupo

¹¹³ Cárdenas, S. Estilos de vida e índice de masa corporal de los policías que laboran en la Comisaría Alfonso Ugarte Lima, [tesis]. 2012.

¹¹⁴ Op. Cit. Chamorro, N. Pág. 4

¹¹⁵ Heyward, V. Evaluación y Prescripción del Ejercicio. Diseño de programas de control de peso. Editorial Paidotribo. Barcelona – España. 2006. Pág. 156. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=Hu0VyqLAcR8C&pg=PA156&lpg=PA156&dq=tabla+porcentaje+de+grasa+corporal+%E2%80%93+hombres&source=bl&ots=4D4w35RJd1&sig=VnFhYZd20PyJLhCCBLf0KIUwQv&hl=es-419&sa=X&ved=0CCwQ6AEwBDgKahUKEwi936iN04_HAhXLox4KHafhAgE#v=onepage&q=tabla%20porcentaje%20de%20grasa%20corporal%20%E2%80%93+hombres&f=false

¹¹⁶ Bean, A. La guía completa de la nutrición del deportista. Las grasas. Editorial Paidotribo. Barcelona – España. 2007. Pág. 167. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=8ez9YipinNQ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

élite, determina una composición corporal adecuada. Un estudio realizado tanto en mujeres como varones para determinar la distribución de grasa subcutánea, encontró que tras el programa de acondicionamiento físico de 90 días, hubo una reducción de la grasa corporal total mediante la movilización y el uso de grasa subcutánea y por otro lado, aumentó la masa corporal magra total en ambos grupos, lo que se corrobora en los resultados de la población policial.¹¹⁷

Boyce, et al., realizaron una investigación, solamente en oficiales de policía, tomando en cuenta 12 años de comparaciones entre sexos y razas, revelando que las variables de composición corporal (porcentaje de masa grasa corporal, masa grasa y masa magra), aumentaron significativamente, independientemente del sexo y la raza, observándose diferencias de sexo y raza en la magnitud del cambio en la masa corporal, además que por otra parte, el nivel de composición corporal en el momento del reclutamiento, que también fue medido, no parece afectar significativamente la magnitud del cambio a lo largo del tiempo.

Dado que el rendimiento en el trabajo y la salud están ligados a los factores de la composición corporal, y que dichos factores son ellos mismos, interdependientes, es poco realista exigirle simplemente a un oficial que evite aumentar la masa corporal¹¹⁸.

Los pliegues cutáneos, que determinan la cuantificación del volumen graso corporal, tiene una utilidad discutible pero valiosa, dada la sencillez metodológica, coste reducido y de carácter no invasivo, siendo estas las razones por las cuales se las utiliza en la práctica clínica y epidemiológica, y que basa su uso tomando en cuenta que entre el 27 y 42% de la grasa corporal total se halla a nivel subcutáneo, siendo el grosor y la localización un reflejo óptimo de la composición corporal y el balance energético del sujeto a largo plazo¹¹⁹.

¹¹⁷ Kumar, A., Mokha, R. Fat Distribution after a Conditioning Programme in Males & Females. Journal of Exercise Science and Physiotherapy, Vol. 1, No.1 & 2: 74-80, 2005. Disponible en: <http://medind.nic.in/jau/t05/jaut05p74.pdf>

¹¹⁸ Robert Boyce, Glenn Jones, Cameron Lloyd y Edward Boone (2008). *Estudio Longitudinal en Oficiales de Policía: Cambios en la Composición Corporal a lo largo de 12 años con Comparaciones entre Sexos y Razas*. Disponible en: <http://g-se.com/es/salud-y-fitness/articulos/estudio-longitudinal-en-oficiales-de-policia-cambios-en-la-composicion-corporal-a-lo-largo-de-12-anos-con-comparaciones-entre-sexos-y-razas-1138>

¹¹⁹ González, E. Composición Corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinología y Nutrición*. Vol. 60, Núm. 02. 2013. Disponible en: <http://www.elsevier.es/en-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-composicion-corporal-estudio-utilidad-clinica-90186997>

Varios estudios buscan los mejores indicadores, predictores o herramientas para determinar, además de la grasa corporal, su correlación con la salud o rendimiento de la población a la cual se dirigen.

Es así que, Arruda M., Cossio-Bolaños M.A., y Portella D. en 2009, en su estudio en 136 futbolistas profesionales de la Primera División peruana evidenciaron que para predecir el PMG de futbolistas profesionales bastaría con evaluar los pliegues Tricipital, Subescapular, Suprailíaco y abdominal, formando estos elementos antropométricos, parte de factores que dan cuenta de un óptimo rendimiento deportivo¹²⁰.

En un estudio que evalúa al ultrasonido como predictor de la grasa corporal total, los autores encontraron una correlación significativa en el PMG y el IMC, así como también con el punto de medición de grasa subcutánea abdominal¹²¹.

Por otro lado, Bustamante D., realizó una investigación en la búsqueda del mejor indicador de sobrepeso en el cadete naval, utilizando la sumatoria de 4 pliegues (subescapular, suprailíaco, supraespinal y abdominal) siguiendo el protocolo ISAK, con lo cual llegaron a la conclusión de que los pliegues son una buena herramienta para la discriminación entre masa grasa y masa magra en cadetes con igual IMC¹²². De lo anteriormente expuesto podemos dar cuenta de que los pliegues, tanto Subescapular (p 0,019) y abdominal (p 0,013) están dentro de los predictores más confiables de PMG, y es así que en los policías evaluados, justamente son estos dos, los que se diferencian de una manera significativa y que marcan claramente a los dos grupos, tanto oficiales como clases.

Debemos recalcar la importancia significativa que el PMG tiene, a pesar de que no se hizo evidente la asociación significativa entre los grupos de la investigación (p = 0,062), si se pudo ver que su valor estuvo muy cercano al valor p deseado (p<0,05) tomando en cuenta un valor mayor en oficiales. A pesar de aquello, ambos conglomerados se ubican con un valor

¹²⁰ Arruda. M. Cossio-Bolaños M.A., Portella D. Los pliegues cutáneos como predictores del porcentaje de grasa en futbolistas profesionales. *Biomecánica*, 17 (2), 2009, pp. 38 – 45. Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/12293/04%20Los%20pliegues%20cut%20neoes%20como%20predictores%20del%20porcentaje%20de%20grasa%20en%20futbolistas%20profesionales.pdf?sequence=1>

¹²¹ Romero, R. et. al., Estudio piloto sobre el ultrasonido como herramienta para la predicción de grasa corporal total. Maracaibo. Venezuela. 2013. Disponible en: http://www.revistasindrome.com/rev_sindrome2_2013/estudio_piloto.pdf

¹²² Bustamante, D. Antropometría y composición corporal. búsqueda del mejor indicador de sobrepeso en el cadete naval. Argentina. 2004. Disponible en: <http://www.ara.mil.ar/archivos/Docs/06.bustamante.pdf>

óptimo tanto para sexo y edad, además de que como se explicó anteriormente existe una correlación directa con el IMCM.

En el estudio realizado en la Dirección Nacional de Educación de la Policía Nacional, quedó reflejado que en un principio solamente el 38% de los sujetos estaban catalogados como PMG normal, mientras que posterior a la intervención, el 47% de los individuos ya entró a formar parte del rango deseado de la variable medida¹²³.

Un estudio comparativo que tomó en cuenta policías del GIR y policías del Servicio Urbano en el Valle de los Chillos, ambos grupos localizados en la ciudad de Quito y realizado en 2014¹²⁴, tomó como base a 30 miembros de cada una de las unidades a los cuales se les aplicó una encuesta de actividad física respectiva, y se obtuvieron datos antropométricos, en los cuales se aplicó la misma base teórica para la determinación del PMG, encontró que este valor se situó en 13,16%, con una media de edad de 29 años. Podemos establecer que este valor, al igual que en el GIR – Manta, se ubica dentro del rango ideal para sexo y edad. Sin embargo, es importante recalcar, y como se verá más adelante, la media de edad en el GIR – Manta es de 32 años, lo que puede coincidir con un aumento del valor de este porcentaje en este grupo, el mismo que se sitúa como promedio general en 15%, sin realizar la estratificación específica entre oficiales y clases.

Una investigación realizada en 51 cadetes varones físicamente activos y que realizan entrenamiento físico militar de la Academia de Policía Militar en Río de Janeiro en 2009, pone en evidencia la correlación inversa que existe entre VO2 máx., PMG y perfil lipídico, lo que permitió afirmar que los individuos que consiguen mantener sus niveles de VO2 máx. (media de 46,19 ml/kg/min, para este estudio) elevados a través de la práctica regular de ejercicio físico tienen a presentar menores niveles de TG ligado a un menor nivel de grasa relativa¹²⁵.

¹²³ Op. Cit. Chamorro, N. Pág. 4

¹²⁴ Dalgo, J. Influencia del Servicio Policial en la Composición Corporal de los Miembros Policiales del Servicio Urbano de la Unidad de Vigilancia Los Chillos y del Grupo de Intervención y Rescate Quito. Propuesta Alternativa. [tesis]. Sangolquí. 2014.

¹²⁵ Silva, M. J. S., Rabelo, A. S., Vale, R. G. S., Ferrão, M. L. D., Sarmiento, L., Dantas, E. H. M.. Correlación entre VO2 max, gordura relativa y perfil lipídico, en cadetes de la Academia de Policía Militar del Estado de Río de Janeiro. *European Journal of Human Movement* [en línea] 2009, 22 (Junio-Sin mes) : [Fecha de consulta: 11 de agosto de 2015] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274219861010>> ISSN 0214-0071

El VO2 máx. por ser una variable que mide las posibilidades de resistir a las demandas físicas y la resistencia cardiorrespiratoria es comparable en varias poblaciones, así por ejemplo una revisión sistemática de estudios del consumo máximo de oxígeno en bomberos realizado por Rojas Quirós entre el 2009 y 2012, reveló que los valores oscilan entre 39,20 y 58,21 ml/kg/min, que varía según su condición inicial proponiendo en general que un bombero debe poseer valores de VO2 máx. por encima de los 43 ml/kg/min, lo cual recomiendan para poseer una buena capacidad aeróbica que le permita desenvolverse en sus funciones básicas como bombero¹²⁶.

La relación existente entre el VO2 máx. y la edad puede ser observada en varios estudios. Prieto et. al., en 2013 investigaron la influencia de la edad en la capacidad aeróbica y su relación con indicadores de la salud en tres grupos de rescate, todos varones, entre ellos bomberos, socorristas y trabajadores de rescate en minas, de entre 21 y 36 años en promedio, en los cuales se realizaron pruebas de esfuerzo, análisis de PMG a través de plicometría, y se concluyó que existe una disminución significativa en el VO2 máx. de los participantes de mayor edad, que afecta la eficacia de la labor de rescate¹²⁷.

Una investigación realizada en estudiantes universitarios en Malasia en el 2010, con similares características de los sujetos del presente estudio (26 +/- 5 años de edad y 168 +/- 5 cm de alto y 73 +/- 5 kg de peso) y que valoraron la relación entre el consumo máximo de oxígeno (VO2 máx.) y el porcentaje de masa grasa (PMG), demostraron la existencia de una correlación negativa entre estas dos variables, es decir que, un VO2máx elevado va de la mano de un PMG bajo y una mejor composición corporal¹²⁸.

En varios países se ha realizado estudios de composición corporal y rendimiento, medidos a través de la capacidad aeróbica. Es así que, un estudio realizado en Finlandia y

¹²⁶ Rojas, J. Consumo Máximo de Oxígeno (VO2 máx) en bomberos: Revisión Sistemática de Estudios. Revista MHSalud (ISSN: 1659-097X) Vol. 9. No. 2. Agosto – Diciembre, 2012. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/mhsalud/article/view/5200>

¹²⁷ Prieto, J., Gonzalez, V., Del Valle, M., Nistal, P., The Influence of Age on Aerobic Capacity and Health Indicators of Three Rescue Groups. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 2013, Vol. 19, No. 1, 19–27. Sports Medicine and Physical Education, University of Oviedo, Oviedo, Spain. Disponible en: <http://archiwum.ciop.pl/58232>

¹²⁸ Amani, A.R., Somchit M.N., Konting M.M., Kok L.Y. Relationship between Body Fat Percent and Maximal Oxygen Uptake among Young Adults. *Journal of American Science* 2010;6(4):1-4 Disponible en: http://www.sciencepub.net/american/am0604/01_2002_physiology_am0604_1_4.pdf

publicado en 2012, que evaluó estos parámetros durante el servicio militar en 945 hombres, detectaron asociación significativa entre el rendimiento aeróbico y cambios en el peso ($p < 0,001$), circunferencia de la cintura ($p < 0,001$), masa grasa ($p < 0,001$), y el área de grasa visceral ($p < 0,001$) tomando en cuenta el inicio de su actividad y su desarrollo dentro del reclutamiento, con lo cual pudieron concluir que, cambios favorables en la composición corporal se asocian con un mejor rendimiento aeróbico durante un período de entrenamiento físico, como el servicio militar, hallazgos que son más evidentes entre los hombres con sobrepeso y obesidad y lo cual se puede aplicar a nivel de población en la reducción de la obesidad y comorbilidades¹²⁹.

Una revisión de la ciencia que sustenta las normas de la composición corporal y la preparación física del Ejército de EE.UU. fue publicado en el 2012. Lograron obtener tablas comparativas de esta población específica, y la información es de suma importancia, así, las normas de composición corporal de los militares no están destinadas para predecir el rendimiento sino que motivan el acondicionamiento físico y los hábitos nutricionales promoviendo la preparación física individual. La excesiva grasa, especialmente la grasa intraabdominal, se asocia con aumento del riesgo de la salud y la mala apariencia militar (la "Barriga"). Esta distribución de la grasa corporal es particularmente susceptible a las influencias ambientales como el ejercicio y control de la dieta, pero también se ve afectada por las hormonas del estrés y otros factores metabólicos¹³⁰.

Existen otro tipo de asociaciones en relación a grupos similares al de la presente investigación, por ejemplo la asociación de la condición aeróbica relacionada con lesiones en el Servicio de Bomberos de Tucson, Arizona que tomó referencia desde el 2005 al 2009. Aquí se pudo evidenciar que personas en la categoría más baja nivel de condición física ($VO_2\text{máx} < 43 \text{ ml / kg / min}$) tuvieron 2,2 veces más probabilidades para presentar lesiones que los individuos de la categoría de mayor nivel de condición física ($VO_2\text{máx} > 48 \text{ ml / kg / minuto}$), con lo cual se pudo evidenciar que la mejora de la capacidad aeróbica relativa reduce el riesgo

¹²⁹ Mikkola, I., et al., Aerobic performance and body composition changes during military service. *Scand J Prim Health Care*. 2012 Jun; 30(2): 95–100. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3378011/>

¹³⁰ Friedl, K. Body Composition and Military Performance – Many Things to many people. *Journal of Strength and Conditioning Research*. National Strength and Conditioning Association. 2012. 26(7)/S87–S100. Disponible en: <http://hprc-online.org/physical-fitness/files/JSCRS87BodyComposition.pdf>

de una lesión en un 14%. Estos resultados ilustran la importancia de la aptitud para reducir el riesgo de lesiones en ocupaciones físicamente exigentes, tales como el servicio de bomberos, y apoyan la necesidad de proporcionar recursos específicos para la programación estructurada de fitness y la promoción de estrategias de prevención de lesiones a personas en esos campos¹³¹.

Una investigación realizada en 99 soldados varones del Departamento de Defensa de los Estados Unidos comparó la eficacia de las pruebas de aptitud física y fisiológica tomando en cuenta su porcentaje de masa grasa, mostrando que los que poseían un PMG $\leq 18\%$ realizaron significativamente mejor en 7 de 10 pruebas de aptitud física y además habían mejorado la capacidad aeróbica y anaeróbica ligado también con el aumento de la fuerza muscular¹³².

Evaluaciones de la aptitud física e IMC en militares iraníes divididos en grupos de oficiales de mayor y menor rango obtuvieron una diferencia significativa sobre todo en lo que resistencia cardiovascular y muscular se refiere, lográndose mejores resultados en los de menor rango ($P < 0,05$). No hubo diferencias significativas entre los dos grupos en términos de IMC y BF% basado en la OMS¹³³ ya que ambos se encontraban en rango normal, que en nuestros policías de élite también fue una tendencia, ya que tanto en oficiales como en clases se obtuvieron valores sin diferencia estadística significativa.

Un estudio de doble propósito en el cual se usó el IMC y el PMG con el fin de monitorear a los cadetes de la Academia del Ejército Helénica,

El propósito de este estudio fue doble para examinar el uso de IMC y el PMG, demostró que los cadetes que pertenecían a los grupos con menor IMC y PMG tienen una ventaja en su rendimiento durante las pruebas. El PMG se presentó como un predictor más

¹³¹ Popli G. et al. The association of aerobic fitness with injuries in the fire service. American Journal of Epidemiology. Volume 179, Issue 2. Pp. 149-155. Disponible en: <http://aje.oxfordjournals.org/content/179/2/149.full>

¹³² Crawford, K. et. al., Less Body Fat Improves Physical and Physiological Performance in Army Soldiers. MILITARY MEDICINE, Vol. 176, January 2011. Disponible en: <http://www.nmrl.pitt.edu/sites/default/files/presentations/Crawford%20Less%20Body%20Fat.pdf>

¹³³ Reza, A., et al. Evaluation of Physical fitness and Body Composition Indices in Iranian Military Officer Trainees. Journal of Archives in Military Medicine. 1(1): 39-42. Disponible en: <http://jammonline.com/14550.fulltext>

exacto que el IMC en los cadetes y su probabilidad para llevar a cabo tareas específicas, que pueden ayudar a mejorar el rendimiento, recomendando así el uso de más de un componente para la clasificación antropométrica de los cadetes y no depender únicamente en valores de IMC, con el fin de tener un panorama más integral de su estado físico y nivel de actividad física¹³⁴.

Otras investigaciones en los cuales se verifican los efectos de la composición corporal y el rendimiento físico después de sesiones específicas de entrenamiento, nos muestran datos que de igual manera se pueden asociar a los sujetos pertenecientes al GIR, así por ejemplo, 287 cadetes varones de la Escuela Militar en Brasil, luego de 13 semanas de entrenamiento, obtuvieron una reducción significativa de la IMC, PMG y en pliegue tricípital y pliegue abdominal, así como aumento de los pliegues cutáneos Suprailíaco y en la masa libre de grasa masa tomando en cuenta el período desde su inicio y final de formación. Se vieron mejoras significativas también en las pruebas físicas, lográndose un mejor rendimiento¹³⁵.

Una Revisión sistemática y Meta-Análisis en el cual correlacionaron pruebas de aptitud física y rendimiento en militares, para garantizar una que se asocie en el futuro como gold estándar y requisito común en el trabajo físico determinaron que la VO2 máx es fundamental para evaluar la capacidad física básica de los soldados para llevar a cabo las tareas críticas, y siendo nuestros policías atletas tácticos que realizan este tipo de trabajo en su área laboral, podemos considerar que su determinación, al igual que en nuestro estudio es de suma importancia dentro de la evaluación del policía de élite¹³⁶.

Dentro de nuestro estudio encontramos similitudes con la revisión bibliográfica realizada, ya que dentro de los parámetros medidos, a pesar de no existir una asociación estadísticamente significativa entre los grupos ($p=0,105$), se determinó una VO2 máx. con valores que están dentro de lo esperado para esta población tanto en oficiales como clases

¹³⁴ Spartali, I., Kostantinos, H., Ioannis, K., Thrasivoulos, P., Body Fat Percentage and Body Mass Index as Predictors of Cadets' Physical Performance. The Open Sports Sciences Journal, 2014, 7, (Suppl-1, M9) 53-59. Disponible en: <http://benthamopen.com/contents/pdf/TOSSJ/TOSSJ-7-53.pdf>

¹³⁵ Almeida de Avila, J. et. al., Effect of 13 weeks of military exercise training on the body composition and physical performance of espex students. Rev Bras Med Esporte – Vol. 19, No 5 – Sep/Oct, 2013. Disponible en: http://www.scielo.br/pdf/rbme/v19n5/en_a13v19n5.pdf

¹³⁶ Hauschild, V., Correlations between Physical Fitness Tests and Performance of Military Sb. GRANT NUMBER Tasks: A Systematic Review and Meta-Analyses. Disponible en: www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA607688

(49,20 y 52,12 ml/kg/min respectivamente), sobre todo por el trabajo que realizan, en relación a su entrenamiento físico y táctico. Además podemos relacionar la edad de los sujetos, ya que a mayor edad en oficiales, su VO₂ máx. es un tanto menor que la de los policías clases lo cual esta descrito en líneas anteriores. Otra estimación interesante es la comparación del PMG y la VO₂ máx., que de igual manera, es inversamente proporcional en este grupo de sujetos, es decir a mayor PMG menor capacidad aeróbica y que al igual que varios estudios existe evidencia de su relación.

Evaluaciones futuras en la población específica de este estudio deberían sustentarse en una valoración que incluya parámetros bioquímicos, dietéticos, clínicos y antropométricos que permitan reconocer su particularidad dentro de la sociedad en la cual se desarrollan como profesionales y para que los datos obtenidos se conviertan en herramientas efectivas como mecanismos para entrenamiento específico, preparación física, mejoramiento de la salud, y establecer sistemas de evaluación constante en profesiones como ésta.

CAPITULO 10

1. PERFIL ANTROPOMÉTRICO DEL POLICÍA DE ÉLITE

Aspectos antropométricos de la policía de élite, GIR, han sido poco investigados en Ecuador. Así, uno de los objetivos de este estudio fue determinar las características antropométricas y morfológicas de este grupo de individuos en particular.

Este conjunto de policías lleva a cabo actividades de alta participación física, tomando en cuenta sus áreas de especialización y capacitación para satisfacer el ámbito de acción en: desactivación de bombas, rescate y evacuación de personas, protección de dignatarios, liberación de personas plagiadas, tiro, operaciones antinarcóticos, rescate subacuático, rescate de montaña, etc., lo que hace que sea interesante estudiar y caracterizar a este tipo de población

La base teórica en relación al perfil antropométrico y toma de datos, ya fueron descritos ampliamente en segmentos anteriores, por lo que vamos a centrar nuestra atención en los datos específicos que arrojó el estudio.

Tabla 10. Características de la muestra (n=30) de los policías del GIR – Manta. Febrero a Marzo. 2015.

VARIABLE	MEDIA	DESV. TÍP.	MÍNIMO	MÁXIMO
Edad (años)	32,47	6,257	23	47
Peso (kg)	73,93	6,493	62	86
Talla (m)	1,68	0,528	1,60	1,82
Tiempo en GIR	7,83	6,492	1	21

Tabla 11. Valores medios, desviación típica, mínimo y máximo de PMG, Peso graso (PG), Peso Muscular (PM), Masa Magra (MM), e IMC en el grupo de policías del GIR – Manta. Febrero a Marzo. 2015.

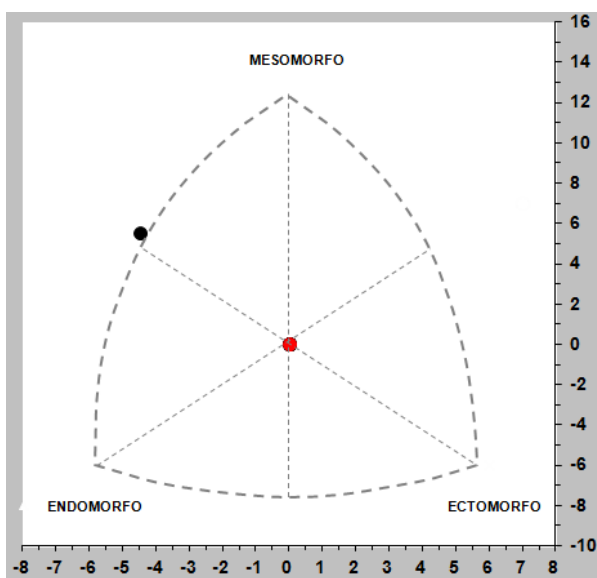
VARIABLE	MEDIA	DESV. TÍP.	MÍNIMO	MÁXIMO
PMG (%)	15,830	3,759	10,296	24,143
PG (Kg)	15,266	6,458	6,383	30,461
PM (Kg)	30,011	6,349	17,287	39,844
MM (Kg)	58,667	6,632	17,287	39,844
IMC (Kg/m ²)	26,088	1,996	23,335	30,470

DESCRIPCIÓN: En relación al PMG (%), podemos concluir que la población está dentro de los rangos establecidos para la normalidad (12 – 18%), tomando en cuenta, y como fue la tendencia en el estudio, que el IMC está por encima del límite que determina el sobrepeso (IMC > 24,9), sin embargo tanto el peso muscular como la masa magra son adecuadas para el sexo y edades respectivas.

Tabla 12. Características del somatotipo de los policías del GIR – Manta. Febrero a Marzo. 2015

VARIABLE	MEDIA	DESV. TÍP.	MÍNIMO	MÁXIMO
Endomorfia	5,493	1,541	2,807	8,491
Mesomorfia	6,048	0,691	4,835	7,803
Ectomorfia	1,030	0,653	-0,291	2,455

En lo que respecta a esta variable, debemos hacer una consideración más, ya que con los datos antes expuestos, obtuvimos los valores que van a ser representados en la somatocarta, es así que, el grupo en estudio corresponde al somatotipo ENDO - MESOMORFICO



SOMATOTIPO		
COORDENADAS	X	Y
VALOR	-4,46	5,57

Tabla 13. Componente de la aptitud física de los policías GIR – Manta. Febrero a Marzo. 2015.

VARIABLE	MEDIA	DESV. TÍP.	MÍNIMO	MÁXIMO
FLEXIBILIDAD DEL TRONCO (CM)	3,577	4,453	-7	12
FUERZA (BRAZOS - # FLEXIONES)	33,57	8,224	17	51
ABDOMINALES (#REPETICIONES)	35,80	10,918	16	55
FUERZA (PIERNAS – SALTO HORIZONTAL)	1,744	0,197	1,50	2,30

DESCRIPCIÓN: Como se puede observar, tomando en cuenta la media de edad (32,47 años) y comparándolo con todos los componentes analizados, los resultados fueron los siguientes:

- Primer componente: percentil 50
- Segundo componente: percentil 90.
- Tercer componente: percentil 60
- Cuarto componente: deficiente

Con esta información podemos concluir que en los individuos del estudio, el tren superior es más desarrollado que el tren inferior, tomando en cuenta los parámetros, las respectivas evaluaciones y tablas de comparación utilizadas.

Tabla 14. Umbral Anaeróbico determinado mediante el Test de Conconi en los policías del GIR – Manta. Febrero a Marzo. 2015

VARIABLE	MEDIA	DESV. TÍP.	MÍNIMO	MÁXIMO
VELOCIDAD (Km/h)	27,13	0,776	26	28
TIEMPO (min)	0:05:21	0,0004	0:04:30	0:06:00
FRECUENCIA CARDÍACA (Lat/min)	160,20	11,031	137	174

DESCRIPCIÓN: El parámetro fundamental del Test de Conconi para la determinación del Umbral anaeróbico (UAn = 4mMol/l) es la Frecuencia Cardíaca (FC), la cual bordea el valor descrito en la base teórica (160 – 180 lat/min), y que además toma en cuenta que a ese nivel se trabaja entre el 65 – 80% de la VO₂ máx. Es importante puntualizar que el UAn es diferente para cada persona y nivel de entrenamiento¹³⁷¹³⁸¹³⁹, sin embargo que es una buena medida del trabajo que realizan en este grupo en particular.

¹³⁷ Barbany, J.R., Fisiología del ejercicio y el entrenamiento. Metabolismo General durante el ejercicio. Consumo de O₂ y producción de CO₂. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2002. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=kq0XqZoY8YoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

¹³⁸ Wanceulen, A. et. al. Bases para el proceso de selección y formación de jóvenes futbolistas para el alto rendimiento. Entrenabilidad: efectos del entrenamiento sobre capacidades modificables y sobre capacidades poco o nada modificables. Wanceulen Editorial Deportiva. Sevilla. España. 2015. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=uFfBCAAAQBAJ&pg=PA64&dq=umbral+anaerobico+frecuencia+cardiaca&hl=es&sa=X&ved=0CDYQ6AEwBGoVChMI4YigsdqxxwIVxaYeCh1argGG#v=onepage&q=umbral%20anaerobico%20frecuencia%20cardiaca&f=false>

¹³⁹ Op. Cit. Sergeyevich V. Pág 54

Tabla 15. Capacidad aeróbica (VO2 máx.) determinado mediante el test de Cooper en los policías del GIR

– Manta. Febrero a Marzo. 2015

VARIABLE	MEDIA	DESV. TÍP.	MÍNIMO	MÁXIMO
VO2 máx.	51,63	3,864	45	58

DESCRIPCIÓN: Esta variable muestra que el policía de élite, posee un VO2 máx. por encima del promedio (33,8 – 42,5 ml/Kg/min) de las tablas de evaluación para la población general tanto para sexo como para edad, y como analizamos anteriormente, se ubican dentro de los rangos esperados para este tipo de población, tomando en cuenta la actividad laboral que realizan.

CONCLUSIONES

A la vista de los resultados del presente estudio podemos apuntar que la muestra de oficiales de policía del GIR – Manta presentan un mayor PMG y menor VO2 máx. comparados con los policías clases, lo que se contrapone a las hipótesis expuestas.

Sin embargo y a pesar de aquello, los niveles de las dos variables en cuestión, son adecuados para la rutina del entrenamiento físico policial, confirmando que puede ser aplicado para todos los policías activos como forma de mantenimiento de la forma física y control de salud.

El determinar indicadores de este tipo, permiten no solo identificar problemas de salud que pueden estar afectando a los sujetos, sino, también pueden convertirse en herramientas efectivas para el control de los entrenamientos, y establecer sistemas de evaluación constante que se deberían realizar en profesiones como éstas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar investigaciones futuras, en las cuales no sólo se midan estas variables, sino también crear protocolos específicos para esta población específica, que puedan evidenciarse científicamente en cuanto a su efectividad y así se aplicados a la población policial en general.

Los profesionales de la Medicina del Deporte, podemos desempeñar un papel fundamental dentro de las instituciones públicas o privadas, identificando la composición corporal y aptitudes físicas óptimas para el cargo que se va a desempeñar, y su relación con la selección, el entrenamiento, el rendimiento laboral y las salud de los individuos en todos los ámbitos de la sociedad en la cual nos desarrollamos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription / American College of Sports Medicine ; senior editor, Linda S. Pescatello ; associate editors, Ross Arena, Deborah Riebe, Paul D. Thompson. — 9th ed. Copyright © 2014
2. Almeida de Avila, J. et. al., Effect of 13 weeks of military exercise training on the body composition and physical performance of espex students. Rev Bras Med Esporte – Vol. 19, No 5 – Sep/Oct, 2013. Disponible en: http://www.scielo.br/pdf/rbme/v19n5/en_a13v19n5.pdf
3. Alter M., Science of Flexibility. Unit 1. Overview: Basic Sciences Related ti Flexibility. Human Kinetics. 3rd Edition. USA. 2004
4. Amani, A.R., Somchit M.N., Konting M.M., Kok L.Y. Relationship between Body Fat Percent and Maximal Oxygen Uptake among Young Adults. Journal of American Science 2010;6(4):1-4 Disponible en: http://www.sciencepub.net/american/am0604/01_2002_physiology_am0604_1_4.pdf
5. American College Of Sports Medicine. Manual de Consulta para el Control y la Prescripción del Ejercicio. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2008.
6. American College of Sports Medicine. Manual de Consulta para el Control y la Prescripción del Ejercicio. Resource Manual of Guidelines for Excercise Testing and Prescription. Traducción: Eduardo Iriarte. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2000.
7. American Heart Association. Actividad física. 2006: 1-8. Disponible en: http://www.heart.org/downloadable/heart/1165854699102CSC_PhyActivity_Repros.pdf.
8. Aragón L., Fernández A., Fisiología del Ejercicio. Respuestas, entrenamiento y medición. Preparación fisiológica para el Rendimiento físico. Editorial de la Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica. 1995.
9. Arruda. M. Cossio-Bolaños M.A., Portella D. Los pliegus cutáneos como predictores del porcentaje graso en futbolistas profesionales. Biomecánica, 17 (2), 2009, pp. 38 –

45. Disponible en:
<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/12293/04%20Los%20pliegues%20cut%20neos%20como%20predictores%20del%20porcentaje%20graso%20en%20futbolistas%20profesionales.pdf?sequence=1>

10. Asker Jeukendrup, William H Saris y Anton J Wagenmakers (1999). *Metabolismo de las Grasas Durante el Ejercicio Una Revisión. Parte II: Regulación del Metabolismo y los Efectos del Entrenamiento*. PubliCE Standard. Disponible en:<http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/metabolismo-de-las-grasas-durante-el-ejercicio-una-revision.-parte-ii-regulacion-del-metabolismo-y-los-efectos-del-entrenamiento-842>

11. Asker Jeukendrup, William H Saris y Anton J Wagenmakers (1999). *Metabolismo de las Grasas Durante el Ejercicio: Una Revisión Parte I: Movilización de Ácidos Grasos y Metabolismo Muscular*. PubliCE Standard. Disponible en: <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/metabolismo-de-las-grasas-durante-el-ejercicio-una-revision-parte-i-movilizacion-de-cidos-grasos-y-metabolismo-muscular-833>

12. Baechle, T., Earle, R., Principios del entrenamiento de la fuerza y del acondicionamiento físico. Bioenergética del ejercicio y el entrenamiento. Editorial Panamericana. 2007. P 75 – 80.

Baldayo M., Steele S., Somatotipo y Deporte. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, Año 15, N° 154, Marzo de 2011. Disponible en:
<http://www.efdeportes.com/efd154/somatotipo-y-deporte.htm>

13. Ballordo E. Entrenamiento deportivo. Yo-yo test y Course Navette. 2010. Disponible en: <https://entrenamientodeportivo.wordpress.com/2010/01/04/yo-yo-test-y-course-navette/>

14. Barbany J., Fisiología del Ejercicio Físico y del Entrenamiento. Unidad Motora. Fuerza y potencia Muscular. Editorial Paidotribo. Barcelona. 2002

15. Barbany, J.R., Fisiología del ejercicio y el entrenamiento. Metabolismo General durante el ejercicio. Consumo de O₂ y producción de CO₂. Editorial Paidotribo.

- Barcelona. España. 2002. Disponible en:
https://books.google.com.ec/books?id=kq0XqZoY8YoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
16. Bean, A. La guía completa de la nutrición del deportista. Las grasas. Editorial Paidotribo. Barcelona – España. 2007. Pág. 167. Disponible en:
https://books.google.com.ec/books?id=8ez9YipinNQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
17. Bustamante, D. Antropometría y composición corporal. búsqueda del mejor indicador de sobrepeso en el cadete naval. Argentina. 2004. Disponible en:
<http://www.ara.mil.ar/archivos/Docs/06.bustamante.pdf>
18. Carbajal Azcona, A.. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <https://www.ucm.es/nutricioncarbajal/>
19. Cárdenas. S. Estilos de vida e índice de masa corporal de los policías que laboran en la Comisaría Alfonso Ugarte Lima, [tesis]. 2012.
20. Casimiro A., Delgado M., Fernández M., Águila C., Actividad física, educación y salud. Condición física, actividad física habitual, y su relación con la salud. Editorial Universidad de Almería. Almería. España. 2014. Pág. 120.
21. Celik Ö., Nazan S., Korkusuz F., Bozkurt M., RELIABILITY AND VALIDITY OF THE MODIFIED CONCONI TEST ON CONCEPT II ROWING ERGOMETERS. Journal of Strength and Conditioning Research, 2005, 19(4), 871–877. National Strength & Conditioning Association
22. Chamorro, N. Incidencia de la actividad física en el porcentaje de grasa corporal y capacidad aeróbica del personal de la Dirección Nacional de Educación de la Policía Nacional. [tesis]. Sangolquí. 2008.
23. Cook I. WAS THE CONCONI TEST VALIDATED BY SPORTING SUCCESS, EXPERT OPINION OR GOOD SCIENCE? South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation, 2011, 33(1): 23-35.

24. Crawford, K. et. al., Less Body Fat Improves Physical and Physiological Performance in Army Soldiers. MILITARY MEDICINE, Vol. 176, January 2011. Disponible en: <http://www.nmrl.pitt.edu/sites/default/files/presentations/Crawford%20Less%20Body%20Fat.pdf>
25. Dalgo, J. Influencia del Servicio Policial en la Composición Corporal de los Miembros Policiales del Servicio Urbano de la Unidad de Vigilancia Los Chillos y del Grupo de Intervención y Rescate Quito. Propuesta Alternativa. [tesis]. Sangolquí. 2014.
26. David R Bassett y Edward T Howley (2000). *Factores Limitantes del Máximo Consumo de Oxígeno y Determinantes del Rendimiento de Resistencia*. PubliCE Premium.
<http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/factores-limitantes-del-maximo-consumo-de-oxigeno-y-determinantes-del-rendimiento-de-resistencia-281>
27. De Diego M., Términos de enciclopedia. Umbral Láctico. Disponible en: <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/wiki/umbral-lactico>
28. Department of Health, Physical Activity, Health Improvement and Prevention. At least five a week. Evidence on the impact of physical activity and its relationship to health. A report from the Chief Medical Officer. 2004. Disponible en: http://www.dh.gov.uk/prod_consum_dh/groups/dh_digitalassets/@dh/@en/documents/digitalasset/dh_4080981.pdf
29. Department of Military and Emergency Medicine Uniformed Service University of the Health Science. The Navy SEAL Physical Fitness Guide. 1997.
30. Díaz B Erik, Galgani F José. Aspectos metabólicos y dietarios involucrados en la etiología de la obesidad en mujeres chilenas. Rev. méd. Chile [revista en la Internet]. 1999 Sep [citado 2015 Abr 22] ; 127(9): 1126-1135. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98871999000900015&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98871999000900015>.

31. Díaz J., Espinosa O., Determinación del porcentaje de masa grasa, según mediciones de perímetros corporales, peso y talla: Un estudio de validación. *Int. J. Morphol.*, 30(4):1604-1610, 2012.
32. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Facultad Ingeniería Industrial. Laboratorio de Producción. Edición 2008.
33. FEDEME. Plan Integral para la Actividad Física y el Deporte. Versión 1. Deporte en el Ámbito Laboral. Disponible en: <http://femede.es/documentos/Laboralv1.pdf>
34. FEDEME. Utilidad del electrocardiograma de reposo en la prevención de la muerte súbita del deportista. Documento de consenso de la federación española de medicina del deporte. Archivos de Medicina del Deporte. VOLUMEN XXIV - N° 119 – 2007. Disponible en: <http://www.femede.es/documentos/119-Consenso%20ECG.pdf>
35. Feriche B., Delgado M., Motricidad. *European Journal of Human Movement, Evolución y Aplicación Práctica del Umbral Anaerobio en el Entrenamiento Deportivo*. Revisión. Granada. España. 1996: 2, 39-53
36. Fernández J M., Vayreda M., Casamitiana R., Saez M., Índice de masa corporal (IMC) y porcentaje de masa grasa: un IMC mayor de 27,5 kg/m² podría suponer obesidad en la población española. Girona. 2001
37. Friedl, K. Body Composition and Military Performance – Many Things to many people. *Journal of Strength and Conditioning Research*. National Strength and Conditioning Association. 2012. 26(7)/S87–S100. Disponible en: <http://hprc-online.org/physical-fitness/files/JSCRS87BodyComposition.pdf>
38. Garrett W., Kirkendall D., *Excercise and Sport Science*. Nature of Trainig Effects. Anaerobic Threshold. Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia. USA. 2000. Pág. 80 – 81.
39. Garrido R., González M. Expósito I., Comparación de las fórmulas de Lee y Martin para el cálculo de masa muscular de 3125 deportistas de alto nivel. *Revista Digital*. Año 10. N° 82. Buenos Aires. 2005. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd82/compara.htm>

40. Garrido R., González M., Índice de masa corporal y composición corporal. Un estudio antropométrico de 2500 deportistas de alto nivel. Revista Digital. Año 10. N° 76. 2004. Buenos Aires. Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd76/antrop.htm>
41. George J., Fisher G., Verhs P. Tests y Pruebas Físicas. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.
42. George J., Fisher G., Verhs P. Tests y Pruebas Físicas. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.
43. Gil, Á. Tratado de Nutrición. Nutrición Humana en el estado de Salud. Tomo III. Editorial Médica Panamericana. Madrid. España. 2010. p. 291 – 295
44. González, E. Composición Corporal: estudio y utilidad clínica. Endocrinología y Nutrición. Vol. 60, Núm. 02. 2013. Disponible en: <http://www.elsevier.es/en-revista-endocrinologia-nutricion-12-articulo-composicion-corporal-estudio-utilidad-clinica-90186997>
45. Hauschild, V., Correlations between Physical Fitness Tests and Performance of Military Sb. GRANT NUMBER Tasks: A Systematic Review and Meta-Analyses. Disponible en: www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA607688
46. Henríquez C. Mortalidad atribuible a inactividad física en Santiago de Chile. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. 2009. Vol. 9 (34) pp. 105-113. Disponible en: <http://cdeporte.rediris.es/revista/revista34/artmortalidad101.htm>
47. Heyward V. Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. Editorial Médica Panamericana. 5° edición. Madrid. España. 2008.
48. Heyward, V. Evaluación y Prescripción del Ejercicio. Diseño de programas de control de peso. Editorial Paidotribo. Barcelona – España. 2006. Pág. 156. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=Hu0VyyqLAcR8C&pg=PA156&lpg=PA156&dq=tabla+porcentaje+de+grasa+corporal+%E2%80%93+hombres&source=bl&ots=4D4w35RJd1&sig=VnFhYZd20PyJLhCCBLf0KIUwQvw&hl=es-419&sa=X&ved=0CCwQ6AEwBDgKahUKEwi936iN04_HAhXLox4KHafhAgE#v=0

[onepage&q=tabla%20porcentaje%20de%20grasa%20corporal%20%E2%80%93%20hombres&f=false](#)

49. Horowitz J. Klein S. Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr* 2000;72(suppl):558S–63S. 2000.
50. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-85602012000300005>.
51. <http://nananorexiabulimiaalteraciones3302.blogspot.com/2014/10/obesidad.html>
52. <http://www.cienciaydeporte.net/numeros-anteriores/no-4/26-articulos/65-articulo.html?start=8>
53. Icassatti D. Actividad Física y Salud mental en el envejecimiento. XX Congreso Panamericano de Actividad Física. Lima-Perú; 2007. Disponible: http://www.sportsalut.com.ar/articulos/act_fis_salud/DANILLACORAZZA.pdf
54. Ignjatović A., Hofmann P., Radovanović D., NON-INVASIVE DETERMINATION OF THE ANAEROBIC THRESHOLD BASED ON THE HEART RATE DEFLECTION POINT. *Physical Education and Sport* Vol. 6, No 1, 2008, pp. 1 - 10 Review Paper
55. Infobae [internet]. 2012. [citado 23 de Nov 2014]. Disponible en: <http://www.infobae.com/2012/03/15/637252-gran-bretana-bajara-el-sueldo-policias-obesos>
56. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). e-Análisis. Octava Edición. Abril. 2013. Disponible en: <http://www.inec.gob.ec/inec/revistas/e-analisis8.pdf>
57. Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. 2011 – 2013. Disponible en: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/Presentacion%20de%20los%20principales%20%20resultados%20ENSANUT.pdf
58. Jiménez A. Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones. Barcelona. Editorial INDE; 2007

59. Kokkinos P., Physical Activity an Cardiovascular Disease Prevention. Basic Concepts of Physical Activity and Nutrition. Jones and Bartlett Publishers. United States of America. 2010. Pág. 22
60. Koolman J., Röhm K., Bioquímica: texto y atlas. Metabolismo. Metabolismo de los lípidos. Editorial Médica Panamericana. Madrid. España. 2005. Pág 162.
61. Kumar, A., Mokha, R. Fat Distribution after a Conditioning Programme in Males & Females. Journal of Exercise Science and Physiotherapy, Vol. 1, No.1 & 2: 74-80, 2005. Disponible en: <http://medind.nic.in/jau/t05/jaut05p74.pdf>
62. Lopategui Corsino, E., (2001). El concepto de aptitud física. Disponible en: <http://www.saludmed.com/CsEjerci/FisioEje/Apt-Fi-I.html>
63. Lopategui Corsino, E., (2012). Índices que Determinan el Nivel de Adiposidad, Muscularidad y Distribución del Tejido Adiposo en el Organismo del Ser Humano: Índice de Masa Corporal Magra (IMCM) e Índice de Masa Corporal Grasa (IMCG) Disponible en: http://www.saludmed.com/LabFisio/html/LAB_I23b-Indice_Masa_Corporal_Magra.html
64. Lopategui Corsino, E. (2013). Prescripción de ejercicio - delineamientos más recientes: American College of Sports Medicine (ACSM) - 2014. *Saludmed.com: Ciencias del Movimiento Humano y de la Salud*. Disponible en <http://www.saludmed.com/rxejercicio/rxejercicio.html>
65. Lopategui E., La función de las grasa en el ejercicio y la actividad física. 2003. Disponible en: <http://www.saludmed.com/NutrDept/Lipidos/Lipids-Exr.html>
66. López J. Fernández A., Fisiología del Ejercicio/Physiology of Excercise. Aspectos fisiológicos del ejercicio físico en la mujer. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. Argentina. 2006. Pág. 640 – 641.
67. Malina R. Antropometría. Artículo publicado en el journal [PubliCE Standard](http://g-se.com/es/antropometria/articulos/antropometria-718) del año 1995. Disponible en: <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/antropometria-718>
68. Martínez E., La Capacidad Aeróbica. Educación Física y Deporte. Medellín. 1985

69. Matías Santa María (2013). *Metabolismo de los Lípidos Durante el Ejercicio Físico*. PubliCE Lite.
<http://g-se.com/es/prevencion-y-rehabilitacion-cardiovascular/articulos/metabolismo-de-los-lipidos-durante-el-ejercicio-fisico-160>
70. Medina E., *Actividad Física y Salud Integral*. La Resistencia. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2003. Pág. 94 – 95
71. Mikkola, I., et al., Aerobic performance and body composition changes during military service. *Scand J Prim Health Care*. 2012 Jun; 30(2): 95–100. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3378011/>
72. Mouche M., Determinación de una nueva forma de evaluación de consumo máximo de oxígeno en deportes acíclicos. Aplicación específica en básquetbol. Centro de Estudios de Educación Física. Buenos Aires. Argentina. Disponible en: <http://g-se.com/uploads/biblioteca/6781.pdf>
73. Moxnes J., Comparing VO2 máx Improvement in five training methods. *Adv. Studies Theror. Phys.*, Vol 6. 2012, no. 19, 931 – 957. Disponible en: <http://www.m-hikari.com/astp/astp2012/astp17-20-2012/hauskenASTP17-20-2012-2.pdf>
74. Mudarra J., Solana A., *Temario General para Oposiciones*. Monitor Deportivo. Editorial Mad. Sevilla. España 2002
75. Neiman A, Jacoby E. The first “Award to Active Cities Contest” for the Region of the Americas. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health*. 2003; 14(4). Pp. 277 – 280 Disponible en: <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v14n4/18133.pdf>
76. OMS (2010). *Recomendaciones Mundiales sobre la actividad física para la salud*. Disponible en: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/
77. OMS (2015). Preguntas frecuentes. Disponible en: <http://www.who.int/suggestions/faq/es/>
78. OMS. *Obesidad y Sobrepeso*. Nota descriptiva N°311. Enero de 2015. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

79. Organización Mundial de la Salud. 57ª Asamblea Mundial de Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. 2004. Disponible en: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA57/A57_R17-sp.pdf
80. Orr R. Optimizing the conditioning of new tactical trainees. PTontheNet [Internet]. 2014 [citado 19 Nov 2014] Disponible en: <http://www.ptonthenet.com/articles/Optimizing-the-Conditioning-of-New-Tactical-Trainees-3881>
81. Ortega R. Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención a la salud. La forma física y su mantenimiento. Ediciones Díaz de Santos. Madrid. España. 1992. Pág. 67.
82. Palavecino N., Nutrición para el alto rendimiento. LibrosEnRed. Agosto 2002. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=wuS51UXmJMYC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
83. Pérez M J., Cabrera W., Varela G., Garaulet M. Distribución regional de la grasa corporal. Uso de técnicas de imagen como herramienta de diagnóstico nutricional. Nutrición Hospitalaria. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. 2010.
84. PHAO [Internet]. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. 2002 [citado 19 Nov 2014]. Disponible en: <http://www.paho.org/Spanish/HPP/HPN/whd2002-factsheet2.pdf>
85. Policía Nacional del Ecuador [Internet]. Quito: Policía Nacional del Ecuador; [citado 18 nov 2014]. Valores, Misión, Visión [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.policiaecuador.gob.ec/gir/>
86. Policía Nacional del Ecuador [Internet]. Quito: Policía Nacional del Ecuador; [citado 18 nov 2014]. Grupo de Intervención y Rescate [aprox. 2 pantallas]. Disponible en: <http://www.policiaecuador.gob.ec/gir/>

87. Popli G. et al. The association of aerobic fitness with injuries in the fire service. *American Journal of Epidemiology*. Volume 179, Issue 2. Pp. 149-155. Disponible en: <http://aje.oxfordjournals.org/content/179/2/149.full>
88. Prieto, J., Gonzalez, V., Del Valle, M., Nistal, P., The Influence of Age on Aerobic Capacity and Health Indicators of Three Rescue Groups. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)* 2013, Vol. 19, No. 1, 19–27. Sports Medicine and Physical Education, University of Oviedo, Oviedo, Spain. Disponible en: <http://archiwum.ciop.pl/58232>
89. Real Academia Española de la Lengua. Edición 22°. 2001. Disponible en: <http://lema.rae.es/drae/?val=peso>
90. Rebato E., Muñoz Ma. Jelenkovic A., Salces I., Índice de masa corporal y patrones de distribución de grasa en adultos de la CAV. Universidad del País Vasco. Fac. de CC y Tecnología. Bilbao. 2010.
91. Reza, A., et al. Evaluation of Physical fitness and Body Composition Indices in Iranian Military Officer Trainees. *Journal of Archives in Military Medicine*. 1(1): 39-42. Disponible en: <http://jammonline.com/14550.fulltext>
92. Robert Boyce, Glenn Jones, Cameron Lloyd y Edward Boone (2008). *Estudio Longitudinal en Oficiales de Policía: Cambios en la Composición Corporal a lo largo de 12 años con Comparaciones entre Sexos y Razas*. Disponible en: <http://g-se.com/es/salud-y-fitness/articulos/estudio-longitudinal-en-oficiales-de-policia-cambios-en-la-composicion-corporal-a-lo-largo-de-12-anos-con-comparaciones-entre-sexos-y-razas-1138>
93. Robert M Malina (1995). *Antropometría*. PubliCE Standard. Disponible en: <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/antropometria-718>
94. Rojas, J. Consumo Máximo de Oxígeno (VO₂ máx) en bomberos: Revisión Sistemática de Estudios. *Revista MHSalud* (ISSN: 1659-097X) Vol. 9. No. 2. Agosto – Diciembre, 2012. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/mhsalud/article/view/5200>

95. Rojo-González J. Un análisis de la actividad física para la salud. Encuentros Multidisciplinares [Internet]. 2003 [citado 20 nov 2014];(14). Disponible en: <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA14/Jes%C3%BAs%20Javier%20Rojo%20Gonz%C3%A1lez.pdf>
96. Romero, R. et. al., Estudio piloto sobre el ultrasonido como herramienta para la predicción de grasa corporal total. Maracaibo. Venezuela. 2013. Disponible en: http://www.revistasindrome.com/rev_sindrome2_2013/estudio_piloto.pdf
97. Ross W., Kerr D., (1993). *Fraccionamiento de la Masa Corporal: Un Nuevo Método para Utilizar en Nutrición, Clínica y Medicina Deportiva*. PubliCE Standard. <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/fraccionamiento-de-la-masa-corporal-un-nuevo-metodo-para-utilizar-en-nutricion-clinica-y-medicina-deportiva-261>
98. Sergeyeovich V., Dmitriyevich V., Fisiología del Deportista. Factores limitantes del rendimiento especial de los deportistas. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 1995. Pág. 115 – 130
99. Shephard J. Astrand D. La resistencia en el deporte. Barcelona: Editorial Paidotribo. 2007
100. Sillero M., Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Composición Corporal. Universidad Politécnica de Madrid. 2006. Disponible en: <http://ocw.upm.es/educacion-fisica-y-deportiva/kinantropometria/contenidos/temas/Tema-5.pdf>
101. Silva, M. J. S., Rabelo, A. S., Vale, R. G. S., Ferrão, M. L. D., Sarmiento, L., Dantas, E. H. M.. Correlación entre VO₂ max, gordura relativa y perfil lipídico, en cadetes de la Academia de Policía Militar del Estado de Río de Janeiro Motricidad. European Journal of Human Movement [en línea] 2009, 22 (Junio-Sin mes) : [Fecha de consulta: 11 de agosto de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274219861010> ISSN 0214-0071
102. Sirvent J E., Garrido R., Valoración Antropométrica de la Composición Corporal. Cineantropometría. Publicaciones Universidad Alicante. Pág. 114.

103. Sociedad de Ergonomistas de México, A.C. Universidad de Guanajuato. Memorias del VI Congreso Internacional de Ergonomía. 2004. Pág. 78-88. Disponible en: <http://www.semec.org.mx/archivos/6-16.pdf>
104. Sociedad Internacional para el Avance Cineantropométrico (ISAK), Marfell M., Stewart A., Lindsay JE., Estándares Internacionales para la Evaluación Antropométrica. Nueva Zelanda. 2008. Traducido al español por Sergio Córdova y Alejandro Vicente.
105. Soraes de Araújo C., Flexitest. An innovate flexibility assessment method. Human Kinetics Publishers. Editorial Paidotribo. Badalona. España. 2005
106. Sosa E., Técnicas y Tácticas Policiales. Manual del Instructor. 2013. Disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Tecnicas-y-Tacticas-Policiales/7667650.html>
107. Spartali, I., Kostantinos, H., Ioannis, K., Thrasivoulos, P., Body Fat Percentage and Body Mass Index as Predictors of Cadets' Physical Performance. The Open Sports Sciences Journal, 2014, 7, (Suppl-1, M9) 53-59. Disponible en: <http://benthamopen.com/contents/pdf/TOSSJ/TOSSJ-7-53.pdf>
108. Swain D., Leutholtz B., Exercise prescription: a case study approach to the ACSM guidelines. 2007. Human Kinetics. United States of America. Second Edition. 2007.
109. Vélez, D. Pautas de electrocardiografía. Principios del electrocardiograma. Editorial Marbán. España. 2009.
110. Wanceulen, A. et. al. Bases para el proceso de selección y formación de jóvenes futbolistas para el alto rendimiento. Entrenabilidad: efectos del entrenamiento sobre capacidades modificables y sobre capacidades poco o nada modificables. Wanceulen Editorial Deportiva. Sevilla. España. 2015. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=uFfBCAAAQBAJ&pg=PA64&dq=umbral+anaerobico+frecuencia+cardiaca&hl=es&sa=X&ved=0CDYQ6AEwBGoVChMI4YigsdqxxwIVxaYeCh1argGG#v=onepage&q=umbral%20anaerobico%20frecuencia%20cardiaca&f=false>

111. Wikipedia [Internet], 2014 [actualizada en octubre de 2014; acceso 23 noviembre 2014]. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Edad>
112. Williams M., Nutrición para la salud, la condición física y el deporte. Peso y composición corporales para la salud y el deporte. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2002. Pág. 323.
113. Wilmore J. Costill D. Fisiología del esfuerzo y del deporte. Peso corporal, composición corporal y deporte. Editorial Paidotribo. Barcelona. España. 2007. Pág. 491 – 493.
114. World Health Organization (WHO). BMI Classification. Global Data Base on Body Mass Index. Disponible en: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html
115. Yañez Fernando. Síndrome corazón de atleta: historia, manifestaciones morfológicas e implicancias clínicas. Rev Chil Cardiol [revista en la Internet]. 2012 [citado 2015 Mayo 27] ; 31(3): 215-225. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-85602012000300005&lng=es.
116. Yumpu.com [internet]. 2012. [citado 23 de Nov 2014]. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/view/14786347/la-federacion-deportiva-policia-ecuatorial-fedepoe>

ANEXOS





