



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE MEDICINA

POSGRADO DE MEDICINA DEL DEPORTE

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL SOMATOTIPO Y CAPACIDADES
FÍSICAS ENTRE ESTUDIANTES SELECCIONADOS DEL EQUIPO DE
BALONCESTO CATEGORÍA JUVENIL Y ESTUDIANTES NO
SELECCIONADOS PERTENECIENTES A UNA UNIDAD EDUCATIVA DE
LA CIUDAD DE QUITO**

**DISERTACION PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE**

Autor: Md. Francisco Daniel Ibarra Camacho

Director Dr. Oscar Concha Zambrano

Director Metodológico Dr. Marco Antonio Pinos

Quito-Ecuador
Junio 2016

Dedicatoria

Dedico la presente investigación a mi esposa e hijo amados, mis padres, mis hermanos, hermanas y amigos por ser el estímulo y apoyo, para la culminación de este trabajo y de esta carrera, que de seguro nos dará a todos grandes gratificaciones.

Agradecimientos.-

A mi Dios, por darme las fuerzas para perseverar en esta carrera. Él es mi fuente de vida y energía para todo

A mis maestros de la especialidad, en especial al Dr. Marco Antonio Pino y Dr. Oscar Concha por su enorme paciencia y dirección para lograr la culminación de esta investigación.

Al Colegio Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar, sobre todo al Dr. Ramón Flores, Dra. Vilma Albarracín y Lic. Octavio Calle quienes me abrieron las puertas de mi antiguo colegio para poder aportar al desarrollo físico de sus estudiantes.

A mis amigos que estuvieron involucrados directamente en el proyecto y los menciono: Chabe, Diani, Gaby, Juca, Liz, Naty, Nico, Papá y mi amada esposa; sin su ayuda no lo hubiera logrado. Mil Gracias.

Lugar:

Colegio Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar. (Quito-Ecuador).

Autor:

Md. Francisco Daniel Ibarra Camacho

Director Disertación:

Dr. Oscar Concha (Director del Postgrado de Medicina Deportiva de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

Director Metodológico:

Dr. Marco Antonio Pino (Docente de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

ÍNDICE GENERAL

	PAG.
ÍNDICE GENERAL.....	5
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	11
SUMARY.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. ANTROPOMETRÍA.....	17
2.1.1. PARÁMETROS MEDIBLES ---.....	19
2.2. COMPOSICIÓN CORPORAL.....	35
2.2.1. METODOS DE ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL.....	37
2.2.1.1. Métodos Directos.....	38
2.2.1.2. Métodos Indirectos.....	38
2.2.1.3. Métodos doblemente Indirectos.....	41
2.3. FISIOLÓGÍA DEL BALONCESTO.....	50
2.3.1. DEMANDAS DEL JUEGO DURANTE EL PARTIDO.....	50

2.3.1.1. Demandas Temporales y Características del juego.....	50
2.3.1.2. Energéticos: Consumo de Oxígeno y Ritmo cardíaco.....	51
2.3.1.3. Metabolismo.....	52
2.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS JUGADORES.....	54
2.3.2.1. Altura y Peso.....	54
2.3.2.2. Composición corporal y física.....	55
2.3.2.3. Potencia aeróbica máxima.....	56
2.3.2.4. Medidas de la potencia muscular.....	56
2.3.2.5. Características de la Fibra Muscular.....	57
2.3.3. ENTRENAMIENTO.....	58
2.4. CAPACIDADES FÍSICAS MOTORAS.....	65
2.4.1. FLEXIBILIDAD.....	66
2.4.2. FUERZA.....	69
2.4.3. VELOCIDAD.....	73
2.4.4. RESISTENCIA.....	80
CAPÍTULO III. JUSTIFICACIÓN Y METODOLOGÍA.....	87
3.1. JUSTIFICACIÓN.....	87

3.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	88
3.3. OBJETIVO.....	88
3.4. HIPÓTESIS.....	89
3.5. DISEÑO.....	89
3.5.1. Criterios de Inclusión.....	92
3.5.2. Criterios de exclusión.....	93
3.6. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	93
3.7. MUESTRA.....	94
3.8. PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.....	95
3.9. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	96
3.10. ASPECTOS BIOÉTICOS.....	99
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	100
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	114
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	118
6.1. CONCLUSIONES.....	118
6.2. RECOMENDACIONES.....	119
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
CAPÍTULO VIII. ANEXOS.....	124

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	PAG.
Tabla 1. Medidas antropométricas del modelo de Phantom.....	21
Tabla 2. I.M.C. correspondientes a los pesos máximos y mínimos recomendados.....	43
Tabla 3. Porcentaje de grasa de sujetos normales y distintos deportistas.....	44
Tabla 4. Valoración de los métodos de estudio de la composición corporal.....	49
Tabla 5. Promedio de las variables del grupo de basquetbolistas y no basquetbolistas.....	101
Tabla 6. Análisis estadístico de las variables consideradas en el estudio.....	113
Figura 1. Ilustración de los tres componentes del Somatotipo.....	22
Figura 2. Alturas proyectadas desde el suelo.....	26
Figura 3. Longitudes óseas.....	27
Figura 4. Diámetros óseos.....	28
Figura 5. Localización de los pliegues y orientación de las ramas del plicómetro.....	32
Figura 6. Niveles en los que se puede dividir el ser humano.....	36
Figura 7. Cálculo de la muestra.....	95

Figura 8.	Comparación de la media del puntaje de Ectomorfismo entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	102
Figura 9.	Comparación de la media del puntaje de Mesomorfismo entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	103
Figura 10.	Comparación de la media del puntaje de Endomorfismo entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	104
Figura 11.	Comparación del valor de porcentaje de grasa entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	105
Figura 12.	Comparación del valor de peso óseo entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	106
Figura 13.	Comparación del valor de masa muscular entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	107
Figura 14.	Comparación del valor de masa residual entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	107
Figura 15.	Comparación del valor de la fuerza en brazos entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	108
Figura 16.	Comparación del valor de la fuerza en piernas entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	109
Figura 17.	Comparación del valor de la fuerza en abdomen entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	110
Figura 18.	Comparación del valor de la fuerza lumbar entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	110

Figura 19.	Comparación del valor de la flexibilidad entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	111
Figura 20.	Comparación del valor de la velocidad entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	111
Figura 21.	Comparación del valor de la resistencia entre basquetbolistas y no basquetbolistas.....	112

RESUMEN

ANTECEDENTES. El baloncesto es un deporte de alta intensidad, cuyo consumo energético demanda tanto el uso de sistema anaeróbico como aeróbico. Quienes practican esta actividad presentan características particulares en cuanto su condición y constitución física se refiere. El presente estudio realiza la comparación del somatotipo, composición corporal y capacidades físicas del equipo de baloncesto de la categoría juvenil del Colegio Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar con sus compañeros de clase quienes no practican este deporte.

METODOLOGÍA. Se realizó la medición de los parámetros del perfil antropométrico restringido de la Sociedad Internacional para la Promoción de la Cineantropometría (ISAK) para obtener el somatotipo y la composición corporal de los grupos estudiados, así como también se evaluó las capacidades físicas fuerza, velocidad, flexibilidad y resistencia con diferentes pruebas. Posteriormente estos resultados fueron comparados en el programa estadístico SPSS con el test U de Mann Whitney de pruebas no paramétricas para determinar las diferencias entre las variables.

RESULTADOS. La comparación de las variables estudiadas mostró que el peso óseo de la composición corporal, fuerza de brazos, fuerza lumbar y

resistencia de las capacidades físicas tuvieron mayores y mejores resultados que el resto de variables estudiadas en el grupo de basquetbolistas respecto a los estudiantes que no juegan baloncesto (significancia asintótica o valor de significancia $P < 0,05$). Sin embargo parámetros que deberían ser superiores en estudiantes basquetbolistas son similares respecto a sus compañeros no basquetbolistas.

CONCLUSIÓN. El nivel de entrenamiento, el tiempo invertido y las actividades que se realizan en el mismo no indican una mejoría en el somatotipo, la composición corporal y las capacidades físicas de los estudiantes del equipo de baloncesto, teniendo en la mayoría de variables resultados similares con el grupo de estudiantes que no pertenecen a la selección de baloncesto, por lo que se debe evaluar conjuntamente con el personal de medicina deportiva el entrenamiento que reciben los alumnos basquetbolistas.

SUMMARY

BACKGROUND. Basketball is a high intensity sport, whose energy demand both use of aerobic and anaerobic system. Those who practice this activity have particular characteristics regarding their condition and physical constitution is concerned. This study makes the comparison of somatotype, body composition and physical abilities of the basketball team of the youth category of Sebastian de Benalcázar High School with classmates who do not practice the sport.

METHODOLOGY. Measuring parameters from restricted anthropometric profile of the International Society for the Advancement of Kineanthropometry (ISAK) for somatotype and body composition of the groups were made and also the physical abilities force, speed, flexibility and resistance were made too in different tests. Later these results were compared in SPSS nonparametric tests U Mann Whitney to determine differences between variables.

RESULTS. The comparison of the variables showed that bone weight of body composition, arms strength, lumbar strength and endurance of physical capacities had higher and better values than the other variables studied in the group of basketball players in comparison with those do not play basketball (asymptotic significance or significance value $P < 0.05$). However

parameters that should be higher in basketball players were similar regarding than not basketball players..

CONCLUSION. The level of training, time spent and activities performed in it, do not indicate an improvement of somatotype, body composition and physical abilities of students that belong to the basketball team, taking in most of the variables similar results with group of students who do not belong to the basketball team, so it should be evaluated in conjunction with sports medicine personnel the development of the training of the basketball players.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El deporte es definido como una actividad física, ejercida como juego o competición, cuya práctica supone entrenamiento y sujeción a normas (Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española (1992:482) y existen varias formas de clasificarlo. Una de ellas es la clasificación sugerida por Durand (1968) (en (Rodríguez, 2009)) en la cual distingue cuatro grupos: 1. Deportes individuales, 2. Deportes de equipo, 3. Deportes de combate y 4. Deportes en la naturaleza.

Uno de los deportes de equipo más conocido y practicado alrededor del mundo que incluso supone un gran movimiento social, cultural y económico es el Básquetbol o baloncesto, deporte que nació por la invención de James Naismith en 1861 en la Universidad YMCA de Springfield, Massachusetts, Estados Unidos; actualmente este deporte es practicado en todas las edades distribuidos por categorías y por ambos sexos, con reglas, indumentaria, equipos y espacio físico ya definidos y aceptados internacionalmente.

Varios estudios determinan el somatotipo y la composición corporal que los jugadores de baloncesto poseen para desenvolverse con completa solvencia y de forma apropiada y eficaz durante el juego.

Además, el nivel de entrenamiento al que los jugadores de baloncesto están sometidos, hace que sus capacidades físicas (velocidad, fuerza, flexibilidad y

resistencia) ya determinadas y distintas a otras disciplinas deportivas, y éstas así como el somatotipo y la composición corporal varía según la posición en la que cada jugador se desempeña.

El presente estudio tiene como finalidad realizar la comparación de las características antropométricas (que dan como resultado el somatotipo de un individuo), la composición corporal y las capacidades físicas de jugadores del equipo de baloncesto de la categoría juvenil (16 - 17 años de edad) del colegio municipal experimental Sebastián de Benalcázar y los estudiantes que no pertenecen al equipo de baloncesto, comprendidos en las mismas edades y físicamente activos.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTROPOMETRÍA

A mediados del siglo XIX la antropología empezó a desarrollarse, dio origen a la Antropometría, la cual se define como la ciencia que estudia las dimensiones y proporciones del cuerpo humano, mediante una evaluación sistemática y empleando un análisis estadístico de las mediciones obtenidas (Chapier et al., 2004).

La antropometría aplicada a los movimientos fue definida por William Ross en 1972 como cineantropometría (Chapier et al., 2004). La cineantropometría es una ciencia de gran importancia para quienes son deportistas de alto rendimiento como para todos quienes realizan ejercicio. Sus estudios se concentran en nutrición, biomecánica, fisiología del ejercicio, medicina del deporte, entre otras especialidades médicas (Pancorbo, 2008). Su propósito es ayudar en el conocimiento del movimiento humano, en el contexto de crecimiento, rendimiento y nutrición (Ross WD, et al., 1980).

A medida que la medicina del deporte y otras ciencias vinculadas a este se han desarrollado, se ha dado lugar a la cineantropometría del deporte, cuyas finalidades son:

- **Colaborar con el entrenamiento deportivo:**

Se puede realizar el control del entrenamiento mediante la evaluación del porcentaje de grasa y el índice de AKS por disciplina deportiva, sexo y etapa de entrenamiento, y así también sirven los datos mencionados para la selección de los jugadores en competencias por categorías de peso.

Por otra parte, también se puede contribuir a un mejoramiento del desarrollo morfológico asociando los datos del jugador con un plan individual de alimentación, incluyéndose en los programas de aumento o disminución del peso corporal.

Así también, se puede recomendar al entrenador como deben aplicarse las cargas del entrenamiento mediante el conocimiento de la edad morfológica y por consiguiente la edad biológica y su relación con la edad cronológica (Pancorbo, 2008).

- **Detectar el talento deportivo**

La cineantropometría es un eslabón importante en la medicina del deporte, ya que es la responsable de describir y cuantificar las características físicas de los deportistas, lo que permite identificar a posibles grandes atletas a temprana edad. Permitiendo de esta manera el estudio de tanto atletas infantiles como juveniles enrumbándolos hacia una alta competición.

Esta ciencia ha sido muy bien utilizada para la detección de talentos deportivos en países europeos, aunque no ha tenido un papel tan protagónico en países latinoamericanos (Pancorbo, 2008).

2.1.1 PARÁMETROS MEDIBLES

La técnica antropométrica es sencilla y con un costo bajo dado que no requiere de materiales costosos, mas si requiere de un evaluador capacitado, donde su habilidad, rigor, conocimiento en la toma de medidas van a permitir que el trabajo desarrollado sea fiable (Pancorbo, 2008).

La técnica antropométrica emplea la medición de los pliegues cutáneos, longitudes, perímetros y diámetros del cuerpo humano. La metodología consiste en realizar mediciones topográficas que se efectúan en marcas convencionales de acuerdo a los lineamientos emitidos por la International Society for Advancement in Kinanthropometria (ISAK). (Chapier et al., 2004).

Una vez obtenida la información, esta es procesada posteriormente mediante la aplicación de ecuaciones como de regresión, y fórmulas estadísticas para obtener información sobre el fraccionamiento antropométrico de la masa corporal, la proporcionalidad corporal, y el somatotipo diferentes partes del cuerpo. (Pancorbo, 2008).

Fraccionamiento antropométrico de la masa corporal: Calcula las proporciones de las masas corporales: grasa, ósea muscular y visceral (o

residual); o de los cinco componentes corporales: piel, hueso, grasa, músculos y vísceras. Estos datos pueden obtenerse en kilogramos o en porcentaje (Mazza, 2003).

Proporcionalidad Corporal: Calcula la proporción de cada determinación corporal comparándola con la escala internacional Phantom (Chapier, Distefano, Ojeda, & Ramos, 2004).

La proporcionalidad se emplea para comparar atletas de diferentes superficies corporales, edades, sexo, entrenamiento, y así también es empleada en estudios de crecimiento y maduración. Se encarga del estudio del grado de desarrollo entre los distintos segmentos del cuerpo. El perfil de proporcionalidad dependerá de la carga genética, y de la adaptación de los sistemas corporales de entrenamiento, hábitos nutricionales y de salud (Pancorbo, 2008).

En la Tabla a continuación se puede apreciar las medidas antropométricas del modelo de Phantom, donde P , corresponde a la medida de Phantom para la variable estudiada y s , a la desviación estándar que propone el modelo para la variable de estudio.

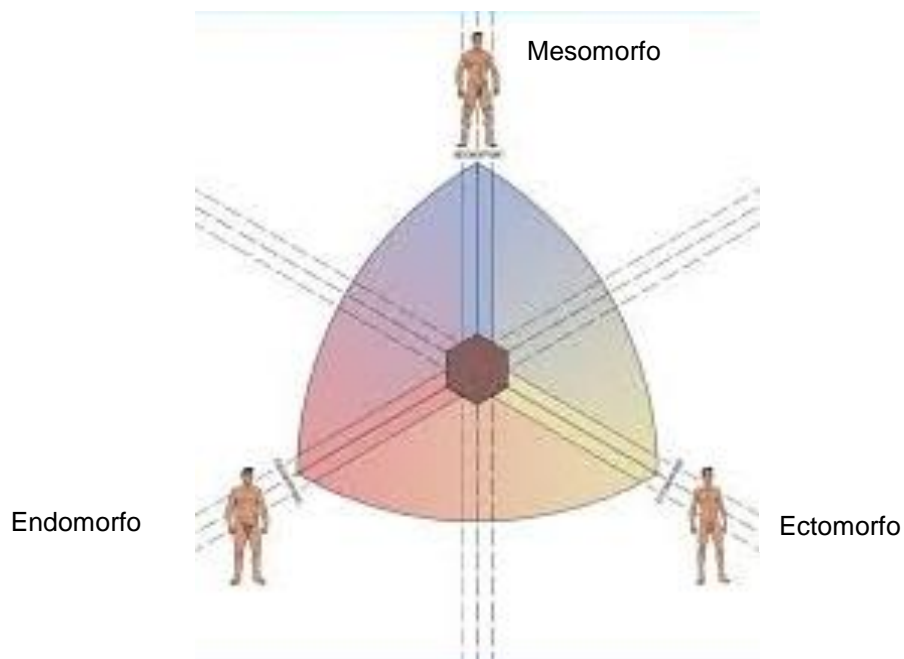
Tabla 1. Medidas antropométricas del modelo de Phantom

Variables	P	s	Variables	P	S
Alturas y Longitudes			Perímetros		
Estatura	170,18	6,29	Cefálico	56,00	1,44
Altura acromial	139,37	5,45	Cuello	34,91	1,73
Altura llioespinal	94,11	4,71	Mesoesternal (torácico)	87,86	5,18
Altura trocánterica	86,32	4,32	Cintura	71,91	4,45
Altura tibial	44,82	2,56	Abdominal	79,06	6,95
Trococefálica	89,92	4,50	Cadera	94,67	5,58
Envergadura	172,35	7,41	Brazo relajado	26,89	2,33
Longitud de las extremidades superiores	75,95	3,64	Brazo contraído	29,41	2,37
Longitud del brazo (acromio – radial)	32,53	1,77	Antebrazo	25,13	1,41
Longitud del antebrazo (radial – estilóideo)	24,57	1,37	Puño (biestiloideo)	16,35	0,72
Longitud de la mano (estiloideo – dactíleo)	18,85	0,85	Muslo	55,82	4,23
Longitud del muslo (trocánter – tibial)	41,37	2,48	Pierna	35,25	2,30
Longitud de la pierna (parte inferior hasta el cóndilo interno de la rótula)	37,72	2,15	Tobillo	21,71	1,33
Longitud del pie	25,50	1,16			
Diámetros			Pliegues Cutáneos		
Biacromial	38,04	1,92	Tríceps	15,4	4,47
Transverso del tórax	27,92	1,74	Bíceps	8,0	2,00
Antero – posterior del tórax	17,50	1,38	Subescapular	17,2	5,07
Biliocrestal	28,84	1,75	Pectoral	11,8	3,27
Biepicondíleo humeral	6,48	0,35	Supraílica	22,4	6,8
Biestiloideo	5,21	0,28	Supra espinal	15,4	4,47
Transverso de la mano	8,28	0,50	Abdominal	25,4	7,78
Biepicondíleo del fémur	9,52	0,48	Muslo anterior	27,0	8,33
Bimaleolar	6,68	0,36	Pierna medial	16,0	4,67
Transverso del pie	10,34	0,65			
Masas					
Peso Total	64,58	8,60			
Masa ósea	10,49	1,57			
Masa muscular	25,55	2,99			
Masa residual	16,41	1,90			
Masa de grasa corporal	12,13	3,25			

Fuente: Pancorbo (2008)

Somatotipo: Permite determinar los perfiles morfológicos mediante el método de Heath Carter, clasificándolo en endomórfico (indicador de grasa corporal del individuo), mesomórfico (indicador de desarrollo músculo-esquelético del individuo) y ectomórfico (esbeltez relativa con la predominancia de medidas longitudinales sobre las transversales) (Onzari, 2004; Pancorbo, 2008).

Figura 1. Ilustración de los tres componentes del Somatotipo



Fuente: Lucero (2014)

Para calcular esta variable se utiliza el método de Heath-Carter, basado en medidas antropométricas. Las ecuaciones para la obtención de los tres componentes del somatotipo son las siguientes:

Endomorfia: $0,7182 + (0,1451 \times X) - (0,00068 \times X^2) + (0,0000014 \times X^3)$

Donde “X” es la suma de los pliegues cutáneos del tríceps, del subescapular y del supraespinal, expresado en mm. Esa suma se corrige multiplicando por $170,18/\text{estatura}$, para que se puedan comparar la endomorfia de los individuos de diferentes estaturas. Como: $x = \text{pliegues cutáneos} \times (170,18/\text{estatura})$. Se denomina entonces endomorfia corregida o simplemente endomorfia (Pancorbo, 2008).

Mesomorfia: $0,858 U + 0,601 F + 0,188 B + 0,161 P + 0,131 H + 4,5$

Donde:

- U: diámetro biepicondíleo de húmero en cm
- F: diámetro bicondíleo de fémur en cm
- B: perímetro corregido del brazo en cm
- H: estatura del individuo estudiado en cm

Se acostumbra realizar las correcciones de los perímetros para excluir el tejido graso de la masa muscular. La misma se obtiene restando los respectivos pliegues cutáneos medidos en cm. Dónde:

B = perímetro de brazo contraído - pliegue del tríceps en cm

P = perímetro de pierna - la grasa de la pierna en cm (Pancorbo, 2008).

Ectomorfia: Se utilizan tres ecuaciones diferentes en dependencia del valor del índice ponderal (IP). El IP es igual a la estatura expresada en cm dividido por la raíz cubica del peso en kg.

- Cuando el IP. $40,75$. Ectomorfia = $0,732 \times IP - 28,58$
- Cuando el IP $< 40,75$ y $> 38,25$. Ectomorfia = $0,463 \times IP - 17,63$
- Cuando el IP $< 38,25$. Ectomorfia = $0,1$

Los valores de los tres componentes del somatotipo siempre se colocan en el mismo orden: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia (Pancorbo, 2008).

Las medidas más comunes que se emplean para el estudio antropométrico según señala Sillero (2005) son:

Medidas Básicas:

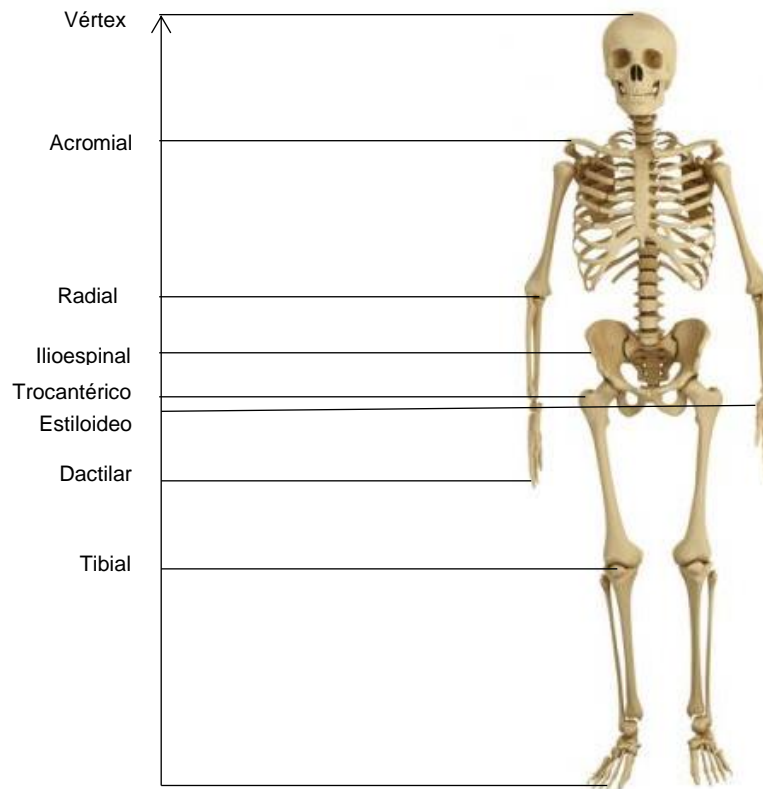
- *Peso (P)*: Se mide con una balanza sin que el sujeto vea el registro de la misma. Se anota su valor en kg, con al menos una décima de kilo.
- *Talla (T)*: Se mide con un tallímetro o un antropómetro. Es la distancia del suelo al vértex. El individuo debe colocarse con los talones y pies juntos en un ángulo de 45°. Los talones, glúteos, espalda y región occipital deben estar en contacto con el instrumento de medición. El registro se toma en cm.
- *Talla sentado (TS)*: Es la distancia desde donde está sentado el individuo hasta el vértex. El ángulo entre piernas y el tronco debe ser de 90°. Se realiza la medición en cm.
- *Envergadura*. Distancia entre extremos de los dedos medios de las manos con el sujeto de espalda contra la pared y los brazos extendidos a la altura de los hombros.

Alturas:

Para su medición se pueden referir a la figura 2, en la que se señala los lugares que serán tomados en cuenta para la obtención de las diferentes alturas.

- *Acromial (Ac)*: Es la distancia desde el punto acromial al plano de sustentación.
- *Radial (Rd)*: Es la distancia desde el punto radial al plano de sustentación.
- *Estiloidea (Et)*: Es la distancia desde el punto estiloideo al plano de sustentación
- *Dedal o Dactilar (Dd)*: Es la distancia desde el punto dedal medio al plano de sustentación.
- *Ileoespinal (Il)*: Es la distancia desde el punto ileoespinal al plano de sustentación. Ciertas ocasiones también se considera la longitud de la extremidad inferior.
- *Trocantérea (Tr)*: Es la distancia desde el punto trocantéreo al plano de sustentación.
- *Tibia lateral (Tb)*: Es la distancia desde el punto tibia lateral al plano de sustentación.
- *Maleolar Tibial (Mt)*: Es la distancia desde el punto maleolar tibial hacia el plano de sustentación.
- *Maleolar peroneal (Mp)*: Es la distancia desde el punto maleolar peroneal al plano de sustentación.

Figura 2. Alturas proyectadas desde el suelo

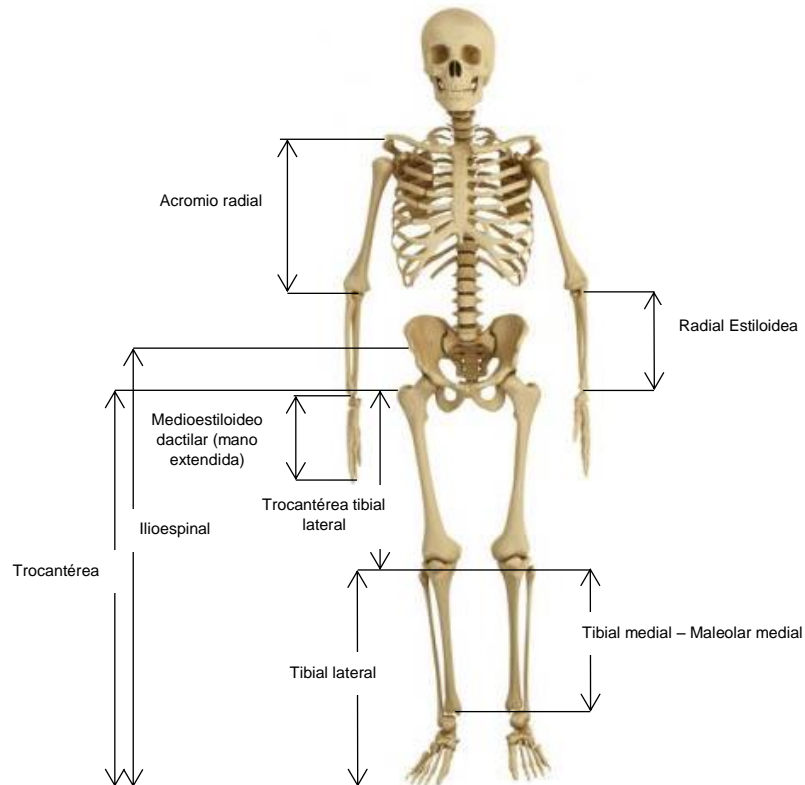


Fuente: Norton & Olds (2000)

Longitudes:

Empleando las diferentes alturas se pueden extraer indirectamente varias longitudes, aunque también pueden obtenerse indirectamente empleando el antropómetro (Figura 3). Las medidas son expresadas en cm.

Figura 3. Longitudes óseas



Fuente: Norton & Olds (2000)

Entre estas están:

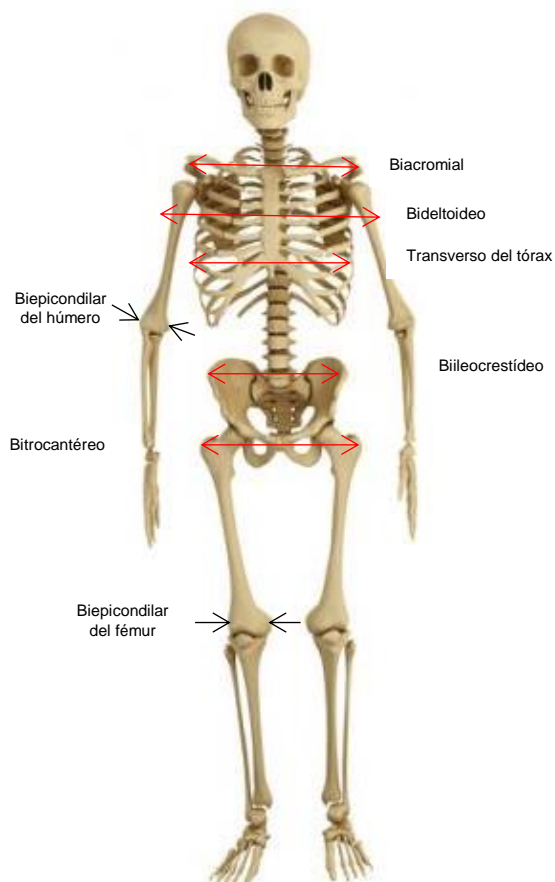
- Acromio-radial (longitud de brazos).
- Radial-estiloidea (longitud del antebrazo).
- Medioestiloidea-dactilar (longitud de la mano).
- Ilioespinal (longitud desde el punto ilioespinal hasta el piso, estando la persona de pie).
- Trocánterea
- Trocánterea- tibial lateral (longitud del muslo).
- Tibial lateral (longitud de la pierna).

- Tibial medial-maleolar medial (longitud de la tibia).
- Pie (distancia entre el dedo más sobresaliente del pie y el punto más posterior del talón).

Diámetros:

Se definen como la distancia entre dos puntos anatómicos. Están expresados en centímetros. Se las mide con un antropómetro, un gran compás o un paquímetro en función de su magnitud y localización (Figura 4).

Figura 4. Diámetros óseos



Fuente: Norton & Olds (2000)

- *Biacromial*: Es la distancia entre los puntos más laterales de las apófisis acromiales. Se toma por detrás del sujeto.
- *Transverso del Tórax*: Es la distancia entre los puntos más laterales del tórax a nivel de la cuarta costilla (punto mesoesternal). La medida se toma al final de una espiración normal, frente al individuo.
- *Antero Posterior del Tórax*: Es la distancia entre el punto mesoesternal del tórax y el proceso espinoso de la columna situado a ese nivel. La medida se toma en una espiración natural y el antropometrista se sitúa al lado derecho del sujeto.
- *Biileocrestídeo*: Es la distancia entre los puntos más laterales de los tubérculos ilíacos, en el borde superior de la cresta.
- *Bicondileo de Fémur*. Es la distancia entre el cóndilo medial y lateral del fémur. Para efectuar la medición el individuo debe estar sentado con una flexión de rodilla de 90° y el antropometrista se coloca delante de él.
- *Bimaleolar*: Es la distancia entre el punto maleolar tibial y peróneo. La medición se hace de manera oblicua.
- *Longitud del pie*
 - Humeral (distancia entre los epicóndilos del húmero).
 - Femoral (distancia entre los epicóndilos del fémur).
 - Muñeca (distancia entre las apófisis estiloides del radio y del cúbito).
 - Tobillo (distancia entre los maléolos tibial y del peroné).

Perímetro:

- Brazo relajado (al nivel de la línea media acromial-radial).
- Brazo flexionado en tensión máxima (con la cinta en la posición del perímetro máximo y cuando el individuo realiza la contracción máxima).
- Antebrazo (con el miembro extendido y a nivel del perímetro máximo).
- Tórax (a nivel de la marca mesoesternal).
- Cintura (en el punto más estrecho entre la última costilla y la cresta ilíaca).
- Cadera (en el nivel de perímetro máximo de los glúteos).
- Muslo máximo (se toma un centímetro por debajo del pliegue glúteo, perpendicular al eje longitudinal del muslo).
- Muslo medial.
- Pantorrilla.

Pliegues Cutáneos:

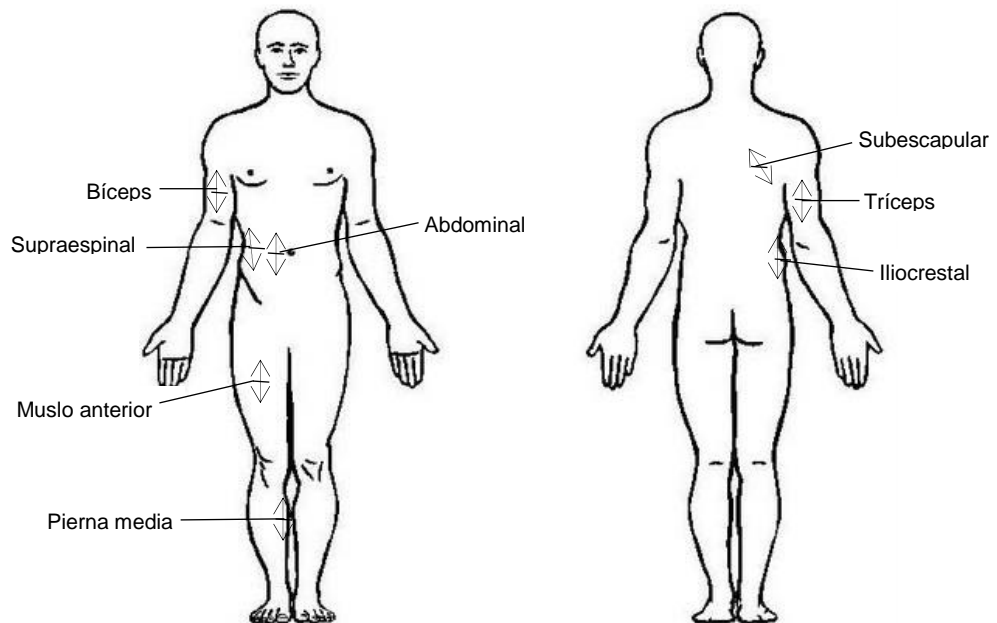
Son el reflejo del tejido subcutáneo del sujeto. Los pliegues se miden con plicómetro. Al momento de realizar las medidas se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Tipo del plicómetro empleado: La precisión del plicómetro se fundamenta en la presión ejercida por las ramas que suele estar entre los 9 y 20 gr/mm², sin que varíe más de 2 gr/mm² entre los 2 y 40 mm.

- Localización del pliegue: Cuanto mayor sea el pliegue, la dificultad de realizar dos tomas similares también será mayor dado que la presión de las pinzas hace que el panículo adiposo sea distribuido en cada medición de manera diferente.
- Tamaño del pliegue: Se debe tomar únicamente el tejido subcutáneo, cerciorándose que no se haya tomado el tejido muscular, para lo cual se puede pedir al sujeto que contraiga y relaje el músculo. El plicómetro debe estar situado a 1cm de los dedos.
- Lectura de resultado: En el caso de los pliegues grandes, la lectura debe realizarse a los 2 segundos de la medición.
- Número de tomas realizadas: Se deben tomar entre dos a tres medidas, de las cuales posteriormente se tomará la media.
- Posicionamiento del Plicómetro: Tiene que formar 90° con el segmento donde se localiza el pliegue de medición.

Entre los pliegues más comunes están (Figura 5):

Figura 5. Localización de los pliegues y orientación de las ramas del plicómetro



Fuente: ISAK (2001)

- *Tricipital*: Localizado en el punto medio acromio-radial en la parte posterior del brazo. Es vertical y va paralelo al eje longitudinal del brazo.
- *Subescapular*: Localizado a 2cm del ángulo inferior de la escápula en dirección oblicua hacia abajo y afuera, formando un ángulo de 45° con la horizontal. Para medir este pliegue se palpa el ángulo inferior de la escápula con el pulgar izquierdo, se sitúa en este punto el dedo índice y se desplaza abajo el dedo pulgar rotándolo en sentido horario.

- *Bicipital:* Localizado en el punto medio acromio – radial, en la parte anterior del brazo. Es un pliegue vertical que corre paralelo al eje longitudinal del brazo.
- *Pectoral:* Localizado en la línea que une la axila con el pezón.
- *Pliegue Axilar Medio:* Localizado en la línea axilar media, a la altura de la quinta costilla
- *Ileocrestal:* Localizado justo encima de la cresta iliaca, en la línea medio axilar. El individuo debe colocar su mano derecha a través del pecho.
- *Supraespinal:* Localizado a 5-7 cm por encima de la espina iliaca anterosuperior
- *Abdominal:* Localizado lateralmente a la derecha, junto a la cicatriz umbilical en su punto medio.
- *Muslo Anterior:* Localizado en el punto medio de la línea que une el pliegue inguinal y el borde proximal en la rótula, en la cara anterior del muslo. Se puede medir este pliegue ya sea que el sujeto esté sentado o que esté extendiendo el pie apoyando la rodilla flexionada sobre un banco. Para la medición se debe considera que el cuádriceps esté relajado
- *Pierna medial:* Localizado a nivel de la zona donde el perímetro de la pierna es máximo, en su cara medial. Para la medición el individuo puede estar sentado o parado con la rodilla flexionada en ángulo recto y la pierna relajada completamente.

La Sociedad Internacional de Avances Cineantropométricos (ISAK) divide al perfil antropométrico en dos esquemas de estudios. El uno está dirigido a un perfil restringido y el otro a un perfil más completo (Pancorbo, 2008).

PERFIL RESTRINGIDO

Este se compone de 17 dimensiones antropométricas:

- Peso
- Estatura
- Ocho pliegues cutáneos: tríceps, subescapular, bíceps, ileocrestal, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial.
- Cinco perímetros (circunferencias): brazo relajado, brazo flexionado y contraído, cintura, cadera, pierna (máxima).
- Dos diámetros óseos: húmero y fémur.

PERFIL COMPLETO

El perfil completo se compone de 39 dimensiones:

- Peso
- Estatura
- Ocho pliegues cutáneos: tríceps, subescapular, bíceps, ileocrestal, supraespinal, abdominal, muslo anterior y pierna medial
- Trece perímetros (circunferencias): cabeza, cuello, brazo relajado, brazo flexionado y contraído, antebrazo, muñeca, tórax (mesoesternal), cintura, cadera, muslo (un centímetro por debajo del

pliegue glúteo), muslo (punto medio entre trocánter y tibia lateral),
pierna (máxima) y tobillo

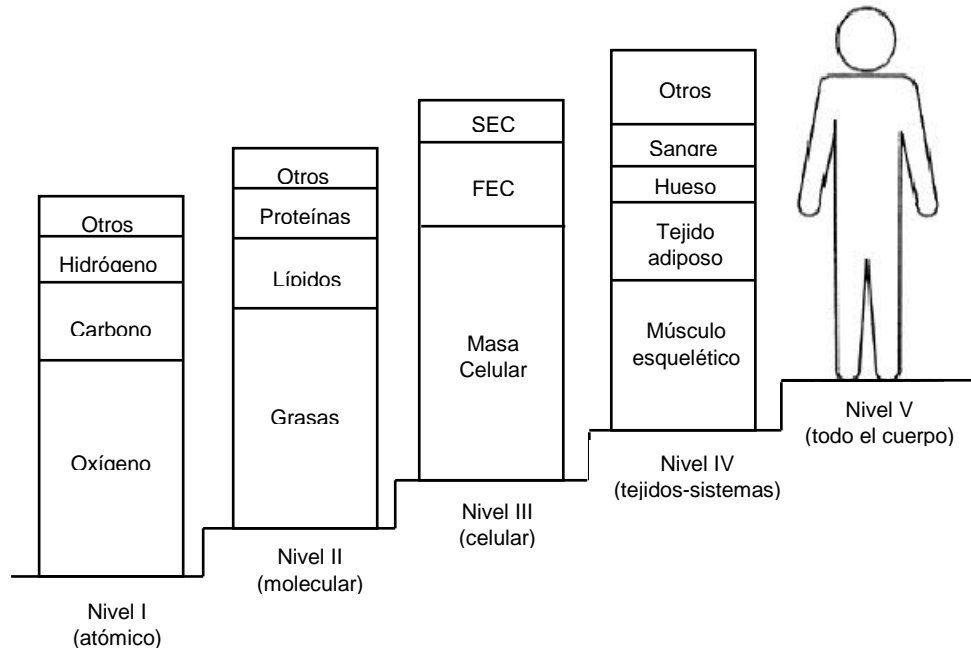
- Seis diámetros óseos: biacromial, biileocrestal, transverso del tórax, anteroposterior del tórax, húmero y fémur
- Diez longitudes de segmentos: acromion-radial, radial-estiloideo, medioestiloideo-dactíleo, altura ileoespinal, altura trocantérica, trocánter-tibial lateral, altura tibial lateral, tibial lateral, maléolo medial tibial, longitud del pie y talla sentada (Pancorbo, 2008).

2.2. COMPOSICIÓN CORPORAL

La composición corporal permite determinar los componentes principales que constituyen el cuerpo humano (Pancorbo, 2008)

El cuerpo humano puede ser dividido en diferentes niveles (Figura 1). A nivel Atómico, Molecular, Celular, Sistemas y Tejidos y Cuerpo Completo (Forbes, 1987).

Figura 6. Niveles en los que se puede dividir el ser humano



SEC: Sólidos extracelulares
 FEC: Fluidos extracelulares

Fuente (Forbes, 1987)

Sin embargo, a nivel práctico la división cambia; existiendo algunos modelos para dividir el cuerpo humano.

- **Modelo de dos componentes:** Compuesto de Masa Grasa (M.G) y Masa Libre de Grasa (M.L.G).
- **Modelo químico de cuatro componentes:** Compuesto por Grasa, Agua, Proteínas y Minerales.
- **Modelo de fluidos metabólicos:** Compuesto por Grasa, Fluido Extracelular (E.C.F), Fluido Intracelular (I.C.F), Sólidos Intracelulares (I.C.S) y Sólidos Extracelulares (E.C.S).

- **Modelo químico de cuatro componentes de Matiegka:** Compuesto por Masa Grasa (M.G), Masa Muscular (M.M), Masa Ósea (M.O), y Masa Residual (M.R). Siendo el modelo más empleado en estudios cineantropométricos
- **Modelo de cinco componentes (Drinkwater):** Comprende los componentes del modelo de Matiegka y adicionalmente la piel como modelo diferenciado del resto (Sillero, 2005).

El nivel de rendimiento está muy relacionado a la composición corporal, por lo que es significativo incluir a este último en el seguimiento del deportista.

2.2.1. METODOS DE ESTIMACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

Los métodos para estimar la composición corporal se clasifican en base a la forma de trabajo y a la metodología. Los primeros incluyen métodos normativos-descriptivos, densimétricos-extrapolativos y proporcionales-fraccionados. Los que se basan en la metodología incluyen métodos directos, indirectos y doblemente indirectos (Sillero, 2005).

Para el presente estudio se considerarán los métodos clasificados en base a su metodología.

2.2.1.1. METODOS DIRECTOS

Consiste en la disección de cadáveres. Antiguamente este se llevaba a cabo en cadáveres de mendigos.

2.2.1.2. METODOS INDIRECTOS

Consisten en medir un parámetro y utilizarlo para estimar uno o más componentes a través de una relación constante.

Estos se clasifican en métodos físicos, químicos, de imagen y densitometría.

Métodos Físicos:

Emplean una cámara presurizada para calcular el volumen corporal, con el cual se calcula la densidad y mediante el empleo de diferentes ecuaciones se calculan diferentes componentes corporales. Su principal inconveniente es el requerimiento de una compleja infraestructura. Entre estos están: la Pletismografía Acústica, Desplazamiento de Aire, Dilución de Hielo, Gases solubles en grasa (Sillero, 2005).

Métodos Químicos:

Mediante el empleo de productos o elementos químicos se valora la masa grasa. Presentan algunos inconvenientes como: el requerir una gran y costosa infraestructura, emplear complejos protocolos que limitan el campo experimental, y una validez científica relativa ya que las constantes de las ecuaciones no han sido validadas suficientemente.

Algunos ejemplos de estos métodos son: Dilución Isotópica, Espectrometría en Rayos Gamma, Activación de neutrones, Espectrometría Fotónica (Sillero, 2005).

Métodos de Exploración de la Imagen

- Radiología Convencional:

Emplea una serie de radiografías normales con una intensidad y tiempo de exposición controlado. Las diferentes tonalidades identifican el tejido muscular, óseo y subcutáneo a ser medido (Sillero, 2005).

- Ultrasonidos:

Mediante una ecografía, un transductor vibra emitiendo una frecuencia de 40 Mhz. El sonido va a chocar contra los diferentes órganos, reflejando un eco diferente de acuerdo a su composición. La señal recibida se envía a un ordenador (Sillero, 2005).

- Tomografía Axial Computarizada:

El haz pasa a lo largo del cuerpo y se registran las diferencias de las emisiones para dar una imagen total del cuerpo en un ordenador. Sin embargo, el sujeto es sometido a una gran cantidad de radiación (Sillero, 2005).

- Resonancia Magnética Nuclear:

Registra variaciones de imanación de una sustancia, bajo un campo magnético. Permite diferenciar tejidos blandos (grasa, músculo y sangre)

de las estructuras óseas, obteniendo una buena resolución de las partes blandas y de imágenes en tridimensionales (Sillero, 2005)

Métodos Densimétricos:

La densimetría es el método de laboratorio más empleado para la estimación del modelo de dos componentes. Constituye el método base para validar cualquier otro método indirecto.

El método consiste en pesar al sujeto en aire, y luego en agua para posteriormente calcular la densidad con la siguiente fórmula:

$$Densidad = \frac{m_{aire}}{m_{aire} - m_{agua}} \text{ (Forbes, 1987)}$$

Para la estimación del porcentaje de grasa a partir de la densidad corporal se pueden emplear diferentes fórmulas descritas en la literatura. Este método tiene como fundamento que se debe considerar constantes la densidad de la masa magra (1,1g/ml) y la masa grasa (0,9mg/l). Dichos datos son falsos cuando varía la composición de la grasa (personas muy delgadas), la proporción de la masa magra (huesos, músculos y vísceras) varía en cada sujeto, y si el sujeto sufre de deshidratación lo que hace que haya un aumento en la densidad corporal (Sillero, 2005).

2.2.1.3. MÉTODOS DOBLEMENTE INDIRECTOS

Consisten en la aplicación de ecuaciones derivadas a su vez de otro método indirecto. Son necesarios para hacer extensibles los estudios de composición corporal a una población muy amplia.

T.O.B.E.C (Conductividad Eléctrica Total Corporal)

Este método mide el agua corporal considerando que la cantidad de electrolitos es mayor en la masa muscular que en la masa grasa (Sillero, 2005).

B.E.I. (Impedancia Bioeléctrica)

Se ha observado que existe una fuerte correlación entre el contenido de agua y la impedancia eléctrica, que no es más que el obstáculo que cualquier circuito ofrece al paso de una corriente eléctrica, que está en función de la resistencia y reactancia. En el cuerpo, la resistencia la constituye el agua y la masa muscular, el condensador lo constituyen las membranas celulares y la masa grasa, y el circuito los líquidos intra y extracelulares. La resistencia y reactancias se miden con un ohmímetro con cuatro electrodos (Sillero, 2005).

N.I.R. (Reactancia a la luz subinfraroja)

Este método se basa en las distintas absorciones de los materiales frente a una fuente luminosa. Una luz con un espectro conocido es proyectada y posteriormente se mide la reflexión que, en cuerpos opacos es la luz

que no se absorbe. La grasa se absorbe principalmente a longitudes de onda (λ) de 930nm, mientras que el agua a 970nm (Sillero, 2005).

TÉCNICAS ANTROPOMÉTRICAS:

Para la estimación de distintos componentes corporales se lo puede hacer mediante técnicas antropométricas.

- Índices de Adiposidad Indirectos

Mediante el empleo de diferentes nomogramas, se puede estimar de manera gráfica la densidad de la masa corporal (o cualquier otra variable) que permite estimar la grasa del sujeto. Las técnicas que emplean pliegues grasos para la estimación del porcentaje de masa grasa son consideradas más validas que las que emplean otro tipo de variables.

Existen varios índices de adiposidad indirectos que son empleados para estimar el porcentaje de grasa del sujeto (Sillero, 2005). Algunos ejemplos son:

ÍNDICE DE QUETELET (1833) O ÍNDICE DE MASA CORPORAL O B.M.I

$$I. M. C. = \frac{Peso (Kg)}{Talla (m^2)}$$

El inconveniente de este índice es que se considere que todo exceso de peso se debe a un aumento de la masa grasa, lo cual no es del todo cierto; podría ser por términos de diferencia en la raza, a que sean deportistas y culturistas. Así también, cuando se consideran tablas de peso ideal establecidas (Tabla 2) (Sillero, 2005).

Sin embargo, el I.M.C se sigue empleando en varias compañías de seguros para estimar si el cliente tiene riesgo de padecer alguna enfermedad (Sillero, 2005)

Tabla 2. I.M.C. correspondientes a los pesos máximos y mínimos recomendados

	Altura (cm)	Peso min (kg)	IMC peso min	Peso max (kg)	IMC peso max	IMC dispersión (min-max)
HOMBRES	155,5	58,3	24,1	68,3	28,2	4,1
	160,5	60,0	23,3	71,1	27,6	4,3
	165,5	61,8	22,6	74,7	27,3	4,7
	170,5	63,6	21,9	78,2	26,9	5,0
	175,5	65,4	21,2	81,8	26,6	5,3
	180,5	67,7	20,8	85,4	26,2	5,4
	185,5	70,3	20,4	89,4	26,0	5,6
	190,5	73,5	20,3	93,9	25,9	5,6
	Media		21,8		26,8	5
MUJERES	145,5	46,4	21,9	59,8	28,2	6,3
	150,5	47,4	20,9	62,4	27,5	6,6
	155,5	49,3	20,4	65,3	27,0	6,6
	160,5	51,9	20,1	68,8	26,7	6,6
	165,5	54,6	19,9	72,4	26,4	6,5
	170,5	57,3	19,7	75,9	26,1	6,4
	175,5	60,0	19,5	78,6	25,5	6,0
	180,5	62,6	19,2	81,2	24,9	5,7
	Media		20,2		26,6	6,4

Fuente: (Sillero, 2005)

ÍNDICE CINTURA/GLÚTEO

Para el cálculo de este índice se emplean nomogramas y se emplean diferentes cuadros que muestran los valores normales de masa grasa tanto para sujetos normales como para deportistas (Tabla 3). El inconveniente de

este método es que la grasa se encuentre en lugares diferentes a la cintura y al abdomen

Tabla 3. . Porcentaje de grasa de sujetos normales y distintos deportistas

CLASIFICACIÓN SEGÚN PORCENTAJE		
Clasificación	Hombres	Mujeres
Delgado	<8%	<15%
Óptimo	8 – 15%	15 – 20%
Ligero Sobrepeso	16 – 20%	21 – 25%
Sobrepeso	21 – 24%	25 – 32%
Obeso	≥25%	≥33%
Corredores de larga distancia	4 – 9%	6 – 15%
Luchadores	4- 10%	-----
Gimnastas	4 – 10%	10 – 17%
Culturistas (Élite)	6 – 10%	10 – 17%
Nadadores	5 – 11%	14 – 24%
Jugadores de Básquet	7 – 11%	18 – 27%
Remo	11 – 15%	18 – 24%
Tenistas	14 – 17%	19 – 22%

Fuente: (Sillero, 2005)

- Métodos Antropométricos

Son los métodos más empleados en la valoración de la composición corporal, los que calculan los siguientes componentes:

Peso Óseo (P.O):

Modificado por Rocha (1974) dio lugar a un modelo de tres componentes:

$$P. O(\text{Rocha}) = 3,02 \times (\text{Talla}^2 \times \text{ØEstiloideo} \times \text{Ø B. Femur} \times 400)^{0,712}$$

Masa Magra (M. Magra):

Desarrollado por Behnke (1959), propuso un modelo de composición en función de un modelo cilíndrico. Consideró la densidad del cuerpo 1000g/ml, entendiendo que la masa del cuerpo era igual a su volumen:

$$M. Magra (Fem) = D^2 X H^{0,7} X 0,255$$

$$M. Magra (Masc) = D^2 X H^{0,7} X 0,263$$

Donde,

$$D = \Sigma(\phi_{biacromial} + \phi_{bicrestal} + \phi_{muñeca} + \phi_{tobillo})/K$$

Siendo,

$$K = \Sigma(11\phi \text{ en una muestra patrón})/R_{corp}$$

Y,

$$R_{corp} = \left(\frac{\text{Peso}}{\pi x \text{Talla}}\right)^{0,05} \text{ (Sillero, 2005)}$$

Ecuaciones Lineales:

Consideran una sola variable, y la ecuación de regresión corresponde a una línea recta. No tienen en cuenta cambios producidos por variables como edad, ni las distribuciones de los tejidos y vísceras, por lo que se generan mayores errores en los valores extremos que en los centrales. Las fórmulas generales disminuyen los errores de los extremos (Sillero, 2005).

Porcentaje de Masa de Grasa (% m.g.):

Desarrollada por Yuhasz (1974), es la fórmula más empleada actualmente para el cálculo de la masa de grasa en hombres y mujeres en edades comprendidas entre los 18 y 30 años.

$$\%M.G. (Fem) = 4,56 + (\Sigma 6 \text{ pliegues (mm)}) \times 0,143$$

$$\%M.G. (Masc) = 3,64 + (\Sigma 6 \text{ pliegues (mm)}) \times 0,143$$

Donde los pliegues son: Tríceps, Subescapular, Suprailiaco (2 cm por delante de línea axilar media) Abdominal, Muslo Anterior y Pierna (Sillero, 2005).

- PROPUESTA DE “DE ROSE Y GUIMARAES”

Este modelo establece cuatro componentes que se obtienen a través de las siguientes fórmulas:

Masa Grasa (Faulkner):

$$\% MG = (\Sigma 4 \text{ pliegues} \times 0,153) + 5,783$$

Siendo los pliegues: Tríceps, Subescapular, Suprailiaco y Abdominal

Masa Ósea (Rocha):

$$P.O(Rocha) = 3,02 \times (Talla^2 \times \emptyset \text{Estiloideo} \times \emptyset B.Femur \times 400)^{0,712}$$

Masa Residual (Wurch):

$$P.R = P_{tot} \times \frac{24,1}{100} \text{ (chicos)}$$

$$P.R = P_{tot} \times \frac{20,9}{100} \text{ (chicas)}$$

Masa Muscular (Matiegka):

$$P.M(Kg) = P_{total} - (PG + PO + PR) \text{ (Sillero, 2005)}$$

- PROPUESTA DEL G.R.E.C

El Grupo Español de Cineantropometría utiliza el método de De Rose y Guimaraes, pero calculando el porcentaje de la masa grasa con las fórmulas de Yuhasz:

$$\%M.G. (Fem) = 4,56 + (\Sigma 6 \text{ pliegues (mm)}) \times 0,143$$

$$\%M.G. (Masc) = 3,64 + (\Sigma 6 \text{ pliegues (mm)}) \times 0,143$$

- PROPUESTA DE DRINKWATER

Emplea grupo de variables ajustadas al modelo de Phantom para, posteriormente, utilizar el valor medio de “Z” de dichas variables para estimar el valor de cada componente “V”.

$$Z = \frac{Vx \left(\frac{170,18}{E}\right)^2 - p}{s}$$

Lo grupos variables son:

Masa Grasa: Pliegue del Tríceps, Pliegue Subescapular, Pliegue Supraespinal, Pliegue Abdominal, Pliegue del Muslo, Pliegue de la Pierna.

Masa Residual: Diámetro Biacromial, Diámetro Bialeocrestal, Diámetro transverso del tórax, Diámetro Antero-posterior del Tórax.

Masa Ósea: Diámetro Biepicondilar del Fémur, Diámetro Biepicondilar del Húmero, Perímetro de la Muñeca, Perímetro del Tobillo.

Masa Muscular: Perímetro del brazo relajado (*Pliegue Tríceps), Perímetro del Antebrazo, Perímetro del Tórax (*Pliegue Subescapular), Perímetro del Muslo (*Pliegue Muslo), Perímetro de la Pierna (*Pliegue Pierna Medial).

Los perímetros indicados con asterisco (*) están corregidos con los pliegues cutáneos multiplicados por " π ". El modelo es cuestionable cuando se aplica a niños (Sillero, 2005).

- MÉTODO "O-SCALE"

Método concebido por Ross y Ward en 1985. Diferencia a 44 grupos de edad y sexo, desde jóvenes a adultos. Proporciona información en valor absoluto y relativo (en forma de percentiles) de los distintos componentes y variables.

Los valores de las variables son relativos a una altura de referencia (170,18cm) y compara los resultados de la masa grasa por tres métodos (Yuhasz, Sloan y Durin-Womersley). Su versión completa comprende: talla, peso, 8 pliegues, 10 perímetros y 2 diámetros óseos (Sillero, 2005).

Para determinar cuál de todos los métodos mencionados en este capítulo son los más apropiados se debería analizar muchos factores. La tabla 4, muestra un resumen de los métodos en el estudio de la composición corporal (Sillero, 2005).

Tabla 4. . Valoración de los métodos de estudio de la composición corporal

MÉTODOS		Seguridad del sujeto	Adaptación del sujeto	Material necesario	Método	Coste Económico	Funcionalidad	Validez	
DIRECTOS		DISECCIÓN Anato.	0	0	2	5	1	0	5
INDIRECTOS	FISICO - QUÍMICOS	PLETIS y ABS G.N	4	1	1	3	1	1	3
		DILUCIÓN ISOTOP.	4	3	2	2	2	2	3
		ESPECTRO. FOTON.	2	3	2	3	2	2	3
		ACTIVACIÓN NEUT.	3	2	1	2	1	1	3
		EXCRECIÓN CREAT.	4	3	3	3	3	3	2
		RADIOLOGÍA	1	2	1	2	1	1	2
	IMAGEN	ULTRASONIDO	4	4	2	3	2	3	2
		TAC	1	1	0	2	0	1	4
		RMN	4	2	0	2	0	2	4
		DENSITOMETRÍA	3	1	2	2	2	2	4
DOBLE INDIRECTO		T.O.B.E.C	3	4	0	3	0	1	4
		N.I.R	5	5	4	4	3	3	2
		B.I.E	3	4	3	4	3	3	3
	ANTROP	IND. MASA Y/O ADIP	5	5	5	5	5	5	1
		ECUA REGRESIÓN	5	4	4	3	4	4	4

Fuente: (Sillero, 2005)

2.3. FISIOLÓGÍA DEL BALONCESTO

El baloncesto fue inventado en 1891 por James Naismith, un estudiante de la Escuela de Entrenamiento Internacional “YMCA” en Springfield, Massachusetts. Él había ideado este juego que consistía en técnicas tomadas de otros juegos y que podían ser jugadas en un gimnasio. La necesidad surgió por tener un juego de actividad vigorosa, simple y que pueda ser jugado dentro de algún lugar o al aire libre. El juego fue rápidamente expandido por todo Estados Unidos y por el resto del mundo. En 1936 se convirtió en uno de los deportes de los juegos olímpicos (Reilly et al., 2005).

A pesar de que es un deporte con gran popularidad y prestigio internacional, se han realizado pocos trabajos que permitan estudiar y comprender las respuestas fisiológicas que ocurren durante el esfuerzo y la participación de las diferentes vías metabólicas y de producción de energía en relación al rendimiento específico.

2.3.1. DEMANDAS DEL JUEGO DURANTE EL PARTIDO

2.3.1.1. Demandas temporales y características del juego

Los deportes se clasifican en dos tipos, los que tienen un límite de tiempo, y los que tienen que cumplir un número determinado de partidos, para ser jugados. El baloncesto por su parte, pertenece al primer grupo; se juega en dos tiempos de 20 minutos con un receso entre estos (Reilly et al., 2005).

El baloncesto es un deporte que se juega por equipos, con un alto nivel de exigencia física, técnica y táctica. El rendimiento va a depender tanto de las cualidades individuales de cada jugador, como de la integración e interacción que se tenga con los compañeros del equipo (Franco & Rubio, 1977).

2.3.1.2. Energéticos: Consumo de Oxígeno y Ritmo cardíaco

El baloncesto puede clasificarse como una actividad intensa, en términos de demanda de energía aeróbica, aunque Dal Monte et al., (1987) consideran al baloncesto como un deporte aeróbico-anaeróbico alternado, es decir que producen demandas alternativas de las tres vías de producción de energía, con un frecuente acoplamiento de la energía aeróbica y anaeróbica.

Desde mediados de los 70, se han empezado a realizar estudios que ayuden a determinar los requerimientos fisiológicos y los perfiles funcionales de los jugadores de baloncesto. Las metodologías empleadas incluyen el tiempo de juego y reposo mediante filmaciones, monitorización del ritmo cardíaco y de la concentración del lactato en la sangre.

Algunos enfoques para medir el gasto energético han sido sugeridos como el uso de contadores de movimiento, podómetros, acelerómetros, medidores de consumo de oxígeno y de ritmo cardíaco. De estos métodos el medidor del ritmo cardíaco es el más atrayente debido a que emplea parámetros fisiológicos que son relacionados con la severidad de la actividad física (Reilly et al.,2005).

El empleo del ritmo cardíaco para estimar el gasto de energía, se basa en la suposición de una relación lineal cercana entre el ritmo cardíaco y el consumo de oxígeno o el gasto energético (Reilly et al.,2005).

El ritmo cardíaco (RC) y el consumo de oxígeno (CO) son medidos sobre un rango de ejercicio intenso, usando ya sea una rueda de andar o una bicicleta ergométrica, estableciendo así la relación entre RC y CO. Las limitaciones asociadas con el uso de las medidas del RC para predecir el gasto de energía comprenden factores como: emociones, calor, situaciones no estables, y el modo de ejercicio.

Los valores de RC que se han observado en jugadores de baloncesto han sido entre los 154 a 195 latidos por minuto, estimando un gasto de energía entre 29,82 – 49,56 kilo Joules por minuto, demostrando así que este deporte es una actividad de entre moderada e intensa (Reilly et al.,2005).

2.3.1.3. Metabolismo

Ciertos estudios han demostrado que el RC promedio de los jugadores de baloncesto es de 170 latidos por minuto, e implica entre u 70 al 75% de consumo de oxígeno. Probablemente una alta concentración de ácido láctico en la sangre sería observada y debido a la intensidad del trabajo muchos individuos estarían cerca o por encima del umbral de lactato. Por lo que un juego prolongado de tal intensidad daría lugar a concentraciones de lactato

sobre los 4mM, produciendo consecuencias como fatiga de la acidosis metabólica (Reilly et al.,2005).

Se ha clasificado que, en el juego del baloncesto, el 85% de su gasto de energía ocurre de los almacenamientos de fosfágenos (ATP y PCr) y el 15% de la glucogenólisis anaeróbica (La-O₂), los que dan potencia en una alta intensidad y sin presencia de oxígeno, y además son capaces de una recuperación de la energía de manera rápida. Observándose que la energía que aportan son para esfuerzos breves que, en el caso del baloncesto, las acciones que dependería de esta vía son: los saltos, los rebotes, las carreras con balón dominado (dribles) y los lanzamientos (Franco L. , 1988).

Este sistema no podría proveer toda la energía si los juegos duran más de 20 minutos. Se ha calculado que hasta antes que los altos niveles de ácido láctico en el músculo induzcan la fatiga, los almacenamientos de fosfágenos proveen energía entre 6-8 segundos, mientras que la glucogenólisis anaeróbica podrá proveer por alrededor 60 segundos. Por lo que después de los 20 minutos de juego se debe disminuir la intensidad del ejercicio o tener un tiempo de descanso para que exista una reposición de los fosfágenos y exista una oxidación del lactato (Reilly et al.,2005).

Estudios acerca del agotamiento del glucógeno han resaltado la importancia de los carbohidratos como fuente de energía durante el ejercicio, además de tipos específicos de fibra muscular durante dicha actividad, puesto que estudios sobre el agotamiento de reservas de glucógeno en el músculo están asociadas con una reducción en el desempeño.

Alimentos como pan, papas, arroz, pasta serían beneficiosos desde el punto de vista saludable, aunque suplementos como bebidas deportivas también serían beneficiosos. El valor de bebidas con un porcentaje entre 8 y 10% de carbohidratos durante el entrenamiento y los partidos compensan la fatiga. Suplementos con carbohidratos se ha visto que mantienen los niveles adecuados de glucosa en sangre y así como también las reservas de glucógeno a nivel hepático y muscular. (Reilly et al.,2005).

2.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS JUGADORES

2.3.2.1. Altura y Peso

Para poder ser parte de algún equipo que practique tal o cual deporte el tamaño y la proporción del cuerpo podrían constituir requisitos importantes.

Los jugadores élite del baloncesto son altos, especialmente los centros y defensas. Observando el porte de la élite de los jugadores hombres de baloncesto en la NBA (2006), equipo nacional de España (2015), equipo nacional de Estados Unidos (2012), equipo nacional de Argentina (2016) sus alturas estaban comprendidas entre 198,33 cm y 204,7cm,. La élite de mujeres de baloncesto suele ser entre 14 y 22 cm más pequeñas que los hombres (Reilly et al.,2005).

El atributo físico también es importante dado que el juego implica contacto físico, con la intención de meter el balón en la canasta (ubicado a unos

3,05m del suelo), por lo que deben poseer una talla adecuada y capacidad para realizar saltos verticales que alcance una mayor altura. Mientras más pequeño sea el jugador, mejor capacidad para saltar debe poseer para que el juego sea un éxito. Los defensas son los jugadores con más habilidades y son usados para preparar los ataques, que son completados por los jugadores más altos.

Es así que los unos de los prerrequisitos para ser parte de un equipo de baloncesto son el porte y la capacidad de tener un buen salto

2.3.2.2. Composición corporal y física

Los jugadores tienden a ser altos y musculosos, lo cual se refleja en la media de la grasa del cuerpo que para jugadores de baloncesto esta entre 7,1% y 13,5% (Parr et al., 1978).

El físico de los atletas ha sido determinado y expresado en rangos de endomórfico, mesomórfico y ectomórfico. Valores en la literatura han provisto valores medios de 2,5:5:3,5 para los hombres y 4.3:4.5:3 para las mujeres respectivamente. Resaltando estos datos la importancia respecto a la contextura delgada y la musculatura como requisitos para jugar este deporte a un alto nivel. Adecuadas combinaciones de estas características deberán resultar en una mejor capacidad para saltar, la flexibilidad y la velocidad.

Aunque la altura esta predeterminada genéticamente, los valores de porcentaje de grasa corporal podrían trabajarse con un adecuado programa nutricional y un buen entrenamiento.

2.3.2.3. Potencia Aeróbica Máxima

La potencia aeróbica máxima (VO₂max) está considerado como la mejor determinante de la capacidad aeróbica. Una alto VO₂max indica una alta capacidad de resistencia, siendo un valor promedio para la élite de jugadores masculinos de 52,5ml/kg/min y para mujeres de 42,7ml/kg/min. (Merced, 2013).

2.3.2.4. Medidas de la Potencia Muscular

La potencia es comúnmente evaluada por pruebas como: el salto vertical salto de escaleras, prueba de bicicleta de 30s de Wingate, y el correr en una cinta rodante no motorizada (Reilly et al.,2005).

El empleo de la prueba de salto vertical, ha sido la que más se ha llevado a cabo, ya que no requiere de aparatos costosos, se correlaciona con otras pruebas de potencia, y además puede ser ejecutada en cualquier lugar, sin contar con que ésta se puede ejecutar de diferentes maneras (desde una posición en cuclillas, rebotando desde una posición vertical, manos libres o inmovilizadas).

Se ha visto que normalmente quienes son buenos en el salto, pertenecen a la élite del baloncesto. Por lo tanto, los entrenadores y jugadores deben estar conscientes de la necesidad de un programa de acondicionamiento físico que asegure la capacidad de lograr altura en salto vertical y que reduzca la grasa corporal.

2.3.2.5. Características de la Fibra Muscular:

El músculo esquelético no es un grupo homogéneo de fibras musculares con propiedades metabólicas y funcionales similares. Sobre la base de dos propiedades contráctiles (contracción rápida y lenta) y en dos perfiles metabólicos (oxidativos y glucolíticos), se han identificado tres fibras esqueléticas musculares, por ejemplo, rápida glucolítica (FG, por sus siglas en inglés *fast glycolytic*), rápida oxidativa glucolítica (FOG, por sus siglas en inglés *fast oxidative glycolytic*) y de oxidación lenta (SO, por sus siglas en inglés *slow oxidative*).

Estudios realizados en poblaciones de atletas donde se ha analizado la fibra muscular, han demostrado que existe una relación entre resistencia y un alto porcentaje de fibras SO; velocidad y un alto porcentaje de fibras FG. Investigaciones llevadas a cabo por Conlee et al., 1982 sugieren que tanto los velocistas como los saltadores tienen un porcentaje similar en FG de entre el 59%-62%.

2.3.3. ENTRENAMIENTO

Algunos estudios llevados a cabo por Cabrera, Smith y Byrd (1977) demostraron que, después de 10 semanas de entrenamiento y competencia, el consumo máximo de oxígeno había aumentado en un 7,7%. Por otra parte, los autores concluyeron que la participación en baloncesto no conduce a un aumento en potencia aeróbica, pero resulta en algunas modificaciones favorables en la estructura del cuerpo (p.ej., reducción de peso y de grasa corporal) y funciones (p.ej., reducción del ritmo cardiaco al trabajo submáximo). Estos estudios han demostrado que puede ocurrir una mejora cardiovascular y en el sistema de transporte de oxígeno (Reilly et al., 2005).

El baloncesto puede ser considerado como un deporte aeróbico estresante con elementos que involucran energía anaeróbica, es por ello que el desarrollo del programa de formación debe basarse en un conocimiento preciso de las exigencias del juego. Este tipo de deporte debe incluir actividades que promuevan la capacidad de resistencia, así como las que desarrollen la capacidad de salto vertical, flexibilidad y velocidad y de esta manera lograr una mayor habilidad y destreza en el juego.

La resistencia puede mejorarse por cualquiera de los métodos de formación continua (p.ej., corriendo 30min o más, a una intensidad adecuada) o por métodos de entrenamiento de intervalos, con cargas entre 15 a 60 segundos, 3 – 4 series y 3 – 4 repeticiones (Lorenzo., 2006)(p. ej., repetir episodios de saltar o correr seguido por intervalos de descanso). Ambos métodos contribuirán a mejorar la capacidad aeróbica, aplicándose el

principio de sobrecarga. El principio de sobrecarga progresiva implica que la carga de entrenamiento se aumenta gradualmente a medida que la aptitud de la persona mejora (Reilly et al., 2005).

La aplicación del principio de la sobrecarga de entrenamiento de intervalo es lograda mediante la manipulación de la tasa y la distancia del período de ejercicio, el número de repeticiones, el número de conjuntos durante cada sesión de entrenamiento, la duración del intervalo de relieve, el tipo de actividad durante el intervalo de alivio y la frecuencia de entrenamiento por semana (Fox y Matthews, 1974).

Los programas de formación que se especifican deben ser planificados de acuerdo con las exigencias del juego, es decir la posición con la que juega el jugador debe tenerse en cuenta (Reilly et al., 2005).

Las investigaciones confirman que series de trabajo breves de alta intensidad darán lugar a mejoras en todos los sistemas de energía en un período corto de tiempo (Fox et al., 1973). La mayoría de los entrenadores recomiendan el uso de carrera continua de 3-9 km, por lo menos en tres ocasiones a la semana como esenciales para un nivel básico de resistencia. El realizar pequeños partidos en espacios reducidos, durante un período prolongado de tiempo también podría ayudar a mejorar la resistencia, como lo haría cualquier sesión de entrenamiento en el que las habilidades se practican durante periodos de 60 min o más. Sin embargo el entrenamiento actual para incrementar la resistencia en jugadores de baloncesto involucra ejercicios combinados que involucran el gesto deportivo en el mismo campo

de juego, es decir serie de ejercicios que involucre piques, paradas, pases, lanzamientos, desplazamientos en donde existe tanto un mejor rendimiento aeróbico como anaeróbico, ya que recordemos que este deporte tiene un consumo energético mixto (aeróbico anaeróbico) (Lorenzo., 2006).

La capacidad de salto de altura es de suma importancia los jugadores de baloncesto. Las formas habituales de formación para mejorar el salto vertical incluyen el entrenamiento con pesas, entrenamiento de saltos y ejercicios pliométricos (Reilly et al., 2005).

El entrenamiento con pesas incorpora cuclillas, presión de piernas, extensión de la rodilla, el muslo y la pantorrilla. Se ha utilizado como el método tradicional de mejorar la fuerza de la pierna y por lo tanto de la mejora de la capacidad de salto. Los resultados de numerosos estudios que utilizan el entrenamiento con pesas como un modo de ejercicio para la mejora de la capacidad de salto vertical, no han demostrado de forma concluyente significativa mejoras (Reilly et al., 2005).

Se piensa que puede haber una necesidad de extender el período de entrenamiento durante meses en lugar de semanas para obtener una mejora. El entrenamiento de salto vertical ha sido considerado útil para mejorar la capacidad de salto, debido a la especificidad de sus acciones. Los jugadores de baloncesto siempre han utilizado esta forma de entrenamiento para complementar las acciones de salto involucrados en sus regímenes de rutina normales.

Un método de entrenamiento interesante para el desarrollo de la potencia muscular es conocido como entrenamiento pliométrico (Verhoshanski, 1968). El entrenamiento se basa en el principio de realizar un estiramiento rápido de un músculo, por lo que justo antes de su acortamiento resultará en una contracción mucho más fuerte. El estiramiento del músculo (o contracción excéntrica) se produce a través del salto de profundidad. Un salto de profundidad requiere un atleta que caiga de una altura y, al aterrizar, realice inmediatamente un movimiento de salto. La altura del salto es una consideración importante, ya que una altura demasiado baja (20 cm) o demasiado grande (100 cm) no dará lugar a mejoras significativas (Reilly et al., 2005).

(García López, 2003) Refiere que el método pliométrico exige adaptarse a todas las características de los individuos y ser meticulosos en la ejecución de los ejercicios que otros métodos no requieren, no sólo para mejorar el rendimiento, sino también para prevenir posibles lesiones. Los saltos de altura y caída libre (DJ por sus siglas en inglés *Drop Jumps*) quizá sean los ejercicios más simples y accesibles para desarrollar el régimen pliométrico de miembros inferiores (Verkhohansky, 1999); pero la sencillez de su ejecución no debe permitir que se descuide la ejecución de la técnica.

Cometti (1998) en (García López, 2003) expone tres principios en el entrenamiento pliométrico:

- a. La posición (referente al grado de flexión de la articulación implicada).

- b. El desplazamiento de las palancas.
- c. El carácter de las tensiones musculares.

Al introducir variedad en el entrenamiento pliométrico se puede incidir en uno o varios de estos principios, estas variaciones podrían ser de la siguiente manera (Cometti, 1998):

- **Variaciones en la posición:** actuando sobre el ángulo de flexión de la rodilla previo al salto. Los tres ángulos más utilizados son 60°, 90° y 150°. Mientras que el ángulo de 150° es el más utilizado en competición y, probablemente, el más idóneo para el establecimiento de puentes actomiosínicos, parece que el ángulo de 90° es el que reporta beneficios más rápidamente.
- **Variaciones en el desplazamiento:** trabajando con la amplitud de las zancadas, la altura y separación de los obstáculos, apoyos con una o dos piernas, etc.
- **Variaciones en las tensiones musculares:** aumentando o disminuyendo la carga en una o varias fases del movimiento pliométrico (fase excéntrica, instante isométrico o fase concéntrica). Para ello jugaremos con la altura de caída, con la utilización de gomas colgadas del techo que aligeren el trabajo, etc.

Thorstensson et al. (1976) examinaron los efectos de un entrenamiento de 8 semanas con pesas (sentadillas), salto vertical y salto de longitud en estudiantes masculinos de educación física. El entrenamiento constaba de tres sesiones a la semana de sentadillas (3 series de 6 repeticiones

máximas), salto vertical y salto de longitud (3 series de 6 repeticiones). Se observaron mejoras significativas con respecto a la posición en cuclillas IRM (85 kg), salto vertical (+7 cm), y el salto de longitud (+11cm). Hay que tomar en cuenta que el estudio se llevó a cabo en jugadores no elites y en un periodo mayor a las ocho semanas.

Por otra parte, estudios realizados por Clutch et al. (1983) muestran que al parecer el salto de profundidad es útil para aumentar la capacidad de salto vertical para los atletas que no hacen ningún otro salto, pero no hay un aporte considerable de mejora como requisito de salto.

Los estudios que utilizan los sujetos no de élite son propensos a mostrar un aumento significativo de la fuerza y salto vertical de cualquiera que sea la forma de capacitación e incluso durante un corto período de tiempo, mientras que los estudios en los que se utilizan los sujetos bien entrenados necesitan un periodo de entrenamiento más largo para mostrar ganancias significativas, y si las ganancias de salto vertical, en particular, son deseables entonces requieren de algún tipo de entrenamiento de saltos (Reilly et al.,2005).

Tanto el entrenamiento con pesas, como el de salto de profundidad parecerían ser métodos útiles de la promoción de la capacidad de salto vertical. Por su parte, el salto de profundidad parece ser útil para entrenar los músculos para que se contraigan más rápido, para mejorar la capacidad de salto vertical, desarrollar la fuerza de las piernas

Por otro lado, los músculos de las piernas deben estar capacitados para reaccionar tan rápido como sea posible; el entrenamiento pliométrico ayuda a maximizar la coordinación de las habilidades neuromusculares y la fuerza muscular (Reilly et al.,2005).

Las mejores alturas para realizar saltos de profundidad parecen ser aproximadamente 40 cm. En alturas superiores a esto, se requiere demasiada fuerza para contrarrestar la caída y en alturas más bajas que esta, estímulos insuficientes de entrenamiento se aplica al músculo (Brown, Mayhew, & Boleach, 1986)

A pesar de las ventajas de la formación pliométrica, existen problemas asociados con el salto de la profundidad y el salto de rebote. Se ha demostrado que contracciones musculares excéntricas han resultado en el dolor muscular (Newham, Mills, & Edwards, 1983; Komi, 1984), posiblemente como resultado de cambios en la ultra estructura de las células musculares (Newham, Mills, & Edwards, 1983)

Bockoc et al (1988) han señalado que es probable que el salto de profundidad que se realiza a una altura más grande de la recomendada, en un período extendido de meses, puede resultar en lesiones de rodilla debido a las fuerzas aplicadas a través de la rótula- tendón. Por lo que, para evitar estas situaciones, es aconsejable que, para construir un programa de formación, se incorpore poco a poco un programa de entrenamiento con pesas, antes del programa pliométrico con el fin de fortalecer los músculos implicados (Reilly et al.,2005).

Todos estos métodos de entrenamiento lograrán que el deportista logre un esquema dinámico motor automatizado, ya que las fibras musculares estarán capacitadas para realizar movimientos “aprendidos” para desenvolverse de una forma determinada,

2.4. CAPACIDADES FÍSICAS MOTORAS

Es la condición previa a partir del cual el hombre y el atleta desarrollan sus propias habilidades técnicas, y las que se relacionan con la vida normal.

Por otra parte Torres (2005) las define como “aquellas predisposiciones fisiológicas innatas en el individuo, factibles de medida y mejora, que permiten el movimiento y el tono muscular. Son por lo tanto, aquellas que en el entrenamiento y el aprendizaje van a influir de manera decisiva, mejorando las condiciones heredadas en todo su potencial”

Las capacidades físicas dependen y son producto de algo con naturaleza física, como es el ser humano, así también son básicas dado que son fundamentales para el rendimiento motor en el deporte y son los componentes de todas las demás cualidades (Pancorbo, 2008).

El nivel de desarrollo de las capacidades físicas está determinado por factores como: tiempo de aprendizaje, coordinación técnica, grado de aplicación de la coordinación y su variabilidad en el entrenamiento y la competencia; el proceso a largo plazo de la formación del deportista (ITSON, s.f).

Las capacidades físicas se clasifican en: condicionales, coordinativas y flexibilidad.

- Las *capacidades físicas condicionales* están determinadas por factores energéticos que se liberan en los procesos de intercambio de sustancias en el organismo producto del trabajo físico. Se clasifican en: velocidad, fuerza y resistencia (UDS, s.f).
- Las *capacidades físicas coordinativas* se caracterizan por una regulación y dirección en los movimientos, constituyendo una dirección motriz de las capacidades del hombre y haciéndose únicamente efectivas en el rendimiento deportivo trabajando en conjunto con las capacidades físicas condicionales. Se clasifican en: generales (p.ej., adaptación, regulación de los movimientos), especiales (p.ej., orientación, equilibrio, reacción simple y compleja, ritmo, anticipación, diferenciación, coordinación), complejas (aprendizaje motor y agilidad) (UDS, s.f).

2.4.1. FLEXIBILIDAD

La flexibilidad es un factor facilitador de la fuerza, resistencia y velocidad. Es la capacidad de realizar movimientos con gran amplitud articular, la cual es determinada en gran medida por la forma de las articulaciones, por el roce articular e intramuscular y por otros factores antagónicos. Mientras mayor

sea la flexibilidad se conseguirá mayor amplitud de movimiento articular y por consiguiente se obtendrá una mayor fuerza en las técnicas (ITSON, s.f)

Esta va aumentando progresivamente desde los años escolares hasta la adolescencia, que es cuando se estabiliza o empieza a disminuir (Seirullo, 2015).

La flexibilidad puede ser:

- **Activa:** Es la capacidad que le permite al individuo lograr por sí mismo la amplitud de movimientos en determinadas articulaciones, es decir que se logra con esfuerzo del cuerpo propio.
- **Pasiva:** Es la amplitud máxima que se puede alcanzar como resultado de las fuerzas exteriores, es decir que se logra con ayuda de un compañero y de aparatos especiales (ITSON, s.f).

Medios para el desarrollo de la flexibilidad:

Entre los medios para que esta capacidad sea desarrollada están:

- Ejercicios con gran amplitud de movilidad articular
- Ejercicios mantenidos y con gran esfuerzo de 10-20 segundos en posiciones rígidas donde hay intervención de ligamentos, articulaciones, músculos y tendones de los hombros, cadera, columna vertebral, entre otros (ITSON, s.f).

La flexibilidad puede ser mejorada con un entrenamiento que se lleve a cabo de manera regular, donde se deberá considerar que sea cual sea la técnica que se emplee, el músculo y/o tejido conectivo deben ser estirados más de la longitud normal para lograr los mejores resultados (Seirullo, 2015).

La falta de flexibilidad en ciertos grupos musculares contribuye a una mala postura. Mientras que, cuando se realizan ejercicios de estiramiento se produce a veces una reducción del dolor muscular. Hay quienes sugieren que el músculo sea sobre estirado un 10%, y otros comentan, que se realice hasta que exista presencia de dolor. Sin embargo, estas recomendaciones no están documentadas (Seirullo, 2015).

En lo que respecta al estiramiento estático, este debe ser estirado entre 6 y 12 segundos varias veces al día para obtener resultados positivos. Y se recomienda que este se ejecute antes que el estiramiento activo, ya que de esta manera hay menos peligro de sobre estirar accidentalmente un músculo utilizando el estiramiento estático (Seirullo, 2015).

Es muy importante que se practique la flexibilidad, para prevenir lesiones articulares o en los tejidos conectivos, sin embargo se debe tomar en cuenta que una flexibilidad en exceso puede ser peligrosa, puesto que alguna articulación podría volverse inestable

2.4.2. FUERZA

Es una capacidad motora condicional, capaz de vencer o mantener una resistencia mediante una acción o esfuerzo muscular (Redondo, 2011; Pancorbo, 2008). Al trabajarla se producen procesos de adaptación como

- *Neuromusculares*: coordinación intramuscular, intermuscular; reclutamiento de unidades motrices; reflejo de estiramiento.
- *Estructurales*: Referidas a las fibras musculares.
- *Mecánicas*: Tomando como ángulo de la articulación 90° (Redondo, 2011).

Se pueden distinguir varios tipos de fuerza:

- *Fuerza Estática*: Mantiene una resistencia exterior y no existe desplazamiento.
- *Fuerza Dinámica*: El músculo sufre desplazamiento al vencer la resistencia. Pudiendo ser una fuerza lenta, rápida o explosiva (Pancorbo, 2008).

Factores que determinan la fuerza:

Factores Fisiológicos:

- Relación estrecha entre el volumen del músculo y la fuerza.
- A mayor volumen muscular, mayor fuerza
- La forma del músculo: los músculos reniformes son los músculos de fuerza y los músculos fusiformes son los músculos de velocidad.

- A mayor número de unidades motoras mayor fuerza.
- Tipo de fibras musculares

Factores Mecánicos:

- El grado del ángulo de las articulaciones en un movimiento determinado puede movilizar los músculos de modo favorable o no.
- El grado de giro que adopta una articulación en la aplicación de una fuerza condiciona su mayor o menor intensidad

Otros factores:

- Edad, sexo, temperatura muscular, alimentación, motivación, entrenamiento, metodología para el desarrollo de la fuerza (Pancorbo, 2008).

Evolución de la Fuerza con la edad:

Entre las edades de ocho a trece años no se evidencia un incremento de la fuerza, pero sí de un crecimiento en longitud y un aumento en el peso corporal donde particularmente intervendrían los músculos (de las piernas fundamentalmente) (Seirullo, 2015 ; Pancorbo, 2008).

Para estas edades, el nivel de desarrollo muscular no permite utilizar sobrecargas altas, por lo que la musculación se realiza empleando movimientos del mismo cuerpo, como tirar, empujar, luchar, lanzamientos de objetos ligeros de hasta 10Kg, así como el empleo de contracciones musculares isotónicas, isométricas, concéntricas (Seirullo, 2015 ; Pancorbo, 2008).

Entre los 14 y 16 años se observa un incremento del volumen corporal de manera significativa, suponiendo un aumento de la fuerza de los músculos en casi un 90% de la fuerza total alcanzable en un futuro. En estas edades pueden emplearse sobrecargas pequeñas como por ejemplo: el transporte entre compañeros con pesos aproximados entre los mismos, para que la carga no sea muerta (Pancorbo, 2008).

Hasta los 17 años los atletas deben entrenar la fuerza en las especialidades requeridas. Entre los 17 y 19 años el crecimiento muscular es completado. Aquí se puede emplear sistemas de entrenamiento sin mucha intensidad (Seirullo, 2015).

Entrenamiento a emplearse:

Entre los 14 y 18 años se prepara la musculatura para empezar la etapa de rendimiento comprendida entre los 19 y 25 años que corresponde al periodo de competiciones (Seirullo, 2015).

De los 17 a 18 años se empieza a realizar la diferenciación de la musculación. Para especialidades no tan complejas y que necesiten de la fuerza con relación al peso, como velocidad, vallas, longitud y altura se debe realizar fuerza general o dirigida para que al llegar a la edad de los 20 años estén en condiciones de rendir al máximo (Seirullo, 2015).

De los 25 a los 35 años hay un descenso del 10 y 15% de la fuerza total, y a partir de aquí hasta los 50 años la fuerza descenderá hasta un 75% del

máximo que se había alcanzado a los 20 años. El entrenamiento debe estar dirigido a los músculos necesarios para la capacidad deportiva (Seirullo, 2015).

Criterios de fuerza en el entrenamiento:

Para el desarrollo de la fuerza, se debe tomar en cuenta a las particularidades del organismo en crecimiento, ya que el sistema óseo del niño/adolescente debido a una menor calcificación es más elástico y así también es menos resistente a la presión y flexión (Seirullo, 2015).

En edades preescolares se debe aprovechar el afán de los niños para moverse para obtener un desarrollo general. Se deben emplear ejercicios con obstáculos, aparatos para trepar, de apoyo; suspensión y de tracción (Seirullo, 2015).

En la primera edad escolar, se debe emplear como método de entrenamiento, el dinámico, dado que el niño no posee las bases necesarias para un trabajo muscular estático. Se debe hacer énfasis en el trabajo de la fuerza-velocidad. El entrenamiento por circuito, trepar por barras o cuerdas, lucha tirando de la cuerda, apoyos en la pared o sobre un soporte elevado, tracciones en suspensión oblicua y saltos con pies juntos se han mostrado ser ejercicios efectivos a esta edad (Seirullo, 2015).

En la segunda edad escolar, se debe reforzar el músculo general y los grupos musculares importantes. Se deben emplear ejercicios que utilicen el

propio peso del cuerpo o por medio de pequeñas cargas adicionales con balón medicinal, anillas, sacos de arena. Saltos y arrastres en sentido vertical, ejercicios de apoyo en barra fija y paralelas, apoyos – flexiones en sentido horizontal, subidas con apoyo invertido en equilibrio sobre las manos y con desplazamiento, series de saltos, y refuerzo de los músculos dorsales y abdominales (Seirullo, 2015).

2.4.3. VELOCIDAD

Es una capacidad motora condicional, compleja, compuesta por tres elementos fundamentales: velocidad de reacción, rapidez de cada movimiento, y ritmo de un movimiento aislado. Se fundamenta en la movilidad de los procesos neuromusculares y las capacidades musculares de producir fuerza y que se efectúen acciones motoras en un tiempo mínimo (Pancorbo, 2008).

La velocidad de reacción se vincula a características centrales mentales, la rapidez de movimiento por su parte se ve influenciada por la fuerza, y el ritmo de movimiento está influenciado por ambos factores (Pancorbo, 2008).

Factores que limitan la velocidad

Fisiológicos: Hace referencia a la estructura de las fibras musculares del tipo II, especialmente del tipo IIB cuyo porcentaje es difícil de modificar con el entrenamiento

Físicos: Entre estos factores extrínsecos están: la amplitud de la zancada, número de apoyos (frecuencia), coordinación y utilización correcta de los músculos que intervienen en el desarrollo de la actividad (Pancorbo, 2008).

Evolución de la velocidad con la edad

Entre los ocho y doce años de edad se observa un incremento considerable de la velocidad debido a que existe una mejora de la fuerza, la cual dependerá del crecimiento y peso obtenido; mejora de la coordinación mecánica de las tareas (Pancorbo, 2008).

De los 13 y 19 años se evidencia un aumento paralelo de la velocidad con relación a la fuerza, y a partir de los 17 años, ya casi se puede decir que se logra el máximo de velocidad, en un 95%. Mientras que de los 19 y los 23 años, se mantiene en los máximos límites, y a partir de esa edad disminuye debido al factor coordinación. A partir de los 24 años y hasta los 50, su descenso es regular y mantenido por la fuerza (Seirullo, 2015).

Desarrollo de la velocidad por el entrenamiento:

En las edades comprendidas entre ocho y trece años de edad, la velocidad puede ser entrenada con métodos especiales. Tanto la velocidad de reacción como la de desplazamiento, se pueden entrenar con tareas que mejoren la coordinación neuromuscular (Seirullo, 2015).

La agilidad es un componente que va a ayudar a que exista un desarrollo suficiente y óptimo de la velocidad de desplazamiento, para lo cual se recomienda: distancias cortas recorridas a la máxima velocidad, partiendo desde posiciones muy diferentes, los “stop”, y cambios de dirección y la acrobacia elemental en el suelo, que ayudarán en la mejora de la coordinación.

Componentes como el control de la velocidad segmentaria, en recorridos y franqueos de obstáculos para el equilibrio, también permitirán ser más veloz, sin embargo se debe tomar en cuenta que los tiempos de intervención no deben ser mayores de los 10 segundos (Seirullo, 2015).

De los 14 a los 19 años los criterios de movimiento deben mantenerse en lo que concierne a hacer uso de movimientos rápidos. Se logrará el objetivo de interés cuando la fuerza que se esté alcanzando se la pueda aplicar en los tiempos reducidos. En estas edades se debe emplear tareas de resistencia a la velocidad, la cual es necesaria para el músculo. Los tiempos de intervención pueden llegar hasta los 15 segundos. Los movimientos veloces necesitan de la fuerza, que tiene que irse desarrollando paralelamente para obtener un buen resultado en las capacidades motoras (Seirullo, 2015).

De los 19 y 23 años las formas de desplazamiento se ceñirán exclusivamente en la forma de los gestos técnicos. Entre los 19 o 20 años pueden obtenerse los mejores resultados. Su mantenimiento hace prolongar su eficacia hasta más tarde (30 o 32 años). En esta etapa se puede desarrollar una velocidad de resistencia con métodos de entrenamiento

específicos que no permitan mantener la velocidad máxima más allá de 20 segundos (Seirullo, 2015 ; Pancorbo, 2008).

Criterios de la velocidad en el entrenamiento

Si bien es cierto que la velocidad es una capacidad física determinada genéticamente casi en su totalidad varios autores refieren que ésta puede ser factible de mejorarse con el entrenamiento, es así que (Pancorbo, 2008).refiere que la velocidad debe ser entrenada de los 8 a los 13 años. De los 13 a los 19 años se añade el entrenamiento de la fuerza que paulatinamente se va alcanzando, dirigida a los músculos que ejecutan movimientos técnicos

La mayoría de las capacidades que influyen el rendimiento de la velocidad son las que han sido desarrolladas antes de la pubertad; es decir que son producto de su niñez.

El entrenamiento de un velocista deberá empezar después de sus siete u ocho años, de tal forma que se lleve a cabo un entrenamiento a largo plazo, donde alcance la madurez física, técnica y táctica durante su mejor edad fisiológica.

Etapas de preparación:

- El desarrollo físico de los velocistas tiene que empezar a una temprana edad para poder utilizar los periodos de edad favorables para el desarrollo de capacidades especiales.

- La preparación física debe ser multilateral, empleando diferentes ejercicios y actividades deportivas.
- Las capacidades y habilidades de los niños se deben establecer en la primera etapa de preparación, midiendo así también sus progresos iniciales.

Por lo que se debe hacer un entrenamiento multilateral en las primeras etapas, seguido de un entrenamiento paso a paso de la velocidad y del entrenamiento más enfocado, dado que los errores cometidos aquí serán difícil de compensar posteriormente (Seirullo, 2015).

Tipos de Entrenamiento según la etapa:

Etapa Introductoria (6-8 años a 11-12 años):

Esta etapa es favorable para el desarrollo de la velocidad de movimientos, su frecuencia; agilidad y la coordinación. Está enfocada en el desarrollo multilateral de las capacidades físicas, de destrezas globales, cualidades motrices, frecuencia de movimientos y desarrollo de un interés duradero por las actividades físicas, por lo que se pueden practicar juegos deportivos como fútbol, béisbol, baloncesto, voleibol, y adicionalmente actividades como: salto en largo y alto, y lanzamientos (Seirullo, 2015).

Por otra parte, el desarrollo de la coordinación es un prerrequisito para el desarrollo de la velocidad de carrera, la cual puede ser desarrollada ya sea

por carreras lentas, y por diferentes velocidades de carrera de los diferentes juegos practicados.

Los juegos y los relevos que contienen repeticiones de un promedio de 15 a 30 segundos son excelentes para el desarrollo de la frecuencia de paso. La velocidad de reacción se desarrolla con juegos con repeticiones de 5 a 15 segundos. La velocidad general aumenta rápidamente con juegos que involucran acciones de saltos y lanzamientos, recomendándose un descanso de 3 a 4 segundos (Seirullo, 2015).

Para el desarrollo de la flexibilidad, se deben realizar juegos que requieran rotaciones, giros y esquives que también contribuirán al fortalecimiento de ligamentos y tendones.

Las actividades multilaterales, juegos de carrera, esquí, patinaje sobre hielo y natación, son suficientes para el aumento de la resistencia general en esta etapa (Seirullo, 2015).

Etapas Básicas (11-12 años a 13-14 años):

En esta etapa se debe trabajar para fortalecer las capacidades físicas que permita el establecimiento de una base sólida para el futuro. Las actividades que se realizan son multilaterales dirigidas hacia el atletismo. Actividades como saltos, lanzamientos, vallas son las más recomendadas para esta etapa (Seirullo, 2015).

La fuerza se incrementa mediante la práctica de diferentes ejercicios, poniendo énfasis en los puntos débiles como son la falta de fuerza en los abdominales, espalda y músculos posteriores del muslo.

Es también recomendable la realización de ejercicios con el propio peso corporal del atleta. Fútbol, esquí y natación son deportes que contribuirán en el desarrollo de la resistencia (Seirullo, 2015).

Técnica del sprint: Se utiliza principalmente en carreras de velocidad controlada y aceleraciones, en la que se debe poner atención a elementos como: la colocación de los pies, movimientos en la dirección de la carrera acción de extensión óptima y carrera relajada, sin tensiones en los hombros y músculos del tronco. Se debe también trabajar en la elevación de las rodillas (Seirullo, 2015).

Etapa específica Inicial (15 -16 años): Actividades atléticas multilaterales: velocidad, vallas, salto en largo.

Etapa específica (17 – 18 años): Entrenamiento y competiciones de velocidad.

El entrenamiento de la velocidad debe efectuarse ejecutando entrenamientos por edades, por lo que se debe aprovechar los periodos sensibles del desarrollo. La velocidad debe ser trabajada tempranamente en la infancia, para que el sistema nervioso central pueda ser modelado, antes de que se llegue a la madurez completa (Seirullo, 2015).

2.4.4. RESISTENCIA

Es la capacidad para resistir un esfuerzo físico durante un tiempo prolongado sin que su efectividad se vea disminuida, contemplando esfuerzos con duraciones que van desde los veinte segundos hasta las seis horas o más (ITSON, s.f ; Pancorbo, 2008).

Dependencia y tipos de resistencia

La resistencia va a depender del suministro de energía. Cuando la fuente que la suministra se agota, la capacidad a desarrollar va a depender de la intensidad, duración del trabajo y sus posibilidades energéticas. De acuerdo a esto es que existen dos tipos de resistencia: aeróbica y anaeróbica, que se dividen en láctica y aláctica. Por otra parte de acuerdo al alcance de la musculatura en acción, ésta puede ser local o general; y dependiendo de la forma de acción o trabajo de la musculatura, puede ser dinámica o estática (Pancorbo, 2008).

La resistencia aeróbica consiste en la ejecución de un trabajo de larga duración realizado a una intensidad media y con consumos submáximos de oxígeno (Universidad de Antioquia, s.f).

La resistencia anaerobia es láctica cuando el ejercicio que se realiza se lo hace en presencia del ácido láctico en funcionamiento, y el nivel de consumo de oxígeno supera el límite superior; y es aláctica cuando se realizan esfuerzos de alta intensidad y corta duración (10 a 20 segundos) (Universidad de Antioquia, s.f).

Los esfuerzos de resistencia muscular general son desarrollados cuando la actividad comprende más de $1/7$ parte de la musculatura del individuo, mientras que los de resistencia local comprenden una fracción menor a la antes mencionada, que generalmente corresponde a $1/3$ (Universidad de Antioquia, s.f).

Evolución de la resistencia con la edad

Entre los 8 y los 12 años hay un crecimiento mantenido de la capacidad de resistir esfuerzos. Entre los 12 y 14 años se tiene menor capacidad fisiológica a resistir esfuerzos, mientras que la capacidad de resistencia aumenta hasta los 17 años para acceder casi al 90% del total (Seirullo, 2015).

Desarrollo de la resistencia por el entrenamiento

A partir de los 8 años, los niños empiezan a desarrollar adaptaciones estructurales y funcionales frente a estímulos de formas aeróbicas de entrenamiento para parámetros como: captación máxima de oxígeno, tamaño, frecuencia cardiaca, volumen asistólico y minuto cardiaco; capacidad vital, incremento del volumen sanguíneo, de las mitocondrias y las enzimas; aumento del depósito de hidrato de carbono (Universidad de Antioquia, s.f).

Es así que los niños entre 8 y 12 años están en condiciones de desempeñarse sin problema en tareas que utilizan como fuente la vía aeróbica. Por lo que para el entrenamiento de la resistencia se deben ejecutar carreras o ejercicios no intensos, ni prolongados. El pulso no debe ser mayor de 120 – 130 p/m. La forma de trabajo puede ser continua o en fracciones de 5' a 10'. Completando en ambos casos hasta un tiempo total entre 20' y 30'. El tiempo fraccionado es más recomendable en las primeras y últimas edades. En las edades intermedias, puede hacerse en algunos casos continuado (Seirullo, 2015; Universidad de Antioquia, s.f).

De 12 a 22 años se desarrolla en dos fases la capacidad de resistencia, la primera hasta los 17 años y la segunda hasta los 22. De los 12 a los 14 años se continúa con el mismo tipo de entrenamiento, pero haciendo menos volumen de trabajo, no más de los 30' a 35' en cada sesión. Hasta los 17 años predominará el tipo de trabajo aeróbico, para lo cual se debe dejar que el organismo se recupere de la crisis puberal no sometiéndolo a sobrecargas gravosas para su alterado metabolismo. De los 17 hasta los 22 predomina el trabajo aeróbico sobre el anaeróbico (Seirullo, 2015).

Desde los 23 hasta los 30 años se puede entrenar una y otra resistencia más equilibradamente. De los 30 en adelante el trabajo aeróbico es el que debe predominar para que la curva de la capacidad de resistencia no descienda bruscamente a causa del exceso de fatiga anaeróbica (Seirullo, 2015).

Entrenamiento de la resistencia en niños y adolescentes:

En lo que respecta al corazón, se ha visto que la frecuencia cardiaca disminuye a medida que la fibra se alarga y la cavidad interior del corazón aumenta de volumen como consecuencia del crecimiento combinado con el entrenamiento, aumentando así también el volumen de eyección simbólica. Al niño realizar un entrenamiento en resistencia general; se producirán modificaciones positivas de adaptación para el organismo (ITSON, s.f ; Pancorbo, 2008).

En lo que concierne a la medicina del deporte, el entrenamiento de resistencia general ejerce la mayor influencia sobre todos los parámetros que determinan la capacidad de rendimiento del organismo, puesto que una alta capacidad de resistencia general en una base sólida de protección y de estabilidad para la salud general, la cual es expresada por un sistema inmunológico más eficaz y una mayor resistencia a las infecciones consideradas benignas (Seirullo, 2015).

La capacidad de resistencia a la fatiga proporciona una base esencial para la aplicación de todos los métodos y las formas de entrenamiento disponibles.

Los niños de edades entre los 5 y 12 años alcanzan del 41-45% de su capacidad máxima de absorción de oxígeno en los primeros 30 segundos de un esfuerzo máximo, y así también tienen una producción de energía anaerobia más débil. Los esfuerzos anaerobios provocan una elevación de las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) diez veces mayor que en los

adultos, debido a la relación lineal que existe entre el aumento del esfuerzo y la acumulación de lactato en la sangre (Seirullo, 2015).

Los niños de edad preescolar pueden ser entrenados empleando el “**método de carrera de larga duración**” y las “**cargas de entrenamiento por intervalos**”, pero tomando en cuenta que el principal objetivo para estas edades es la preparación de la condición física general. El objetivo prioritario del deporte escolar debe ser el desarrollo de la resistencia general básica, mas no de la específica (Seirullo, 2015).

Contenidos del entrenamiento hasta los 13 años:

Esfuerzos de tipo intervalos:

Estos incluyen: pequeños juegos a base de tocar, relevos, carreras por números, cambios de lugar, policías y ladrones; pequeños juegos en equipo: minibasket; carrera de figuras ida y vuelta; juego de circulación; carrera de orientación en la escuela (Seirullo, 2015).

Esfuerzos según el método de carrera de larga duración:

Se tratará que la velocidad a la que se corra sea constante, por lo cual el maestro, por ejemplo, correrá en cabeza a un ritmo que puede ser sostenido por los más débiles, sin que nadie pueda sobrepasarlo. Posteriormente se situará el alumnado más débil en cabeza para regular el ritmo (Seirullo, 2015).

Así también, se pueden ejecutar carreras como: carrera con impulso de balón con manos o pies, carrera en bosque o terreno variado; carreras de duración de 1, 2 y 3 segundos; carreras medidas por minuto según el sistema piramidal: 1, 2, 3, 2, 1 segundos con intervalos de recuperación de 1 segundo de marcha entre las carreras; carreras de corta duración (5', 4', 3', 2' 1', de una longitud decreciente determinada); carreras en laberinto (Seirullo, 2015).

Contenidos del entrenamiento durante la primera y segunda fase de la pubertad:

Esfuerzos de tipo intervalos:

Estos incluyen: distancias más largas, que deben ser cubiertas en un tiempo fijado, no demasiado rápido; carrera americana (relevos sin fin con tres corredores repartidos sobre 400 metros); carreras en cuesta con pendiente suave; carreras con cambio de ritmo (alternado entre lento y rápido) (Seirullo, 2015).

Esfuerzos según el método de carrera de larga duración:

Estos incluyen: carreras en bosque y terreno variado; carreras en bicicleta con compañero/a (5, 10 o 15 Km); grandes juegos, triatlón, cuadratlón y pentatlón en resistencia general; 14' carrera continua + 1' a ritmo vivo; carreras de orientación; test de Cooper (Sillero, 2005).

Se ha demostrado así que, el rendimiento máximo en velocidad, fuerza, resistencia agilidad, etc. se apoya en la capacidad de resistir esfuerzos duraderos, la cual se puede conseguir comenzando con el trabajo de resistencia general (básica) o del “endurecimiento”. Además de que la infancia y la adolescencia son las mejores épocas para desarrollar la capacidad de resistencia general.

CAPÍTULO III. JUSTIFICACIÓN Y METODOLOGÍA

3.1. JUSTIFICACIÓN.

En la población adolescente ecuatoriana, existen pocos datos sobre las variables antropométricas de deportistas, que nos indiquen el somatotipo, la composición corporal y las capacidades físicas que estos poseen, y es menester conocer estas variables para determinar si nuestros adolescentes que están practicando una disciplina deportiva pueden llegar a ser atletas de alto rendimiento

Las personas que practican una disciplina deportiva mantienen un régimen dietario y de entrenamiento especiales para mantener un rendimiento deportivo ideal. Su preparación física permite mantener un perfil antropométrico y capacidades físicas adecuadas y aptas para la disciplina que practican. En el caso del baloncesto las características físicas de los jugadores varían según la posición que ellos se ubiquen, manteniendo de todas maneras cualidades similares para la práctica de este deporte.

Por otro lado, quienes no practican una disciplina deportiva pero son activos físicamente también poseen su propio perfil antropométrico y capacidades físicas que pueden o no variar de quienes practican una disciplina deportiva.

El presente estudio revelaría la existencia o no de diferencias de estos parámetros entre quienes pertenecen a un equipo formal de baloncesto y quienes no forman parte de este equipo pero realizan actividad física.

3.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

Los estudiantes de secundaria que aspiran ingresar al equipo de baloncesto, sean o no seleccionados, poseen un desarrollo antropométrico y de capacidades físicas propios que cambian por varios factores. Aquellos que son escogidos en el equipo estas capacidades y su perfil antropométrico se verán modificados por el entrenamiento. Sin embargo, quienes no fueron escogidos guardan una antropometría y capacidades físicas (fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad) que pudieran ser similares respecto a quienes se encuentran en el equipo. De esta manera aquellos que no fueron escogidos por su antropometría y sus capacidades físicas podrían jugar de igual manera o incluso mejor que quienes son parte de la selección de baloncesto.

¿Será que los jugadores del equipo de baloncesto de la categoría juvenil del Colegio Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar tienen el mismo perfil antropométrico, composición corporal y capacidades físicas respecto a quienes no forman parte del equipo?

3.3. OBJETIVO

Comparar el perfil antropométrico, la composición corporal y las capacidades físicas (fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad) de los varones seleccionados del equipo de baloncesto categoría juvenil del Colegio

Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar del año lectivo 2015 – 2106 y varones que no pertenecen al equipo de baloncesto de la misma

3.4. HIPÓTESIS

El perfil antropométrico y somatotipo, la composición corporal y las capacidades físicas fuerza, flexibilidad, velocidad y resistencia de los varones seleccionados del equipo de baloncesto de la categoría juvenil del Colegio Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar son estadísticamente diferentes comparado con sus compañeros no seleccionados.

3.5. DISEÑO

Se trata de un estudio cuantitativo, observacional, transversal de corte. Se aplicó una encuesta a basquetbolistas de la categoría juvenil de baloncesto del colegio Benalcázar y a estudiantes voluntarios no basquetbolistas con autorización de sus representantes sobre práctica de actividad física en base a la encuesta internacional de actividad física (IPAQ por sus siglas en inglés), al mismo tiempo que se solicitó según la escala de Tanner de desarrollo puberal que sean los mismos estudiantes que escojan el estadio en el que se encuentran, detallando el concepto del estadio y con ayuda gráfica de cada estadio para mayor facilidad. Una vez que se obtuvo la

aprobación de los representantes se realizó la toma de las siguientes mediciones:

- Parámetros antropométricos
 - Peso (medido en kilogramos (Kg)).
 - Talla (medido en centímetros (cm)).
 - Diámetros (medidos en cm):
 - Biestiloideo.
 - Bicondíleo humeral.
 - Bicondíleo femoral.
 - Perímetros (medidos en cm):
 - Brazo relajado.
 - Brazo contraído.
 - Cintura.
 - Cadera.
 - Pantorrilla.
 - Pliegues cutáneos (medidos en milímetros (mm))
 - Tricipital.
 - Subescapular.
 - Bicipital.
 - Suprailiaco o Iliocrestal.
 - Supraespinal.
 - Muslo anterior.
 - Pantorrilla media

- Capacidades físicas
 - Fuerza de brazos (distancia máxima alcanzada en metros al lanzar un balón medicinal de 6 libras (2,7 Kg)).
 - Fuerza de piernas (distancia máxima alcanzada en salto largo medida en metros).
 - Fuerza de abdomen (máximo número de flexiones de abdomen realizadas en un minuto).
 - Fuerza en columna lumbar (máximo número de flexiones lumbares realizadas en un minuto).
 - Velocidad (menor tiempo alcanzado en recorrer una distancia de 20 metros).
 - Flexibilidad (máxima distancia alcanzada medido en cm al flexionarse hacia adelante tomando como referencia la punta de los pies en un solo intento, es decir sin balanceo).
 - Resistencia (potencia aeróbica máxima alcanzada en un tiempo determinado y velocidad en ascenso).

Posteriormente los datos antropométricos y de capacidades físicas fueron condensados en una tabla de datos de Excel en donde se aplicaron los siguientes procesos:

- Para el cálculo del Somatotipo se utilizó la metodología de Heath y Carter (1990) que considera las fórmulas de Endomorfia, Mesomorfia y Ectomorfia, con estos resultados se procedió a dar la interpretación de Somatotipo de cada individuo del estudio

- Para el cálculo de la Composición Corporal se utilizó la propuesta de cuatro componentes de De Rose y Guimaraes (1980) que considera las fórmulas de cálculo de Porcentaje de masa grasa de Faulkner (1968), cálculo de masa ósea de Rocha (1975), cálculo de masa residual de Wurch (1974) para varones y cálculo de masa muscular de Matiegka (1921)
- Los datos obtenidos de las diferentes pruebas para evaluar las capacidades físicas se las registró con sus respectivos valores.

Finalmente los datos obtenidos se analizaron en el programa estadístico SPSS versión 22 en donde se realizó la comparación de los grupos basquetbolistas versus no basquetbolistas con los datos obtenidos de los individuos estudiados.

3.5.1. Criterios de Inclusión

Varones comprendidos entre 16 y 17 años con calificación 4 o 5 en la escala de Tanner, que sean físicamente activos, sin impedimento físico o médico para la realización de actividad física y tengan la aprobación de sus representantes para participar en el estudio

La Edad (contabilizada en años) se considerará por la fecha de nacimiento y será incluido en el estudio todo varón hasta la edad de 17 años, 11 meses y 29 días, pertenezcan o no al equipo de baloncesto de su categoría

3.5.2. Criterios de Exclusión

- Varones mayores a 18 años y menores a 16 años
- Calificación Tanner < 4
- Sedentarios
- Limitación física o impedimento médico
- Sin aprobación de sus representantes
- Exclusión voluntaria del estudio

3.6. POBLACIÓN DE ESTUDIO

El equipo de baloncesto de la categoría juvenil del colegio municipal experimental Sebastián de Benalcázar está formado por 12 jugadores comprendidos en edades entre 16 y 17 años. Sus sesiones de entrenamiento la realizan tres veces por semana entre dos a dos horas y media. Estas sesiones están divididas en:

- a. Calentamiento, en el cual realizan estiramiento muscular , ejercicios de calistenia, trote alrededor de la pista
- b. Acondicionamiento, se realizan ejercicios dirigidos a grupos musculares específicos para incremento de fuerza, velocidad, coordinación. Se lo realiza de manera grupal. En este encontramos ejercicios de dominio de balón, drible, pases.
- c. Entrenamiento, técnicas y ejercicios específicos para el desarrollo de la disciplina deportiva. Se la realiza grupalmente y de manera

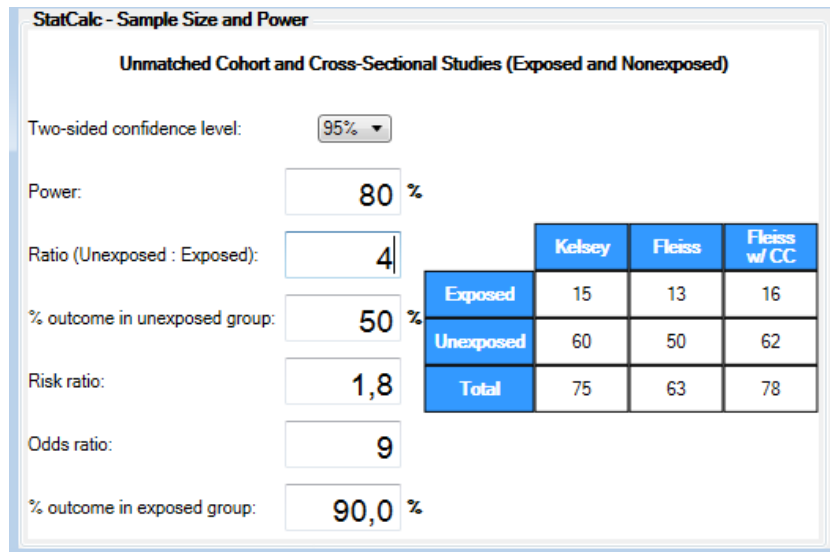
específica para los diferentes jugadores que se desempeñan en sus distintas posiciones. Existen 6 aleros, 4 bases y 2 pivots. Es aquí donde se desarrollan también jugadas propias y específicas del equipo.

El colegio Benalcázar tiene 1275 estudiantes entre hombres y mujeres, distribuidos en 5 paralelos por cada curso, desde el octavo año de básica hasta el tercer año de bachillerato. De estos 415 pertenecen a los cursos segundo y tercer de bachillerato, cursos en los cuales se consideró a los estudiantes voluntarios para este estudio ya que cumplían con los criterios de inclusión.

3.7. MUESTRA

La totalidad de los seleccionados del equipo masculino de baloncesto de la categoría juvenil del Colegio Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar comparado con varones que no pertenecen a la selección de baloncesto en igual número de los seleccionados y que son físicamente activos

Figura 7. Cálculo de la muestra



Fuente: Epi Info versión 7.1

Para el cálculo se consideraron los siguientes parámetros:

- Nivel de confianza 95%
- Porcentaje de talla alta en el grupo de no basquetbolistas= 50%
- Porcentaje de talla alta en el grupo de basquetbolistas= 90%
- 4 no basquetbolistas por cada basquetbolista

3.8. PLAN DE ANÁLISIS DE DATOS.

Para el análisis de los datos y contraste de la hipótesis se utilizó la prueba no paramétrica de variables independientes U de Mann – Whitney Wilcoxon, donde permite el análisis de variables cualitativas ordinales y cuantitativas de muestra pequeña y que no cumplen criterios de pertenencia a una distribución normal (medición de la variable dependiente por medio de intervalo o razón y varianza homogénea), sino de distribución libre,

analizando el rango de la media y frecuencia de los datos obtenidos, aceptando la hipótesis nula cuando la significancia asintótica o el valor de significancia estadística es $P > 0,05$ y la hipótesis alternativa cuando $P < 0,05$.

Los datos fueron registrados en el programa Excel y analizados en el programa SPSS versión 22, con un margen de error de 5% en cuanto a la interpretación de resultados

3.9. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Para determinar a los individuos que cumplen con los criterios de inclusión se realizó una encuesta en base al cuestionario IPAQ, en donde se determinó la edad, el número de días que realizaba actividad física y la intensidad con la que la realizaba. Además se realizó el tamizaje de Tanner en base a la escala del mismo nombre (desarrollo puberal de caracteres sexuales primarios), solicitando a cada estudiante escogiera según su opinión el estadio en el que se encontraba su desarrollo puberal actual.

Para la recolección de los datos se utilizaron los siguientes materiales:

Las variables antropométricas fueron medidas bajo los lineamientos de la ISAK descrito en el marco teórico, con los siguientes dispositivos

- Peso y talla: balanza con tallímetro Rice Lake
- Pliegues: calibrador Calliper Lange.
- Diámetros: Calibrador Digital Pro pie de rey 150mm

- Perímetros: Cinta métrica milimetrada

Para la medición de las variables antropométricas los individuos acudieron con la menor cantidad de ropa posible (salvo pantalonetas e interior) para realizar las mediciones reduciendo el error de la toma. Se lo realizó bajo carpas en las áreas destinadas a las canchas de baloncesto con una temperatura adecuada y guardando el pudor y la integridad de cada persona.

Las capacidades físicas fueron realizadas de la siguiente manera:

- Flexibilidad: se utilizó una caja de 50 cm de alto por 50 cm de ancho y 50 cm de profundidad para medir la distancia máxima alcanzada en centímetros
- Velocidad: distancia de 20 m de largo en donde se colocó señalética al inicio y al final de la distancia que debieron recorrer (conos) realizándolo en el menor tiempo posible cuantificado en segundos.
- Fuerza de brazo: se utilizó un balón medicinal de 6 libras para la medición de la mayor distancia alcanzada en metros al momento de lanzarlo.
- Fuerza de piernas: se midió la mayor longitud alcanzada en metros en salto largo
- Fuerza de abdomen: se cuantificó la mayor cantidad de flexiones de abdomen realizadas en un minuto

- Fuerza de columna lumbar: se cuantificó la mayor cantidad de flexiones lumbares realizadas en un minuto
- Resistencia: pista de 20 metros con señalética que indique esta distancia, en el cual se realizó el Test de Course Navette (resistencia en VO₂max (ml/Kg/min)) la prueba consiste en recorrer una distancia de 20 metros a la velocidad impuesta por una señal sonora estandarizada que incrementa progresivamente de velocidad. Para continuar con la prueba cada sujeto debe llegar a las líneas señaladas que marcan los 20 metros de distancia, si el sujeto no logra llegar a estas marcas se termina la prueba y se realiza el cálculo en base a la velocidad alcanzada en la prueba.

Los datos fueron recolectados en el colegio municipal experimental Sebastián de Benalcázar a los miembros del equipo de baloncesto durante los días de entrenamiento (lunes, miércoles y viernes a partir de las 13:30), mientras que a los estudiantes no basquetbolistas se les realizó las mediciones y pruebas en los horarios de cultura física de los alumnos.

En el registro de los datos, para los integrantes del equipo de baloncesto se les catalogó con las iniciales de su nombre y apellido, mientras que para los demás participantes se lo hizo asignándolos un número ordinal.

Estos datos fueron registrados en una tabla Excel para su análisis en el programa Cine Gyn 2000 para cálculo de somatotipo y para el cálculo de la

composición corporal se aplicó la propuesta de De Rose y Guimaraes en donde se obtuvo el porcentaje de grasa corporal, la masa grasa (fórmula de Faulkner), masa ósea (fórmula de Rocha), masa residual (fórmula de Wurch) y masa muscular (fórmula de Matiegka), y posteriormente los datos se ingresaron en el programa SPSS junto con los datos obtenidos de los tests de campo para la evaluación de capacidades físicas y de esta manera realizar el análisis comparativo de las variables medidas.

3.10. ASPECTOS BIOÉTICOS.

La confidencialidad de los sujetos estudiados será preservada al no incluir el nombre de cada individuo, sino categorizándolo con un número ordinal en los estudiantes no basquetbolistas y las iniciales de los nombres de los jugadores de baloncesto.

El consentimiento para la realización del estudio se lo obtuvo por la aprobación del Rector del Colegio Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar el Dr. Ramón Flores, además a cada sujeto estudiado se envió el consentimiento de autorización para la realización del estudio a sus padres o representantes.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

12 jugadores de baloncesto de sexo masculino, comprendidos entre los 16 y 17 años y 60 estudiantes varones de la misma edad fueron considerados en esta investigación, una vez que presentaron el consentimiento firmado por los representantes de todos los alumnos autorizando la participación en el presente estudio. La media de edad de los participantes fue 16,5 años,

La totalidad de los participantes del estudio fueron considerados como físicamente activos, según los resultados de la encuesta internacional de actividad física (IPAQ).

Dentro del grupo de estudiantes que no jugaban baloncesto, realizan actividad física intensa un promedio de 3,2 días a la semana, actividad física moderada, un promedio de 3,1 días a la semana y actividad física leve un promedio de 5,1 días a la semana. El promedio de minutos que dedican a realizar actividad física leve, moderada e intensa es entre 30 a 60 minutos, mientras que el tiempo que no dedican a realizar actividad física, excluyendo las horas de sueño, es entre 1 a 4 horas al día.

Por su parte los miembros del equipo de baloncesto, realizan actividad física intensa un promedio de 4 días a la semana, actividad física moderada, un promedio de 3,5 días a la semana y actividad física leve un promedio de 5 días a la semana. El promedio de minutos que dedican a realizar actividad

física leve es de 30 a 60 minutos, mientras que actividad física moderada e intensa invierten entre una a dos horas en los días que realizan este tipo de actividad.

Los promedios de las variables evaluadas de ambos grupos se demuestran en la tabla 5

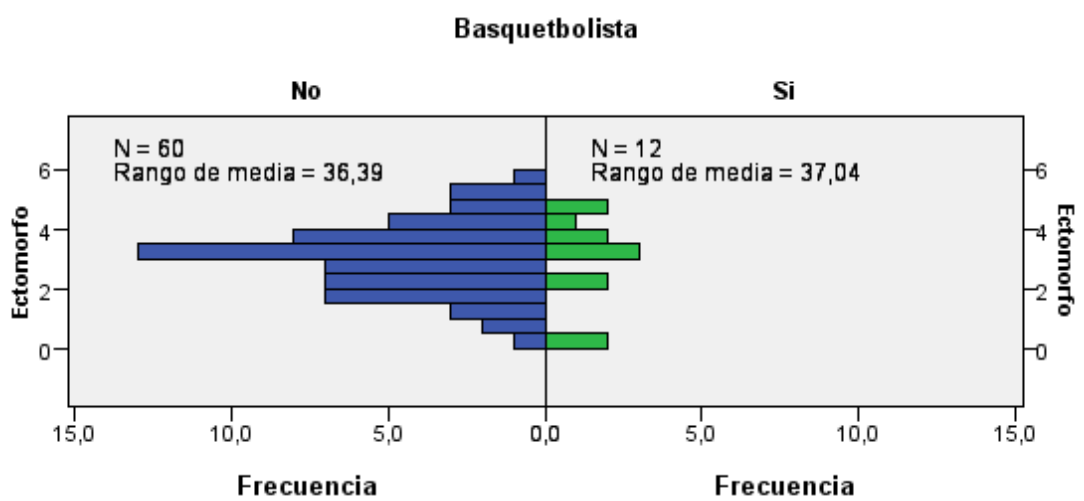
Tabla 5. Promedio de las variables del grupo de basquetbolistas y no basquetbolistas

Variable	No basquetbolistas	Basquetbolistas	Calificación
Endomorfo	3,73	3,94	-
Mesomorfo	3,33	3,72	-
Ectomorfo	3,06	2,94	-
% Grasa	15,37	15,95	Buena
Peso óseo (kg)	9,34	10,09	-
Masa muscular (kg)	26,89	28,96	Promedio
Masa Residual (kg)	14,52	15,96	-
Fuerza brazos (m)	6,66	7,41	Normal
Fuerza piernas (m)	2,09	2,08	Excelente
Fuerza abdomen (r/min)	43,58	49,67	Buena
Fuerza lumbar (r/min)	68,97	102,00	Excelente
Flexibilidad (cm)	0,65	3,38	Pobre
Velocidad (seg)	4,00	3,90	Regular
Resistencia (VO2max)	40,48	48,87	Buena

La figura 8 muestra la comparación del componente ectomórfico de los grupos estudiados. Puede apreciarse que la distribución de esta variable en

el grupo de no basquetbolistas semeja una distribución normal con una frecuencia elevada de estudiantes con este componente del somatotipo. Sin embargo al realizar la comparación con el grupo de basquetbolistas no se encuentra una diferencia apreciable de esta variable.

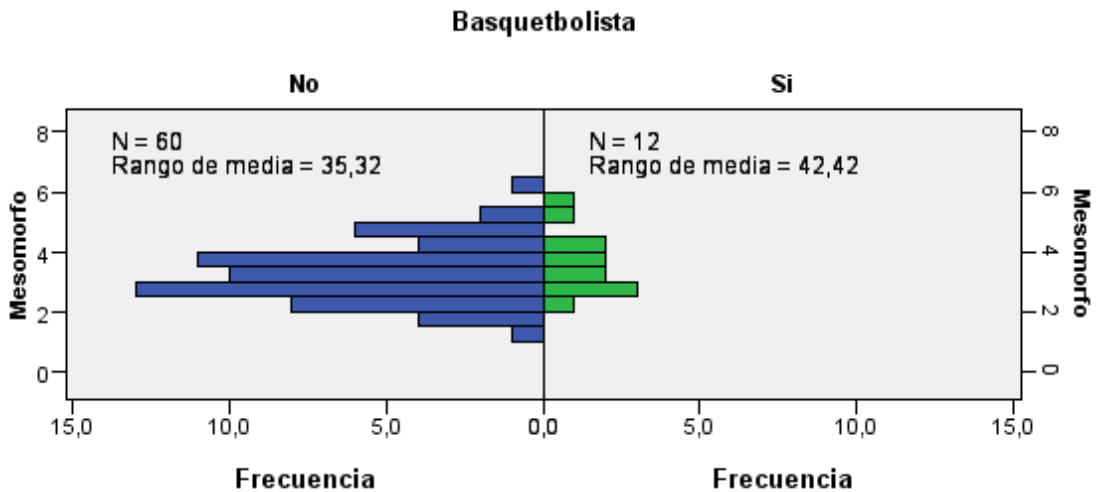
Figura 8. Comparación de la media del puntaje de Ectomorfismo entre basquetbolistas y no basquetbolistas



. Fuente: SPSS Versión 22

La figura 9 representa la comparación del mesomorfismo entre basquetbolistas y no basquetbolistas, donde se puede apreciar que en comparación con quienes practican baloncesto, los estudiantes que no lo practican tienen un menor componente mesomórfico, teniendo una contextura más atlética los miembros del equipo de baloncesto, Sin embargo esta diferencia tampoco es representativa dentro del presente estudio.

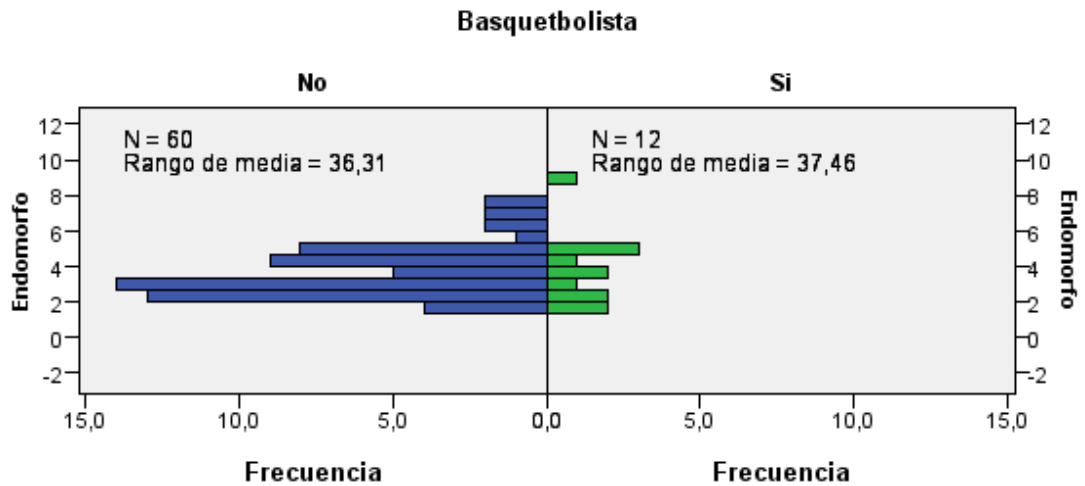
Figura 9. Comparación de la media del puntaje de Mesomorfismo entre basquetbolistas y no basquetbolistas



Fuente: SPSS Versión 22

La comparación del endomorfismo entre basquetbolistas y no basquetbolistas está representado en la figura 10, donde se puede apreciar que este componente es bajo en ambos grupos, es decir, una contextura voluminosa reducida, a pesar de que en el grupo de basquetbolistas existe un miembro que denota un componente endomórfico elevado. Sin embargo por la amplia distribución de ambos grupos, no existe una diferencia notoria en cuanto a la evaluación de este componente.

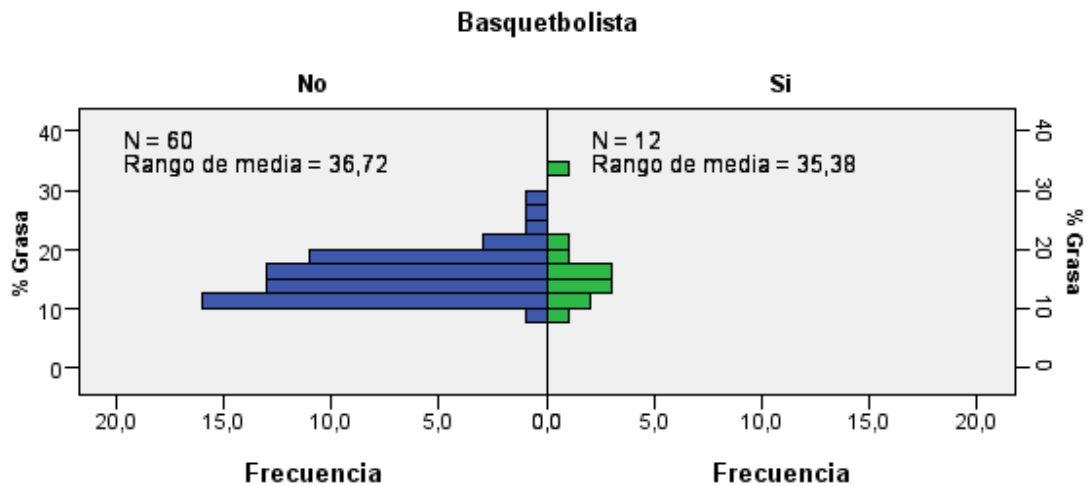
Figura 10. Comparación de la media del puntaje de Endomorfismo entre basquetbolistas y no basquetbolistas



Fuente: SPSS Versión 22

Respecto a la composición corporal, la figura 11 representa la comparación del porcentaje de grasa de los grupos estudiados. Se puede apreciar una distribución similar al endomorfismo, indicando que la cantidad de grasa presente en los estudiantes es reducida por la propia edad de los estudiantes que no acumulan gran cantidad de tejido adiposo, porque realizan actividad física comparado con otros grupos etarios y porque éste mismo tejido es utilizado en el organismos de los adolescentes para su desarrollo. De la misma manera que el componente endomórfico, no existe una notable diferencia entre ambos grupo.

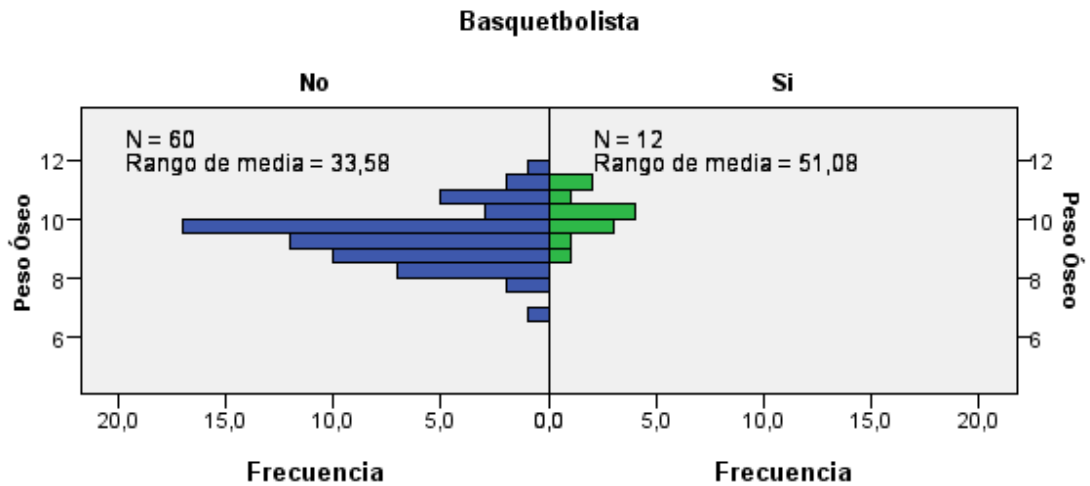
Figura 11. Comparación del valor del porcentaje de grasa entre basquetbolistas y no basquetbolistas



. Fuente: SPSS Versión 22

Al comparar el valor de peso óseo entre los miembros del equipo de baloncesto con los estudiantes que no son parte del equipo (figura 12), se puede apreciar que es alta en ambos grupos, sin embargo predomina más en quienes practican baloncesto, ya que ellos realizan actividad física donde existe impacto óseo favoreciendo la remodelación ósea y por ende su crecimiento. Además los desplazamientos no estereotipados también favorecen a la actividad osteogénica. Es por esta razón que existe diferencia entre los miembros del equipo de baloncesto al ser mayor el peso óseo comparado con sus compañeros que no juegan baloncesto.

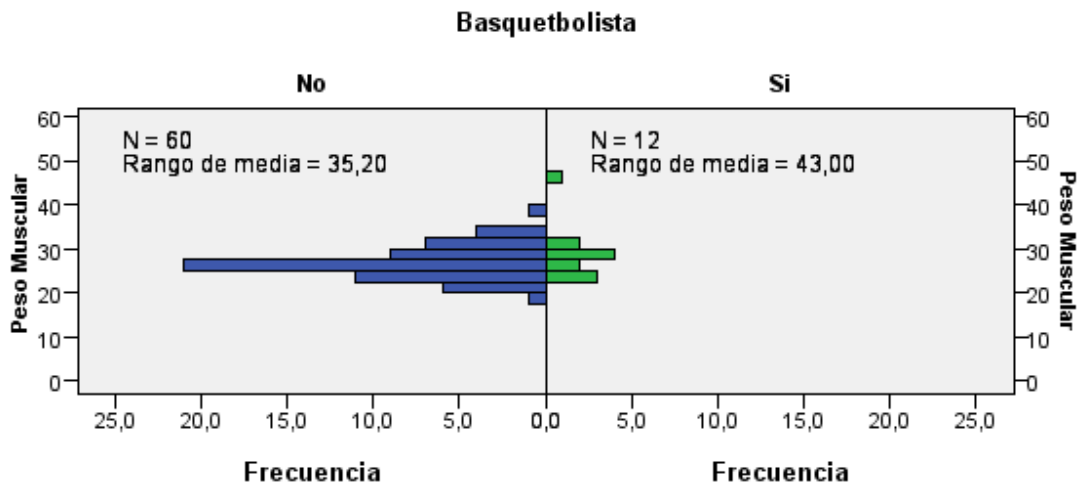
Figura 12. Comparación del valor del peso óseo entre basquetbolistas y no basquetbolistas



Fuente: SPSS Versión 22

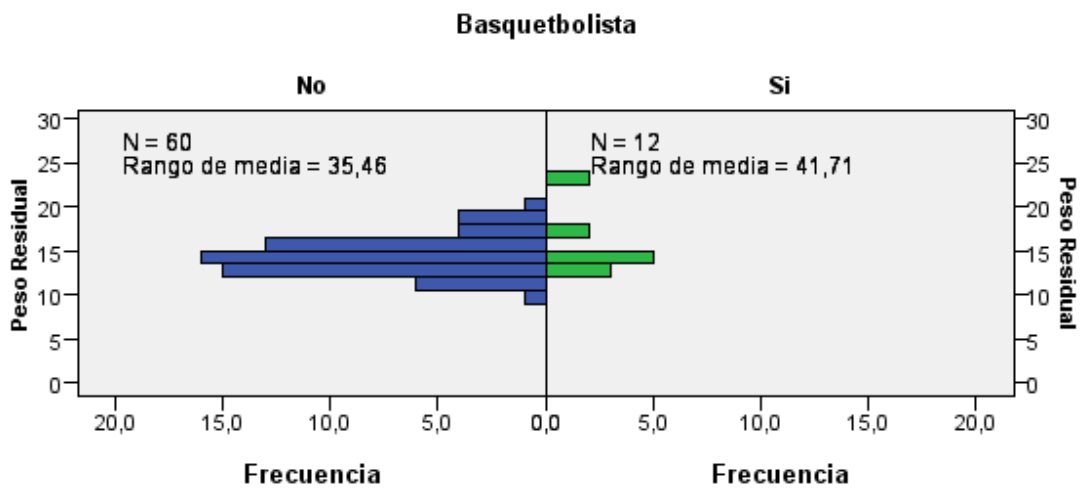
Las figuras 13 y 14 muestran la comparación de los pesos muscular y residual entre ambos grupos respectivamente, en la que se evidencia una distribución similar entre basquetbolistas y no basquetbolistas, por lo que no existe diferencia en los valores obtenidos en de estos dos componentes de la composición corporal, ya que es una etapa de los estudiantes en los que están incrementando su desarrollo de manera proporcionada, a pesar de que podría existir un incremento de la masa muscular en los alumnos que practican baloncesto comparado con quienes no lo hacen. Esto hace notar que el entrenamiento de fuerza en los basquetbolistas pudiera no ser el adecuado

Figura 13. Comparación del valor de la masa muscular entre basquetbolistas y no basquetbolistas.



Fuente: SPSS Versión 22

Figura 14. Comparación del valor de la masa residual entre basquetbolistas y no basquetbolistas.

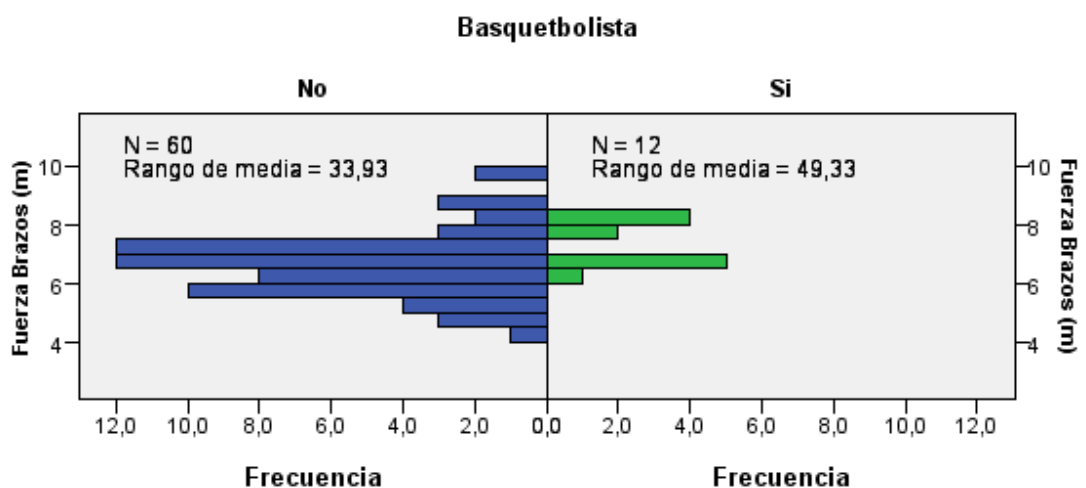


Fuente: SPSS Versión 22

Respecto a la comparación de las capacidades físicas evaluadas en el estudio, en la figura 15, se aprecia un mayor nivel de fuerza en brazo en el grupo de basquetbolistas respecto a quienes no practican baloncesto, esto

se debe a que el entrenamiento de este deporte desarrolla una mayor coordinación y movimientos automáticos en los miembros superiores para lograr destreza en el dominio del balón, cosa que no es necesaria en quienes no practican este deporte. No necesariamente involucra incremento del tamaño de la fibra muscular de los grupos musculares de miembros superiores, este parámetro denota una diferencia significativa entre ambos grupos.

Figura 15. Comparación del valor de la fuerza en brazos entre basquetbolistas y no basquetbolistas.

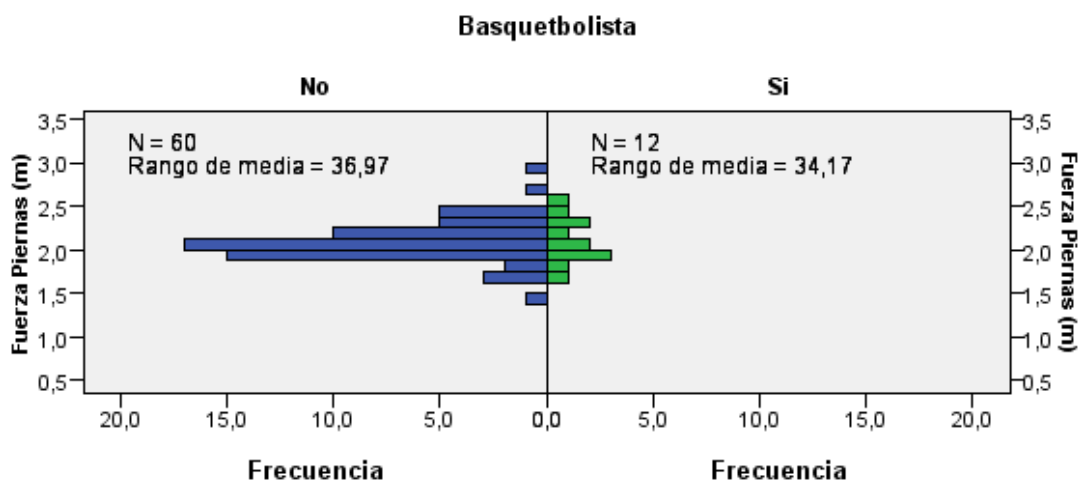


Fuente: SPSS Versión 22

Los resultados de la medición de fuerza en piernas, representado en la figura 16, no denotan una diferencia entre ambos grupos estudiados, sino que mantienen una similitud en los valores alcanzados. Este parámetro podría indicarnos que posiblemente el entrenamiento que reciben los basquetbolistas para fortalecimiento muscular en piernas podría no ser el

adecuado para el grupo de basquetbolistas y que no logran desarrollar una adecuada coordinación en miembros inferiores.

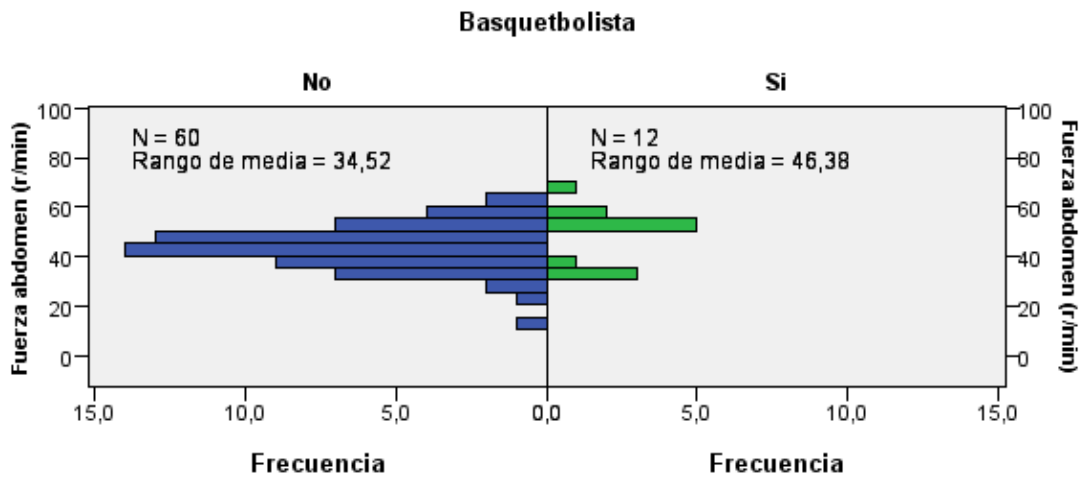
Figura 16. Comparación del valor de la fuerza en piernas entre basquetbolistas y no basquetbolistas.



Fuente: SPSS Versión 22

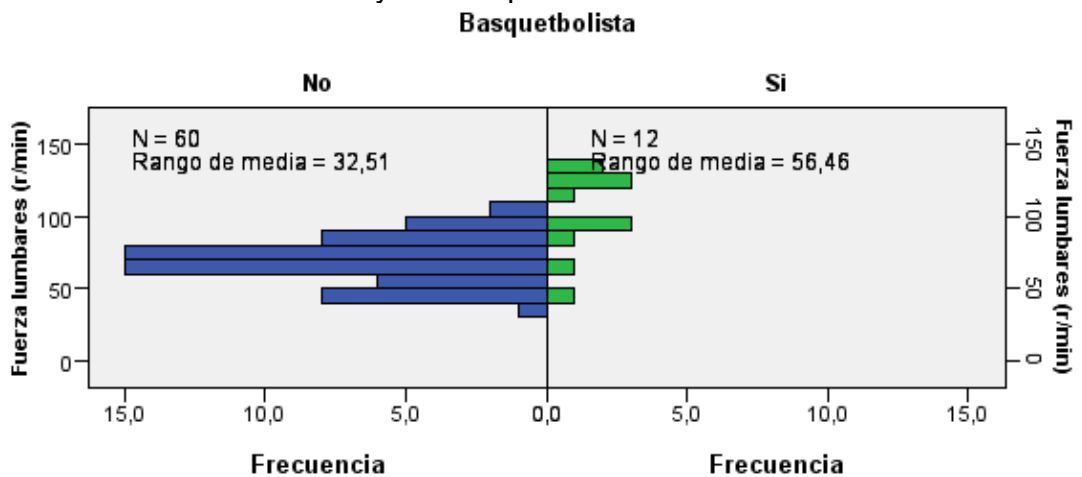
La fuerza abdominal, representado en la figura 17, muestra una amplia dispersión en las medidas alcanzadas durante las evaluaciones, aun así no se evidencia una diferencia significativa entre ambos grupos, siendo otro parámetro similar entre basquetbolistas y no basquetbolistas. En cambio en la figura 18, en la que se representa los valores alcanzados al realizar hiperextensiones lumbares, claramente se aprecia una diferencia de fuerza entre basquetbolistas y no basquetbolistas; pudiendo deberse a la posición en la que permanecen los jugadores para realizar sus actividades defensa y salto, involucrando el tronco para mantener la estabilidad durante estas actividades, por tal motivo la mayor fuerza en estos estudiantes

Figura 17. Comparación del valor de la fuerza en abdomen entre basquetbolistas y no basquetbolistas.



Fuente: SPSS Versión 22

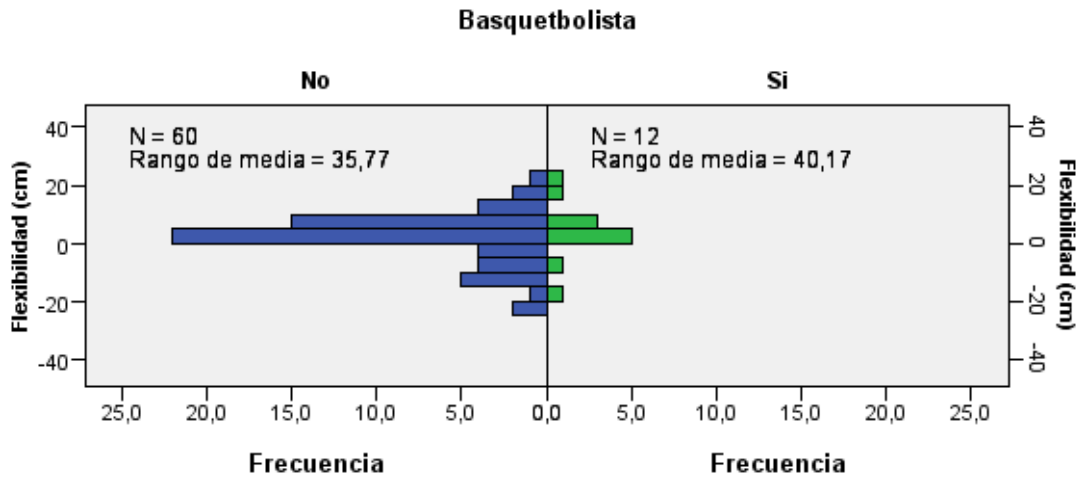
Figura 18. Comparación del valor de la fuerza lumbar entre basquetbolistas y no basquetbolistas.



Fuente: SPSS Versión 22

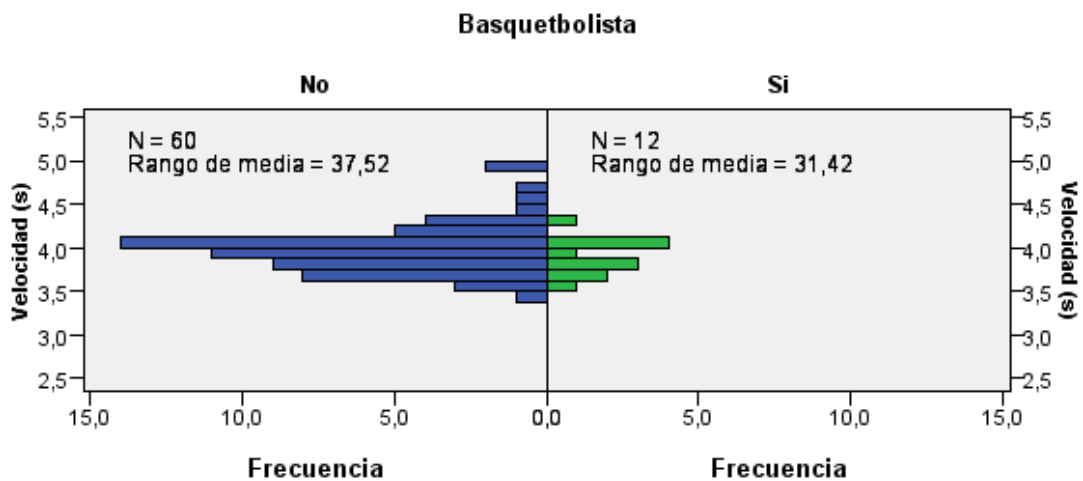
Las medidas alcanzadas en la prueba de flexibilidad y que se muestran en la figura 19, así como los resultados de la prueba de velocidad y que pueden apreciarse en la figura 20, no indican que exista diferencia alguna entre ser jugador de baloncesto y no serlo.

Figura 19. Comparación del valor de la flexibilidad entre basquetbolistas y no basquetbolistas



. Fuente: SPSS Versión 22

Figura 20. Comparación del valor de la velocidad entre basquetbolistas y no basquetbolistas.



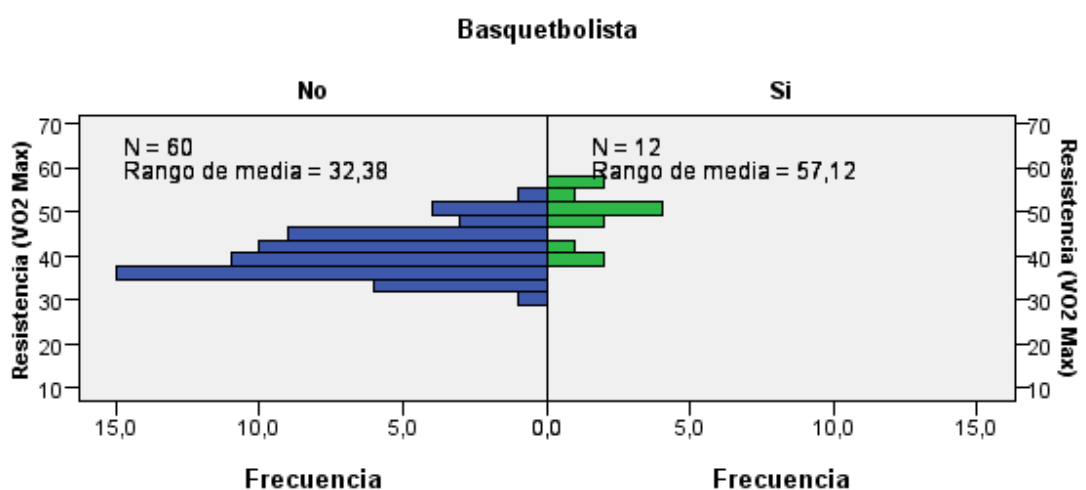
Fuente: SPSS Versión 22

Estos resultados son contrarios a la evidencia de varios estudios que indican que el deportista que practica baloncesto realiza piques durante todo el juego por lo que su velocidad debería estar incrementada. Estos resultados

una vez más pueden deberse a que el entrenamiento de velocidad y flexibilidad en los jugadores de baloncesto no es el que deberían estar recibiendo para mejorar estas cualidades.

Finalmente al realizar la evaluación de resistencia en ambos grupos, y cuyos resultados se aprecian en la figura 21, se encontró una marcada diferencia en los niveles de consumo de oxígeno entre basquetbolistas y no basquetbolistas. Ya que los juegos de baloncesto pueden extenderse por más tiempo del establecido (40 minutos reglamentarios) el sistema energético aeróbico comanda la entrega de energía al organismo. Es por esta razón que los deportistas requieren desarrollar esta capacidad para continuar con su práctica deportiva

Figura 21. Comparación del valor de la resistencia entre basquetbolistas y no basquetbolistas.



Fuente: SPSS Versión 22

En la tabla 5 se resumen los datos obtenidos luego del análisis estadístico de las variables evaluadas en el estudio

Tabla 6. Análisis estadístico de las variables consideradas en el estudio

Variable	N Total*	U de Mann Whitney	Error estándar	Significación asintótica (valor P)
Endomorfo	72	371,500	66,181	0,862
Mesomorfo	72	431,000	66,182	0,283
Ectomorfo	72	366,500	66,179	0,922
% Grasa	72	346,500	66,165	0,838
Peso óseo (kg)	72	613,000	66,182	0,008
Masa muscular (kg)	72	438,000	66,182	0,239
Masa Residual (kg)	72	422,500	66,175	0,345
Fuerza brazos (m)	72	514,000	66,177	0,020
Fuerza piernas (m)	72	332,000	66,163	0,672
Fuerza abdomen (r/min)	72	478,500	66,119	0,073
Fuerza lumbar (r/min)	72	599,500	66,157	0,000
Flexibilidad (cm)	72	404,000	65,897	0,504
Velocidad (seg)	72	299,00	66,154	0,356
Resistencia (VO2max)	72	607,500	65,430	0,000

N= Universo del estudio

Números sombreados = Valores estadísticamente significativos (Valor P < 0,05)

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio indican cuatro variables que son estadísticamente significativas comparado con el resto: masa ósea, fuerza de brazos, fuerza lumbar y resistencia.

El ejercicio físico, entre otros, es uno de los factores más importantes que afectan tanto el modelado como la remodelación ósea. (Calafat, 2007) refiere que el tipo de ejercicio y la intensidad repercuten considerablemente sobre la masa ósea, siendo específicas de la región anatómica principalmente estimulada o trabajada. Además, en el hueso el estímulo más importante se da cuando las cargas de trabajo sobre éste exceden las cargas habituales, siendo más importante la intensidad que la duración de la carga (Robling AG, 2002).

Diversos estudios indican que las actividades físicas que incluyen saltos no estereotipados y en diferentes trayectorias tienen un efecto osteogénico mayor que otras actividades. Fuchs (2001) y Perit (2002) (en (Calafat, 2007)) manifiestan que diferentes períodos de actividad de salto incrementan tanto la masa como el área ósea en edades prepuberales. Sujetos que saltaban tan sólo algunos minutos (entre 10 y 25 min, según los estudios) 3 veces a la semana durante 7-8 meses ganaban más masa ósea en la cadera y en la columna lumbar respecto a quienes no lo hacían e incluso las ganancias observadas durante esta etapa se mantienen o aumentan si la intervención

se alarga en el tiempo con la misma pauta de trabajo (Mackelvie, 2003, en (Calafat, 2007)).

Siendo el baloncesto un deporte en donde existe carga incrementada y saltos, junto con la bibliografía mencionada, son razones que justifican que la masa ósea sea superior en el grupo de basquetbolistas de nuestro estudio comparado con sus compañeros que no practican este deporte.

La masa muscular incrementa progresivamente por el tamaño de las fibras musculares, principalmente de tipo IIc, mas no por el número de estas y de la misma manera van apareciendo las fibras tipo IIa y I (Chicharro., 2006). Tanto la hipertrofia muscular como la formación de sarcómeros está (Farrel, 2012) influenciada por la acción hormonal (testosterona, hormona de crecimiento, insulina), estímulos locales, (estiramiento e impacto) y nutrición (McComas, 1996, en (Chicharro., 2006)), Además de otros factores propios de cada individuo como son el número de Unidades motoras que se encuentran en cada paquete muscular, el ángulo de inserción muscular y el área croseccional del cuerpo muscular (a mayor área mayor movilidad y capacidad de desarrollar fuerza) (Farrel, 2012)

Además de los factores que influyen al crecimiento muscular y al incremento de la fuerza, el desarrollo de la fuerza en baloncesto está ligado al fortalecimiento de grandes grupos musculares, a nivel de extremidades superiores (con el fin de lograr coordinación y precisión en los lanzamientos),

extremidades inferiores (con el objetivo de incrementar el salto y el desplazamiento por el campo de juego) y el tronco sobre todo a nivel dorsal (para estabilización del jugador sobre todo durante la defensa) (Calvo, 2004).

En el presente estudio se evidenció que el grupo de estudiantes que pertenecían al equipo de baloncesto tenían mayor fuerza respecto a sus compañeros que no practican este deporte a nivel de miembros inferiores y la región lumbar justificando la mayor fuerza en estas dos regiones para lograr coordinación y precisión en lanzamientos y estabilización postural.

Llama la atención que a nivel de extremidades inferiores no exista una diferencia marcada de fuerza en ambos grupos. Uno de los sesgos que podrían presentarse es precisamente la evaluación de fuerza de extremidades inferiores. La fuerza máxima y explosiva en basquetbolistas se da en salto vertical (Calvo, 2004) y en el presente estudio se realizó la evaluación con prueba de salto largo. Se debería realizar estudios posteriores para determinar si el cambio en la modalidad de la evaluación denota diferencia estadística en cuanto a fuerza de extremidades inferiores se refiere.

Finalmente el estudio mostró una diferencia significativa respecto al VO₂max alcanzado por los jugadores de baloncesto respecto a sus compañeros no basquetbolistas. Varios estudios determinan la importancia del desarrollo de

resistencia en el básquetbol ((Franco L. , 1988) (Merced, 2013)), ya que estos juegos tienen como tiempo promedio de duración entre 40 a 50 minutos, sin embargo pueden extenderse por más tiempo (Sáez y Monroy, 2010 en (Merced, 2013)), en donde el sistema energético primordial en este período es el aeróbico. Además el valor promedio de VO₂max alcanzado por basquetbolistas fue de 49 ml//kh/min, que según Rilley et al (1990) (en (Merced, 2013)) el valor de VO₂max que alcanzan los jugadores profesionales de baloncesto es entre 50 a 55 ml/kg/min, lo que quiere decir que no existe marcada diferencia entre ser jugador de baloncesto de categoría juvenil y un jugador profesional en cuanto a resistencia y por ende a capacidad aeróbica se refiere.

En el grupo de estudiantes que no practicaban baloncesto dos de ellos alcanzaron valores de VO₂max de 47 ml/kg/min, ya que estos estudiantes practicaban atletismo modalidad fondo (5 a 10 Km). Sin embargo el promedio de VO₂max de los estudiantes que no practican baloncesto, que fue de 40 ml/kg/min, denota que los estudiantes a pesar de tener un desarrollo promedio de resistencia, también son físicamente activos, que mejoraría con entrenamiento e incremento de intensidad durante el ejercicio.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES.

- El perfil antropométrico y somatotipo de los jugadores de baloncesto de la categoría juvenil del Colegio Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar no son estadísticamente significativos respecto a los varones que no pertenecen al equipo de baloncesto.
- Únicamente la masa ósea de la composición corporal es mayor en los jugadores de baloncesto comparado con los estudiantes que no practican baloncesto.
- En cuanto a las capacidades físicas se denota una mayor diferencia en fuerza de brazos, fuerza lumbar y resistencia en el grupo de basquetbolistas comparado con sus compañeros no basquetbolistas. El resto de capacidades físicas evaluadas no demuestra una significancia estadística notoria.
- El VO₂max de los estudiantes basquetbolistas alcanza la VO₂max registrada en la literatura de jugadores profesionales de este deporte, concluyendo que el entrenamiento de resistencia es adecuado para los estudiantes.
- La intensidad, distribución y tiempo de entrenamiento en el equipo de baloncesto no tiene incidencia en la antropometría y la mayoría de las capacidades físicas de los jugadores.

6.2. RECOMENDACIONES

- Se debe mejorar el nivel y el número de sesiones o de tiempo del entrenamiento de los jugadores de baloncesto con el objetivo de incrementar sus capacidades físicas y este debe ser realizado desde edades más tempranas a la de los estudiantes que participaron en el estudio, sin considerar las habilidades y destrezas que se desarrollen durante el mismo, implementando los modelos de entrenamiento ideales y detallados en el estudio.
- La selección de baloncesto no debe recibir entrenamiento en base a modelos diseñados para enseñanza de cultura física, sino que deben ser dirigidos hacia el desarrollo de capacidades y características físicas de deportistas de alto nivel en este deporte.
- Paralelamente se debe evaluar la forma y calidad de enseñanza de cultura física en los estudiantes que practican otras actividades deportivas y aquellos que no participan en ninguna actividad deportiva, con el fin de desarrollar sus capacidades físicas y mantener una composición corporal y antropometría dentro de parámetros considerados como normales para su edad.
- Se debe realizar un nuevo estudio considerando pruebas de salto alto para los estudiantes y determinar si la fuerza en piernas es estadísticamente significativa en los basquetbolistas respecto a los estudiantes que no practican baloncesto.

- Para determinar si el peso óseo involucra incremento en su densidad, se debe corroborar con densitometrías óseas.
- La necesidad imperiosa de la presencia de médicos deportólogos en las diferentes unidades educativas en donde no solo existan equipos deportivos, sino también en toda la comunidad estudiantil para evaluar el adecuado desarrollo físico establecido en el pensum académico de cultura física de los y las estudiantes que no pertenecen a una selección deportiva; y del seguimiento y evaluación del entrenamiento recibido para los estudiantes que practican disciplinas deportivas.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, M., Mayhew, J., & Boleach, L. (1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 173-80.
- Cabrera, J., Smith, D., & Byrd, R. (1977). Cardiovascular adaptations in Puerto Rican basketball players during a 14-week session. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 17., 173–180.
- Calafat, D. C. (2007). Deporte y masa ósea (II). Características del ejercicio físico que condicionan el modelado y remodelado óseo. *APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT*, 92 - 98.
- Calvo, A. L. (2004). Entrenamiento de la Fuerza en Baloncesto. Madrid.
- Chapier, V., Distefano, A., Ojeda, N., & Ramos, M. (2004). Cineantropometría en jugadores de basquet. *Revista de Posgrado de la Via Cátedra de Medicina- N° 139*, 20-23.
- Chicharro., J. L. (2006). *Fisiología del Ejercicio Tercera Edición*. España: Editorial Médica Panamericana.
- Clutch, D., Wilton, M., McGown, C., & Bryce, G. (1983). The effect of depth jumps and weight training on leg strength and vertical jump. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. 54, 5-10.
- Conlee, R., McGown, C., Fisher, A., Dalsky, G., & Robinson, K. (1982). Physiological effects of power volleyball. *The Physician and Sportsmedicine*, 93-97.
- Dal Monte, A., Gallozi, C., Lupo, S., Marcos, E., & Menchinelli, C. (1987). Evaluación funcional del jugador de baloncesto y balonmano. *Apunts*. XXIV, (págs. 243-251).
- Farrel, P. A. (2012). *ACSM's Advanced Exercise Physiology*. China: Lippincott Williams & Wilkins.
- Forbes, G. (1987). Human Body Composition (Growth, Aging, Nutrition and Activity). *Spriger - Verlag*.
- Fox, E., & Mathews, D. (1974). *Interval Training: Conditioning for Sports and General Fitness*. Philadelphia: Saunders.
- Fox, E., Bartels, R., Billings, C., Mathews, D., Bason, R., & Webb, W. (1973). Intensity and distance of interval training programs and changes in aerobic power. *Medicine and Science in Sports*, 18-22.
- Franco, L. (1988). Fisiología del baloncesto. *Archivos de Medicina del Deporte. Volumen XV. Número 68.*, 479-483.

- Franco, L., & Rubio, F. (1977). Baloncesto femenino: división de honor española. Valoración antropométrica y funcional por puestos específicos. *VII Congreso Nacional de Medicina del Deporte (FEMEDE)*. Valladolid.
- García López, D. (2003). Metodología del Entrenamiento Pliométrico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el*, 190 - 204.
- ITSON. (s.f). Lectura 5. Clasificación de las capacidades y habilidades motoras. *Licenciatura en Dirección de la Cultura Física y del Deporte*, 13.
- Komi, P. (1984). Fatigue and recovery of neuromuscular function. *Medicine and Sport Science*. Vol 17, 187-201.
- Lorenzo., A. (2006). Entrenamiento de la Resistencia en el Baloncesto. Madrid.
- Mazza, J. (2003). *Introducción a la cineantropometría*. Obtenido de PubliCE Standard: <http://www.sobreentrenamiento.com/PubliCE/Articulo.asp?ida=187&tp=s>
- Merced, A. (2013). *Análisis Fisiológico del Baloncesto*. Obtenido de www.efdeportes.com: <http://www.efdeportes.com/efd185/analisis-fisiologico-del-baloncesto.htm>
- Newham, D., Mills, K., & Edwards, R. (1983). Ultrastructural changes after concentric and eccentric muscle concentrations. *Journal of Neurological Science* 61, 109-122.
- Norton, K., & Olds, T. (2000). Antropométrica. *Byosistem*.
- Onzari, M. (2004). *Fundamentos de Nutrición en el deporte*. Buenos Aires, Argentina: Ed. El Ateneo. Grupo ILHSA S.A.
- Pancorbo, A. (2008). *Medicina y ciencias del deporte y actividad física*. Madrid: Ergon.
- Parr, R., Wilmore, J., Hoover, R., Bachman, D., & Kerlan, R. (1978). Professional basketball players: athletic profiles. *Physician and Sportsmedicine*, 77-84.
- Redondo, C. (2011). Las Cualidades Físicas Básicas. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*. ISSN 1988-6047, 1-12.
- Reilly, T., Secher, N., Snell, P., & Williams, C. (2005). *Physiology of Sports*. UK: Spon Press.
- Robling AG, H. F. (2002). Shorter, more frequent mechanical loading sessions enhance bone mass. *Med Sci Sports Exerc*, 196 - 202.
- Rodríguez, J. R. (Noviembre de 2009). *efdeportes.com*. Obtenido de <http://www.efdeportes.com/efd138/concepto-y-clasificaciones-del-deporte-actual.htm>
- Ross WD, et al. (1980). Kinantropometry: traditions and new perspectives. Edit. En B. G. Osting M, *International series on Sports Sciences*. Vol 9. University Park Press.
- Sargent, D. (1921). Physical test of man. *American Physical Education Review*, 188-194.

- Seirullo, F. (2015). *Desarrollo de las cualidades físicas básicas*. Obtenido de Centro de Entrenamiento Deportivo: <http://cednires.com/2015/09/11/desarrollo-de-las-cualidades-fisicas-basicas-1-parte/>
- Sillero, M. (2005). Universidad Politécnica de Madrid. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. *Teoría de Kinantropometría. Apunte para el seguimiento de la Asignatura "Kinantropometría"*. Madrid.
- Torres, M. (2005). *Enciclopedia de la Educación Física y del Deporte*. Barcelona: Ediciones El Serbal.
- UDS. (s.f). *Preparación Física*. Obtenido de Universidad Deportiva del Sur: <http://www.uideporte.edu.ve/WEB/pdf/PreparacionFisica.pdf>
- Universidad de Antioquia. (s.f). *Las Capacidades Fisicomotrices*. Obtenido de Guía Curricular para la Educación Física.
- Verhoshanski, Y. (1968). Are depth jumps useful? *Yessis Review of Soviet Physical*, 75-78.

CAPÍTULO VIII. ANEXOS

Estudio del somatotipo y capacidades físicas entre estudiantes seleccionados del equipo de baloncesto categoría juvenil y estudiantes no seleccionados pertenecientes a una unidad educativa de la ciudad de Quito

ENCUESTA DE ACTIVIDAD FÍSICA Y DESARROLLO PUBERAL

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Medicina

Especialidad de Medicina del Deporte

El presente cuestionario consta de dos partes:

La primera evalúa el nivel de actividad física que las personas comprendidas entre 15 y 65 años realizan en la semana y el tiempo que dedican en realizarla. (Referente: Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)).

La segunda evalúa el fenotipo del desarrollo puberal que los adolescentes entre 12 a 21 años poseen al momento.

Para ello solicitamos de la manera más veraz posible llenar las siguientes preguntas que se presentan a continuación. Las preguntas tienen un formato de respuestas de opción múltiple y preguntas con una respuesta concreta. Solicitamos se escoja una sola respuesta la que más se acerque a su nivel actual de actividad física y desarrollo puberal.

Se guardará completa confidencialidad de las personas participantes de esta encuesta

Nivel de Actividad Física

Referencia: Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)

Siga las instrucciones y escoja una sola respuesta, la más cercana a su realidad

1. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos realizó actividades físicas intensas tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer aeróbicos o andar rápido en bicicleta?

<input type="radio"/>	1
<input type="radio"/>	2
<input type="radio"/>	3
<input type="radio"/>	4
<input type="radio"/>	5
<input type="radio"/>	6
<input type="radio"/>	7
<input type="radio"/>	Ninguna Actividad Física intensa (Pase a la pregunta 3)

2. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física intensa en uno de esos días?

<input type="radio"/>	< 30 minutos
<input type="radio"/>	30 - 60 minutos
<input type="radio"/>	1 - 2 horas
<input type="radio"/>	2 - 4 horas
<input type="radio"/>	> 4 horas
<input type="radio"/>	No sabe/ No está seguro/a

Nivel de Actividad Física

Referencia: Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)

Siga las instrucciones y escoja una sola respuesta, la más cercana a su realidad

3. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días hizo actividades físicas moderadas tales como transportar pesos livianos, o andar en bicicleta a velocidad regular? No incluya caminar

<input type="radio"/>	1
<input type="radio"/>	2
<input type="radio"/>	3
<input type="radio"/>	4
<input type="radio"/>	5
<input type="radio"/>	6
<input type="radio"/>	7
<input type="radio"/>	Ninguna actividad física moderada (pase a la pregunta 5)

4. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días?

<input type="radio"/>	< 30 minutos
<input type="radio"/>	30 - 60 minutos
<input type="radio"/>	1 - 2 horas
<input type="radio"/>	2 - 4 horas
<input type="radio"/>	> 4 horas
<input type="radio"/>	No sabe/ No está seguro/a

Nivel de Actividad Física

Referencia: Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)

Siga las instrucciones y escoja una sola respuesta, la más cercana a su realidad

5. Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días caminó por lo menos 10 minutos seguidos?

<input type="radio"/>	1
<input type="radio"/>	2
<input type="radio"/>	3
<input type="radio"/>	4
<input type="radio"/>	5
<input type="radio"/>	6
<input type="radio"/>	7
<input type="radio"/>	Ninguna caminata (pase a la pregunta 7)

6. Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?

<input type="radio"/>	< 30 minutos
<input type="radio"/>	30 - 60 minutos
<input type="radio"/>	1 - 2 horas
<input type="radio"/>	2 - 4 horas
<input type="radio"/>	> 4 horas
<input type="radio"/>	No sabe/ No está seguro/a

Nivel de Actividad Física

Referencia: Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)

Siga las instrucciones y escoja una sola respuesta, la más cercana a su realidad

7. Durante los últimos 7 días, ¿cuánto tiempo pasó sentado durante un día hábil?

<input type="radio"/>	< 1 hora
<input type="radio"/>	1 - 4 horas
<input type="radio"/>	4 - 8 horas
<input type="radio"/>	> 8 horas

8. Sexo

<input type="radio"/>	Femenino
<input type="radio"/>	Masculino

9. Edad

10. ¿Existe alguna limitación física, psicológica o de otra índole que limite la realización de actividad física?

<input type="radio"/>	Si
<input type="radio"/>	No

11. Si su respuesta fue afirmativa a la pregunta anterior, favor detalle la limitación

Desarrollo Puberal

Referencia: Escala de Tanner

A continuación usted encontrara una serie de gráficos con el grado de madurez de los órganos genitales, incluyendo una explicación respecto al mismo. Por favor escoja el gráfico que más se acerque a su realidad

Desarrollo Genital

<input type="checkbox"/>	<p>Estadio 1 (G1)</p> <p>Pene, escroto y testículos infantiles, es decir de aproximadamente el mismo tamaño y forma que en la infancia</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Estadio 2 (G2)</p> <p>Agrandamiento de escroto y testículos. La piel escrotal se vuelve más roja, delgada y arrugada. El pene no tiene ningún agrandamiento o muy insignificante</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Estadio 3 (G3)</p> <p>Agrandamiento del pene principalmente el longitud. Continuación del desarrollo testicular y escrotal</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Estadio 4 (G4)</p> <p>Aumento de tamaño de pene con crecimiento de diámetro y desarrollo del glande. Continuación de agrandamiento de testículos y escroto. Aumento de la pigmentación de la piel</p>
<input type="checkbox"/>	<p>Estadio 5 (G5)</p> <p>Genitales de tipo y tamaño adulto</p>



Desarrollo Puberal

Referencia: Escala de Tanner

A continuación usted encontrara una serie de gráficos con el grado de madurez de los órganos genitales, incluyendo una explicación respecto al mismo. Por favor escoja el gráfico que más se acerque a su realidad

Desarrollo del vello pubiano

<input type="checkbox"/>	Estadío 1 (G1) Ligera vellosidad infantil
<input type="checkbox"/>	Estadío 2 (G2) Vello escaso, lacio y ligeramente pigmentado, usualmente arraigado al pene (dificultad para apreciar en la fig.)
<input type="checkbox"/>	Estadío 3 (G3) Vello rizado, aun escasamente desarrollado pero oscuro, claramente pigmentado, arraigado al pene
<input type="checkbox"/>	Estadío 4 (G4) Vello pubiano de tipo adulto, pero con respecto a la distribución (crecimiento del vello hacia los pliegues inguinales, pero no en la cara interna de los muslos)
<input type="checkbox"/>	Estadío 5 (G5) Desarrollo de la vellosidad adulta con respecto a tipo y cantidad; el vello se extiende en forma de un patrón horizontal y hacia la cara interna de los muslos. En el 80% de los casos, el crecimiento continúa hacia arriba a lo largo de la línea alba



Muchas gracias por su colaboración!!!!

Estudio del somatotipo y capacidades físicas entre estudiantes seleccionados del equipo de baloncesto categoría juvenil y estudiantes no seleccionados pertenecientes a una unidad educativa de la ciudad de Quito

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Pontificia Universidad Católica del Ecuador
Facultad de Medicina
Especialidad de Medicina del Deporte

Dr. Francisco Daniel Ibarra Camacho

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Comparar el perfil antropométrico, la composición corporal y las capacidades físicas (fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad) de los varones seleccionados del equipo de baloncesto categoría juvenil del Colegio Municipal Experimental Sebastián de Benalcázar del año lectivo 2015 – 2106 y varones que no pertenecen al equipo de baloncesto de la misma

METODOLOGIA: Se medirán variables antropométricas (peso, talla, diámetros, perímetros, pliegues cutáneos) que requerirán el uso de vestimenta apropiada (pantalóneta) para su medición. También se realizarán pruebas de campo que evaluarán las capacidades físicas antes mencionadas, de la misma manera con la ropa adecuada (uniforme de educación física o de entrenamiento).

La información obtenida será analizada en un programa de antropometría. Una vez obtenidos los resultados estos serán utilizados como parte de la investigación. De ser solicitados por parte de las autoridades y de los representantes, estos datos serán puestos a su disposición.

La evaluación se realizará dentro de las instalaciones del colegio bajo la supervisión de las autoridades del plantel

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Acepto la participación de (nombre) _____, mí representado en este estudio, se me han explicado todos los derechos de mi representado y doy mi consentimiento firmando este formulario, dando por entendido que:

Al dar mi consentimiento acepto la participación voluntaria en este estudio, y que puede retirarse del mismo sin dar razones y sin perjuicios;

Toda la información será tratada confidencialmente y no será liberada salvo por pedido expreso de la ley;

Los datos de investigación para el estudio pueden ser publicados sin que el nombre de mi representado sea usado.

15/02/2016

FECHA

REPRESENTANTE

INVESTIGADOR