

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, MOTORA Y FUNCIONAL DE ESTUDIANTES
NADADORES PERTENECIENTES A LA SELECCIÓN DE LA PONTIFICIA
UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI

MARIA FERNANDA PALAU MAFLA

MARIA ISABEL MORENO HERNANDEZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACION Y PEDAGOGIA
LICENCIATURA EN EDUCACION FISICA Y DEPORTE
CALI, 2015

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, MOTORA Y FUNCIONAL DE ESTUDIANTES
NADADORES PERTENECIENTES A LA SELECCION DE LA PONTIFICIA
UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI

MARIA FERNANDA PALAU MAFLA

MARIA ISABEL MORENO HERNANDEZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE
LICENCIADAS EN EDUCACION FISICA Y DEPORTE

DIRECTORA
ELENA KONOVALOVA

UNIVERSIDAD DEL VALLE
INSTITUTO DE EDUCACION Y PEDAGOGIA
LICENCIATURA EN EDUCACION FISICA Y DEPORTE
CALI, 2015

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, 9 de febrero del 2015.

DEDICATORIA

A DIOS por bendecirme brindándome la posibilidad de haber estudiado esta carrera; A mis padres por haberme enseñado siempre el mejor camino y en especial a mi madre que me enseñó que todo sacrificio tiene su recompensa; A mi esposo que siempre estuvo conmigo y más que ser incondicional, fue un guía en este proyecto; A mi compañera María Isabel Moreno quien fue una amiga y con su apoyo incondicional y su buen trabajo en equipo, permitió que se llevara a cabo este proyecto.

MARIA FERNANDA PALAU MAFLA.

A mi madre por sus enseñanzas, buenos consejos y por ser la persona que siempre está a mi lado; a mi padre por todo su esfuerzo, amor y por siempre desear lo mejor para mi vida; a mi hermanita por brindarme su amistad y crecer junto a mí; a mi amiga y compañera María Fernanda por realizar este proyecto conmigo; a mis primas, tíos y tías por el inmenso apoyo brindado y a mis abuelitos por demostrarme que de cada día resulta una lección de vida.

MARIA ISABEL MORENO HERNANDEZ.

AGRADECIMIENTOS

- Al entrenador Luis Fernando Reyes y a cada uno de los nadadores y nadadoras pertenecientes a la selección de la Pontificia universidad Javeriana por su valiosa y atenta colaboración.
- A la profesora Elena Konovalova por todos los años dedicados al ejercicio de su profesión y por ser nuestro apoyo en la culminación de este proyecto.
- A nuestros profesores del plan de Licenciatura en educación física y deportes quienes con sus conocimientos permitieron nuestro crecimiento profesional y facilitaron pautas para la realización de este proyecto.
- A nuestros compañeros de carrera por su compañía y amistad durante todo ese proceso educativo.

TABLA DE CONTENIDO

introducción	¡Error! Marcador no definido.
capitulo I	2
revisión bibliográfica	3
1.1. inicios de la natacion.....	3
1.2. características competitivas de la natacion	4
1.3 características morfológicas en nadadores.....	6
1.3.1. antropometría	8
1.3.2. dimensiones totales del cuerpo	11
1.3.3. composición corporal.....	15
1.4 características del estado motor en nadadores	188
1.4.1 fuerza.....	188
1.4.2 velocidad	20
1.4.3 flexibilidad	21
1.5 particularidades funcionales del nadador.....	233
1.5.1 sistemas energéticos.....	233
1.5.2 consumo máximo de oxígeno	265
1.5.3 velocidad crítica de nado	277
capitulo II.....	29
metodologia.....	29
2.1. objetivos.....	29
2.1.1 objetivo general.....	29
2.1.2. objetivos específicos	29
2.2. metodología.....	29
2.2.1. población y muestra.....	29
2.2.2. Criterios de inclusión y exclusión.....	30
2.2.3 tipo de muestreo.....	31

2.2.4. tipo de estudio.....	31
2.2.5 variables evaluadas.....	31
2.2.6. Procedimiento.....	31
2.2.7.instrumentación utilizada.....	32
2.3. evaluacion componente morfológico.....	333
2.3.1. dimensiones totales	333
2.3.2. composición corporal.....	344
2.3.3. ecuaciones realizadas.....	377
2.3.4 somatotipo.....	390
2.4. evaluacion componente funcional.....	422
2.5. evaluacion componente motor	455
2.6 analisis estadistico.....	466
capitulo III.....	477
resultados y discusion.....	477
3.1. componente morfológico.....	477
3.1.edad.....	488
3.1.2. masa corporal:	488
3.1.3. estatura:.....	50
3.1.4 índice de masa corpora.....	511
3.1.5. envergadura.....	544
3.1.6 porcentaje de masa grasa	555
3.1.7. porcentaje de masa muscular	566
3.1.8.	
somatotipo.....	577
3.2 componente motor	60
3.2.1 fuerza.....	60
3.2.2 velocidad.....	62

3.2.3 flexibilidad	
...644	
3.3 componente funcional:.....	655
3.3.1 vo2 máximo	666
3.3.2 velocidad crítica de nado	677
conclusiones.....	70
recomendaciones.....	72
lista de referencia	73
anexos	83

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación IMC según la OMS	144
Tabla 2. Variables antropométricas nadadores universidad Javeriana	47
Tabla 3. Promedios y desviación estándar (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia)	57
Tabla 4. Variables motoras nadadores universidad Javeriana	60
Tabla 5. Valores medios en test de salto vertical para la población en general.....	64
Tabla 6. Clasificación cualitativa de la flexibilidad para grupo de 19 a 20 años.....	64
Tabla 1. variables funcionales nadadores universidad Javeriana.....	65
Tabla 2. Velocidad crítica de nado y tiempo estimado en 400 mts libre según VCN.....	68
Grafica 16. Tiempo en 400 mts libre determinado por (VCN) en comparación con otros estudios.....	69

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Prototipo del “nadador de hoy”	8
Grafica 2. Marcas de Referencia por Sistemas Energéticos	25
Grafica 3. Promedios de masa corporal (kg) de los nadadores de la universidad Javeriana comparados con otros estudios	49
Grafica 4. Promedios de estatura (cm) de los nadadores de la universidad Javeriana comparados con otros estudios.....	511
Grafica 5. Dinámica del IMC de diferentes generaciones y escolares desde años 70.....	52
Grafica 6. Promedios de IMC (kg/m^2) de los nadadores de la universidad Javeriana comparados con otros estudios	53
Grafica 7. Promedios de envergadura (cm) en comparación con otros estudios.....	54
Grafica 8. Promedios de porcentaje de grasa en comparación con otros estudios.	556
Grafica 9. Promedios de porcentaje muscular en comparación con otros estudios.....	57
Grafica 10. Distribución espacial de la somatocarta de 4 diferentes estudios de damas en natación	¡Error! Marcador no definido.

Grafica 11. Distribución espacial de la somatocarta de 3 diferentes estudios de varones en natación.	599
Grafica 12. Promedio para salto vertical en comparación con otros estudios	61
Grafica 13. Promedio de tiempo en 50 mts estilo libre (seg) en comparación con otros estudios.....	63
Gráfica 1. Promedios test sit and reach comparados con otros estudios.....	65
Grafica 15. vo ₂ máx comparado con otros estudios (ml. kg. min.....	67

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Calculo de índice de masa corporal	38
Ecuación 2 Porcentaje masa grasa para varones	38
Ecuación 3. Porcentaje de masa grasa para damas	38
Ecuación 4. Masa osea	398
Ecuación 5. masa recidual varon.....	39
Ecuación 6. Masa recidual dama.....	38
Ecuación 7. Masa muscular	39
Ecuación 8. porcentaje masa muscular	39
Ecuación 9. Endomorfia.....	400
Ecuación10. Mesomorfia	41
Ecuación 11. Índice ponderal.....	411
Ecuación 12. Ectomorfia.....	411
Ecuación 13. Coordenadas x.....	42

Ecuación 14. Coordenadas y	42
Ecuación 15. VO_2 máx.....	43
Ecuación 16. VO_2 abs.	433
Ecuación 17. Velocidad crítica de nado	444

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.Toma del pliegue del tríceps.366

Ilustración 2. Test de Leger.....43

RESUMEN

El siguiente estudio tuvo como objetivo general caracterizar los componentes morfológicos, motores y funcionales de los estudiantes deportistas que conforman la selección de natación de la Pontificia Universidad Javeriana en Cali. Adicionalmente se asumieron unos objetivos secundarios dentro de los que se encuentran establecer un somatotipo del grupo y finalmente comparar los resultados obtenidos con otros estudios a nivel nacional e internacional.

Para efectos de este estudio se valoró un total de 16 deportistas que se encuentran vinculados actualmente como estudiantes en la Universidad Javeriana, 8 hombres y 8 mujeres con edades comprendidas entre los 17 y 23 años de edad.

El procedimiento que se llevó a cabo inicialmente fue realizar las medidas antropométricas correspondientes con las cuales se determinó altura, masa corporal, porcentaje graso, porcentaje muscular, somatotipo y el índice de masa corporal.

Seguido a esto se realizó los test motores y funcionales propuestos, estos fueron un total de 4 test: Test de Salto sargent, test de 50 mts estilo libre para hallar la velocidad, test sit and reach para flexibilidad y test de Leger para determinar el VO_2 máx.

Adicionalmente se realizó el test de velocidad crítica de nado con el fin de proporcionar al entrenador unos datos que pueden ser de gran utilidad a la hora de prescribir el entrenamiento del grupo.

Posteriormente los datos fueron procesados estadísticamente y así se obtuvieron valores que permitieron cumplir con los objetivos, se compararon nuestros datos con otros estudios y con esto se concluyó que sí se encuentran discrepancias en algunas características como en la altura, el porcentaje graso, somatotipo y en características funcionales como el VO_2 máx.

Palabras claves: natación, antropometría, composición corporal, componente motor, componente funcional.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA, MOTORA Y FUNCIONAL DE ESTUDIANTES NADADORES PERTENECIENTES A LA SELECCIÓN DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI

La natación ha sido catalogada como uno de los deportes más completos ya que tiene efectos positivos sobre el organismo de forma global, aumenta la fuerza, la resistencia y la flexibilidad.

En la natación como en muchos otros deportes el éxito deportivo depende del progreso y desarrollo de cada una de las cualidades físicas, funcionales y morfológicas del deportista, estas cualidades trabajadas globalmente contribuyen a la adquisición de un rendimiento adecuado y muchas veces aseguran el éxito deportivo.

De acuerdo a lo anterior, las investigaciones sobre cualidades morfológicas, funcionales y motoras resultan ser de gran utilidad para entrenadores, deportistas y entes deportivos al proporcionar información que puede ser utilizada para la construcción de modelos de entrenamiento y mejoramiento de procesos deportivos.

De esta manera en la ciudad de Cali se ve la necesidad de realizar estudios con estas características en la población universitaria ya que se encuentra poca información sobre deporte universitario en la modalidad de natación carreras lo que supone una falencia a la hora de ajustar modelos de entrenamiento teniendo en cuenta las necesidades particulares de los deportistas universitarios.

En ese sentido, este estudio permitió conocer las capacidades del nadador de la Universidad Javeriana y cómo se encuentran estos deportistas actualmente en las capacidades morfo funcionales y motoras, adicionalmente se obtuvieron valores estadísticos que permitieron discutir con otras poblaciones de nadadores pertenecientes a otras ciudades y otros países.

Se espera que este estudio permita encontrar características físicas que resalten o marquen la diferencia y de este modo poder orientar tanto a los deportistas, como a los entrenadores con el fin de poder realizar futuros ajustes en sus planes de entrenamiento y competición y de esta forma obtener unos mejores resultados a nivel deportivo

CAPITULO I.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1.1. INICIOS DE LA NATACION

El hombre a lo largo de su historia ha vivenciado el medio acuático de distintas formas. En consecuencia, con una perspectiva amplia y no sesgada, debe considerarse que muchas de las citas y datos históricos en los que se menciona la relación del ser humano con el agua, no sólo hace referencia a la utilización de determinadas técnicas deportivas, sino también a la posibilidad de realizar múltiples acciones que además de facilitar una seguridad ante imprevistos variados, les permita desenvolverse con soltura en otros menesteres personales y sociales. (peréz, 2007).

Los primeros registros históricos que hacen referencia a la natación aparecen en Egipto, en el año 5.000 a.C., en las pinturas de la Roca de Gilf Kebir pero hasta el esplendor de Grecia, la natación no se va a desprender de esa mera función de supervivencia; es entonces cuando la natación pasa a ser una parte más de la educación de los griegos. En cuanto a la natación deportiva en los Juegos Olímpicos antiguos, no existe constancia de su práctica. (Saavedra, Escalante & Rodríguez, 2003).

Al aparecer las primeras competencias, surge la necesidad de reglarlas; con ese objetivo nace en Inglaterra, en el año 1874, la primera federación de clubes que lleva por nombre "Association Metropolitan Swimming Club", que redacta el primer reglamento de natación, dándose la posibilidad de establecer récord del mundo, También es durante este siglo, en el año 1875, cuando el ser humano cruza a nado por primera vez el Canal de La Mancha, lo hace Matthew Webb, quien establece un tiempo de 21 h y 45 min. (Saavedra, Escalante & Rodríguez, 2003).

“Los primeros Juegos Olímpicos de la era moderna, celebrados en Atenas en 1896, ya contemplaban la natación como deporte, con un programa de pruebas incluye que 100, 500 y

1.200 m. En dichos JJ.OO. no participan mujeres, quienes tuvieron su primera competición oficial tan sólo cuatro años antes en Escocia”. (Saavedra, Escalante & Rodríguez, 2003).

1.2. CARACTERISTICAS COMPETITIVAS DE LA NATACION

Según Norton & Olds (1996) “en la natación competitiva la finalidad es recorrer una distancia determinada en el menor tiempo posible manteniendo el cuerpo en posición horizontal, por lo tanto, una estatura mayor y unas extremidades superiores proporcionalmente largas ofrecen ventajas, estas ventajas se ven reflejadas en las características morfo-funcionales que pueden poseer estos nadadores”.

Según Brauer, Popov & Bulgakova 2007; Leiva & Gil 1994) coinciden que “estas características son las capacidades específicas de composición, niveles de desarrollo de las capacidades motoras generales y específicas, productividad funcional, preparación técnica - táctica y psicológica que aseguran los resultados deportivos a nivel mundial”.

Estas características permiten por medio de la comparación de los valores individuales, evaluar la correspondencia del desarrollo físico y las capacidades motoras de un deportista, las exigencias específicas de la modalidad deportiva al resultado demostrado y planteado. “Esas diferencias físicas, fisiológicas y psicológicas son predominantemente heredadas genéticamente y por ello, no son de fácil modificación con influencia del entrenamiento” (Brauer, et al ,2007).

“Es indudable que determinadas características físicas están ligadas al máximo desempeño deportivo dando fundamento a un llamado prototipo morfológico, y que su divulgación resulta de suma importancia a los profesionales y los ejecutores de la actividad física”. (Lentini, Cardey, Aquino & Dolce, 2006).

Por su parte el nadador debe poseer como todo deportista un cierto número de cualidades físicas: perfecta salud e integridad orgánica, velocidad, fuerza, distensión y sobre todo flexibilidad, coordinación neuromuscular, equilibrio, etc. A su vez asegura que modificaciones morfológicas son importantes durante el crecimiento, pudiendo determinar progresos considerables en otros estilos, como lo son la

posición de los pies, que es de gran importancia para la elección del nado. Debe también poseer cualidades morales, especialmente el gusto por el esfuerzo, espíritu de sacrificio, valor y perseverancia.(Guinovart 1972).

En consecuencia con lo anterior, los resultados deportivos en la natación dependen de las particularidades del biotipo, dimensiones totales del cuerpo, proporciones, tipo de la composición al determinar la flotabilidad y las capacidades hidrodinámicas, así como el potencial de fuerza (dimensiones circunferenciales del cuerpo, volumen de masa muscular, composición de las fibras musculares) y el potencial de los nadadores (volumen vital de los pulmones, relación del volumen vital de los pulmones al peso corporal, masa activa corporal, composición de las fibras musculares). (Bulgakova, 2000).

Marines, Salazar, Arroyo,& Perez.(2006) van un poco más allá refiriendo que “El conocimiento de las condiciones morfo-fisiológicas de los jóvenes atletas, es fundamental para asignar dosificaciones correctas de las cargas de entrenamientos y obtener mejores resultados en las competencias sin afectar la salud de los deportistas”.

La natación, por ejemplo, es uno de los deportes más populares y más desarrollados, esto se debe a la importancia que tiene este deporte en la salud y en el desarrollo físico, también al importante papel que desempeña en los campeonatos del mundo y en otras competiciones destacadas. Todos los deportes aportan beneficios para la salud, siempre y cuando se practiquen de forma adecuada. Pero la natación tiene características especiales que no poseen otros ejercicios aeróbicos, entre los que se encuentra que mejora la autoestima, estimula el crecimiento y el desarrollo físico-psíquico, estimula la circulación sanguínea, ayuda a mantener una presión arterial estable, reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares y desarrolla la mayor parte de grupos musculares. (Gómez, 2010).

Por otro lado en el ámbito del deporte elite “la competición deportiva es un evento en el cual están implicados múltiples factores y el resultado deportivo no está solamente determinado por las habilidades funcionales. Otros factores importantes son la fuerza, la flexibilidad, las cualidades de velocidad y por supuesto la técnica de nado. Sobre estas cualidades físicas mencionan que tres cualidades parecen

esenciales para el nadador: el fondo, la resistencia y la velocidad. El fondo es la facultad de nadar lentamente durante mucho tiempo. La resistencia es la facultad de nadar de prisa durante el mayor tiempo posible (es la cualidad número uno del nadador deportivo). La velocidad es la facultad de moverse en el mínimo de tiempo utilizando la técnica con velocidad. Se trata de una cualidad principalmente muscular.(Vorontsov, Solomatin & Sidorov, 2005).

Leyva & Gil (1994) También se refiere a estos factores al decir que “en natación las mejores performances en gran medida dependen del nivel de desarrollo de todas las cualidades físicas, psicológicas y morfológicas. Así, los nadadores de alta calificación presentan un buen desarrollo físico lo cual garantiza excelentes características hidrodinámicas.

Por ejemplo García & Marines (2001) en su estudio concluyen que “se ha encontrado que las variaciones en el desarrollo biológico, tienen una relación con el rendimiento deportivo; aquellos individuos con un desarrollo adelantado poseen un mejor rendimiento, por consiguiente, mejores marcas como consecuencia de un mayor desarrollo de sus características morfo-funcionales”.

En otros términos, los sistemas biológicos principales son capaces de garantizar la actividad óptima del organismo en las condiciones extremas, una adaptación estable a las cargas físicas altas. En el periodo pos pubertad se cristalizan todas las premisas para alcanzar records de natación. Los límites concretos de la zona evolutiva óptima para demostrar altos resultados se diferencian dada la especialización del nadador. Para los deportistas de 16 a 17 años, el sistema cardiovascular puede alcanzar el nivel máximo de entrenamiento y tolera cargas considerables. Se amplían mucho las posibilidades del organismo para realizar el trabajo de carácter anaerobio vinculado con la aparición de la deuda de oxígeno. (Vorontsov, et al 2005).

1.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EN NADADORES

El crecimiento de los resultados deportivos en natación está relacionado con especializaciones crecientes en estilos y distancias. Las investigaciones de los últimos años realizados con nadadores de alto nivel constatan que la velocidad de la natación de los diferentes estilos y en las diferentes distancias, viene determinada por las particularidades del biotipo y preparación física (Bulgakova, 2000).

Según Lengo, Egocheaga & Del valle, (2000) Las características morfológicas de los seres humanos cambian según la edad, el sexo, la raza, la alimentación, el tipo de actividad que desempeñan y también con la práctica de algún deporte, hasta tal punto que hoy en día existen patrones morfológicos para las distintas especialidades deportivas.

El perfil típico de nadadores de elite ofrece estas características generales según Navarro *et al*(2006):

- Estatura superior al promedio.
- Cintura escapular “ancha” y cadera “estrecha” (ancho y estrecho son términos relativos, la proporción respectiva determinara si la relación es favorable).
- Brazos largos (la envergadura de los brazos tomada desde los puntos más distales de los brazos extendidos debería ser igual o mayor que la altura del pie).
- La relación favorable de desarrollo óseo en longitud de las piernas (esto significa que la longitud de la pierna es mayor que la longitud del tronco).
- Manos y pies grandes.

En la Gráfica1 se presentan las características físicas más comunes que posee un nadador de alto rendimiento, esta grafica en algunos casos presenta estas características ligadas al estilo en el cual se especializa el nadador.

Grafica 2. Prototipo del “nadador de hoy”



Fuente: Navarro (2006) La evaluación fisiológica de los nadadores, Recuperado de: <http://www.aetn.es/files/20061-04.pdf>

1.3.1. ANTROPOMETRÍA

Según Barr, Cargar & Crawford. (1994), la actividad física puede influir en la composición corporal y el grado de influencia va a depender de la intensidad y el tipo de actividad deportiva. Así mismo esta práctica puede proporcionar una composición corporal característica. Por ello cuantificar la composición corporal permite obtener la información que nos conceda prever con relativa certeza el grado de rendimiento atlético del sujeto, es por esto que la antropometría juega un papel importante en este proceso.

Para Malina (1995) la antropometría consiste en una serie de mediciones técnicas sistematizadas que expresan, cuantitativamente, las dimensiones del cuerpo humano. La antropometría involucra el uso de marcas corporales de referencia,

Cuidadosamente definidas, el posicionamiento específico de los sujetos para estas mediciones, y el uso de instrumentos apropiados. Las mediciones que pueden ser tomadas sobre un individuo, son casi ilimitadas en cantidad. Generalmente, a las mediciones se las divide en: masa (peso), longitudes y alturas, anchos o diámetros, profundidades, circunferencias o perímetros, curvaturas o arcos, y mediciones de los tejidos blandos (pliegues cutáneos).

Para la Organización mundial de la salud “la antropometría se considera como una técnica incruenta y poco costosa, portátil y aplicable en todo el mundo para evaluar el tamaño, las proporciones y la composición del cuerpo humano” y “tienen como finalidad analizar diferentes características corporales, las cuales han sido ampliamente usadas y recomendadas en auxología para la evaluación del biotipo de la población y detección de niveles de los riesgos nutricionales y de salud” (Organización mundial de la salud, 2010).

Para Bulgakova, Vorontsov & Radigina, (1985). “La valoración antropométrica es de suma importancia en nuestro caso, ya que el sistema de selección y pronósticos en la natación en un alto porcentaje se basa en mediciones antropométricas”.

Un tema clave en la antropometría es la selección de las mediciones. Según Malina (1995) esto depende del propósito del estudio y de las cuestiones específicas que estén bajo consideración. Por lo tanto, es necesario que antes de la aplicación de la antropometría se haga un análisis absolutamente lógico, comenzando con un concepto claro del conocimiento buscado, y que lleve a una selección de las mediciones necesarias para obtener una respuesta aceptable.

En los últimos años la antropometría ha ganado un destacado lugar entre los métodos para el análisis de los múltiples factores que influyen en los resultados deportivos y de la salud, en ese orden de ideas, Díaz (2008) considera que “el perfil antropométrico es un factor de selección muy importante para el éxito deportivo, siendo las características antropométricas parte del conjunto de variables biológicas relacionadas con el rendimiento deportivo”.

En tanto se deriva el término cineantropometría, que los autores denominan como “la ciencia o la disciplina que estudia al hombre en movimiento. Desde sus inicios en 1972 se ha

constituido como una técnica de gran utilidad en el deporte, entre los componentes básicos que la conforman y a su vez los más utilizados en el mundo deportivo son: el estudio de la composición corporal, el somatotipo y la proporcionalidad” (Florián & Leiva, 1997).

Por su lado Ross (1985) “sostiene que la cineantropometría es el estudio del tamaño, forma, composición, estructura y proporcionalidad del cuerpo humano con el objetivo de estudiar y comprender la evolución del hombre en relación con el crecimiento, el estado de nutrición, la actividad física y el entrenamiento”.

A su vez Bulgakova et al. (1985), sostiene que a “través del método antropométrico se puede proceder a la medida y análisis cuantitativos de las variaciones dimensionales del cuerpo humano. Ya que los valores encontrados permiten calificar el estado de maduración, tan importante para interpretar el desempeño competitivo del nadador y situar éste en el contexto de los atletas con la misma edad cronológica”.

Concretamente “en la natación, existe una clara relación entre las características antropométricas del nadador y los principios hidrodinámicos, ya que las fuerzas de resistencia que debe vencer para desplazarse en el agua dependerán de elementos como la superficie corporal, perímetros musculares, longitud de los segmentos corporales, diámetro biacromial, etc.”. (Godo, 1996)

Para Bulgakova (1985), los datos antropométricos más significativos para la natación son: Peso, Altura, Longitud de brazo, pierna y de la mano, Anchura de la mano, anchura del pie, Longitud del pie, Perímetro del muslo, Perímetro gemelar, Perímetro braquial (en contracción y extensión) diámetros (torácico sagital, biacromial, torácico transverso, bitrocantéreo, inter crestas ilíacas, bicóndilo humeral, bicóndilo femoral.

Para Navarro *et al* (2006) las variables antropométricas como somatotipo, longitud de las extremidades, anchuras y perímetros pueden también ser muy útiles por dos razones. En primer lugar, porque en los nadadores jóvenes son muy eficaces para

monitorizar el crecimiento y la maduración física. En segundo lugar, porque con los nadadores sénior estas medidas pueden permitir una valoración más detallada de la masa grasa y la masa magra asociada con programas de entrenamiento específicos y/o regímenes dietéticos.

En la natación los datos antropométricos de los atletas desempeñan un papel esencial, ya que las características morfológicas, las relaciones entre las palancas y las proporciones del cuerpo determinan las cualidades hidrodinámicas de los nadadores. Por lo tanto a través del método antropométrico se puede proceder a la medida y análisis cuantitativos de las variaciones dimensionales del cuerpo humano. Ya que los valores encontrados permiten calificar el estado de maduración, tan importante para interpretar el desempeño competitivo del nadador y situar éste en el contexto de los atletas con la misma edad cronológica. (Bulgakova *et al*1985).

Sin embargo es un punto clave que “la constitución corporal de los nadadores también difiere según sea el estilo natatorio que practiquen predominantemente; así, los espaldistas son altos y esbeltos y, los bracistas altos y robustos, con gran anchura de los hombros. De la misma manera, existen también diferencias morfológicas entre competidores de la misma disciplina causadas por su nivel deportivo” (Carter & Ackland, 1994; mierzewjska, 1980).

1.3.2. DIMENSIONES TOTALES DEL CUERPO

El deporte en general goza de habilidades comunes, pero como lo expresan Ruiz & Gómez (2005) cada especialidad o modalidad, cada deporte, tiene un patrón cineantropométrico específico muy bien definido; es por esto que contamos con profesionales del deporte los cuales tienen la tarea de “identificar estos elementos básicos de la antropometría y definir cada patrón morfológico entorno a las diferentes disciplinas y modalidades deportivas”

Florián & Leiva, 1997; Villamarin, 2002). Coinciden al enunciar que muchos rasgos individuales de la técnica deportiva dependen en gran medida de las particularidades de la constitución corporal. Dentro de las características antropométricas más

importantes y utilizadas para la valoración de los deportistas se encuentran las dimensiones totales del cuerpo que caracterizan la magnitud corporal como, la longitud del cuerpo, peso, la proporción corporal y la composición corporal.

En contraste con lo anterior Leiva (1989) menciona que “la fuerza de empuje, sobre todo en la tierra en gran medida depende de la maduración biológica de los deportistas y sus características constitucionales (peso, perímetro de tórax, perímetro de brazo y otros), de igual medida estas características en el nadador influyen de diferentes formas en la manifestación de fuerza en el agua”. Así como lo asegura Navarro *et al* (2006) “la morfología del nadador influye en los componentes de elevación y resistencia (“lift” y “drag”) y que, por tanto, afecta al potencial para generar una propulsión óptima y minimizar las fuerzas de resistencia”.

- Talla

Según Villamarín, (2002). La talla “Se define como la medida de una persona en el plano longitudinal, también se conoce como estatura. Esta es una de las características a tener en cuenta dentro del proceso de selección deportiva debido a que es una de las variables morfológicas que está determinada por la genética de cada sujeto”

Para Alba, (2005) “La talla es uno de los principales indicadores antropométricos y de desarrollo de los niños”. Sin embargo Leiva (2010) sostiene que “no son muy claras las evidencias publicadas en la literatura médico- deportivas que relacionen el crecimiento longitudinal y la actividad física, aunque se sabe desde hace mucho tiempo que el crecimiento de los huesos se favorece por la acción del ejercicio sobre los núcleos óseos”.

Por otro lado, Leiva (2010), “sugirió que la actividad física es capaz de estimular el crecimiento longitudinal de los huesos. Estos autores encontraron que la mano y los brazos del lado dominante de siete jugadores jóvenes de tenis de alto nivel mostraban unos huesos más largos en comparación con la extremidad no dominante”.

Para Navarro *et al* (2006), los nadadores de competición tienden a ser altos, con hombros anchos y fuertemente musculados, especialmente en los hombros y el tronco superior. La longitud del cuerpo facilita mayor ventaja para las salidas,

virajes y llegadas mientras que los segmentos largos favorecen la técnica de la brazada. Para una determinada velocidad, el nadador más alto necesita menos potencia que uno más pequeño para recorrer la misma distancia en el agua.

- Masa corporal

“La masa corporal es la determinación antropométrica más común. Es de gran utilidad para observar la deficiencia ponderal en todos los grupos de edad y el retraso del crecimiento en los niños. Se emplean básculas para su medición”. (Sillero, 2005).

El tamaño corporal, particularmente la masa corporal según Maglisscho, (1999) “es el marco de referencia estándar para expresar los parámetros fisiológicos (ej.: $VO_2\text{max}$. como ml/Kg/min), mientras que el grosor de los pliegues cutáneos, a menudo es usado para estimar la composición corporal. Por lo tanto, la antropometría es fundamental en lo que se refiere a la actividad física y la ciencia deportiva”.

- Índice de masa corporal (IMC)

El índice de masa corporal (IMC) es una medida de asociación entre la masa corporal y la talla de un individuo. Ideado por el estadístico belga L. A. J. Quetelet, también se conoce como índice de Quetelet (Sillero, 2005).

La organización mundial de la salud (2010) considera que el índice de masa corporal (IMC) la masa corporal en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros (Kg/m^2), esta es una indicación simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos, tanto a nivel individual como poblacional. Se dice de una clasificación del grado de obesidad utilizando este índice ponderal como criterio, (observar Tabla 1).

En la Tabla 1 se observa una clasificación de la Organización mundial de la salud (2010) según los valores que nos enseña el índice de masa corporal, esta clasificación inicia desde la clasificación de bajo peso en donde los valores son menores de 18.5 Kg/m^2 hasta una obesidad tipo III con un valor de más de 40 Kg/m^2 .

Tabla 3. Clasificación IMC según la OMS

Tabla de valores del IMC	
Clasificación de la OMS	IMC
Bajo peso	Menos de 18.5
Peso normal	18.5 - 24.9
Sobrepeso	25 – 29.9
Obesidad tipo I	30.0 – 34.9
Obesidad tipo II	35.0 – 39.9
Obesidad tipo III	Más de 40

Fuente: OMS (2010) Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets>

- La envergadura

Es la distancia existente entre los puntos distales (dactilións) de la mano derecha y de la mano izquierda cuando la extremidad superior esta en máxima extensión y colocada a la altura de los hombros. (Sillero, 2005).

Ramírez, Iglesias & Álvarez (2006) sostienen que esta variable puede llegar a incidir fuertemente en la potencia de lanzamiento (mayor recorrido, mayor tiempo de transmisión de impulso). Unos brazos de gran amplitud permiten que el impulso tenga mayor acción sobre el implemento, aumenta la altura de salida del objeto (bala y jabalina) y aumenta el radio de ejecución (martillo y disco) y todo ello se refleja sobre el resultado final en la distancia.

Según Valiente (2011) es necesario que esta dimensión sea mayor que la estatura, por cuanto garantiza un recorrido largo del halón bajo el agua, siendo de mayor eficiencia, produciendo mayor desplazamiento hacia delante. Cuando la envergadura es menor que la talla resulta muy difícil mover el cuerpo con fluidez hacia delante, aún cuando, como compensación, se aumente al máximo la frecuencia de la brazada, como es fácil observar en eventos competitivos.

1.3.3. COMPOSICIÓN CORPORAL

La estimación de la composición corporal es importante para la determinación del estado nutricional tanto en condiciones de salud como de enfermedad. Una gran variedad de métodos para la valoración de la composición corporal han sido desarrollados y validados, entre los cuales se destacan las técnicas antropométricas y la bioimpedancia eléctrica como métodos de campo de fácil aplicación, buena reproducibilidad y escaso costo (Alvero, 2009).

El estudio de la composición corporal es un aspecto importante de la valoración del estado nutricional pues permite cuantificar las reservas corporales del organismo y, por tanto, detectar y corregir problemas nutricionales como situaciones de obesidad, en las que existe un exceso de grasa o, por el contrario, desnutriciones, en las que la masa grasa y la masa muscular podrían verse sustancialmente disminuidas. Así, a través del estudio de la composición corporal, se pueden juzgar y valorar la ingesta de energía y los diferentes nutrientes, el crecimiento o la actividad física. Los nutrientes de los alimentos pasan a formar parte del cuerpo por lo que las necesidades nutricionales dependen de la composición corporal. (Carbajal, 2002).

A continuación se expondrá sobre los diferentes componentes corporales:

- Componente graso

Inicialmente la grasa se acumula en el tejido adiposo; este es un tejido graso de origen mesoquimal conformado por la asociación de células que acumulan lípido en su citoplasma; este tejido cumple con funciones mecánicas, una de ellas es servir como amortiguador, protegiendo y manteniendo en su lugar los órganos internos así como a otras estructuras más externas del cuerpo y también tiene funciones metabólicas (Crouch, 1976).

El tejido graso es aquel que está alrededor de los órganos y vísceras, además de una pequeña cantidad de tejido adiposo intramuscular. Este tejido adiposo está basado en

pliegues cutáneos de las extremidades y tronco, teniendo en cuenta que la adiposidad de los miembros domina en las mujeres y la del tronco en los varones. (Martinez & Aritz, 2012).

Refiriéndonos al porcentaje graso en un estudio que realizaron en el año 2003 con nadadoras de alto rendimiento en edades comprendidas entre los 13 y 19 años encontraron que las nadadoras alcanzan un desarrollo muscular tardío y un aumento de grasa corporal temprano comparado con los hombres, también concluyeron que la posición del cuerpo para realizar la técnica deportiva en natación contribuye a que el porcentaje graso sea mayor en el tren inferior con el fin de compensar la flotabilidad necesaria que en el tren superior se ve solventada por el aire contenido en los pulmones (Cancela & Ramírez 2001).

Por su parte Navarro *et al* (2006), “la composición corporal parece también ser una buena característica descriptiva de los nadadores de elite. Como norma, los nadadores de elite tienden a tener biotipos corporales ectomórficos. Es decir, relativamente delgados (un bajo porcentaje de masa corporal corresponde al tejido graso) cuando se compara al tipo endomórfico”.

- Componente muscular

Martinez & Aritz, (2012). Se refiere al “músculo esquelético del cuerpo, el cual incluye tejido conectivo, ligamentos, nervios, vasos vasculares con sangre coagulada y una cantidad sin determinar de tejido adiposo no separable del músculo (grasa intramuscular)”.

“La musculatura esta obviamente desarrollada, la necesidad de masa muscular aumenta en la proporción que disminuye la distancia a recorrer por el nadador. La braza es el único estilo en el que todos los movimientos se llevan a cabo bajo el agua. La necesidad de vencer la resistencia del agua hace que los bracistas presenten más masa muscular que el resto de nadadores”. (Perez, 1997).

Sin embargo Navarro *et al* (2006) sostienen que “la musculatura en natación debería ser descrita como “musculada delgada” más que el tipo mesomórfico “fuertemente musculado”.

La musculatura está también sujeta al tipo y cantidad de ejercicio realizado. Sin embargo, los ectomórficos tienden a retener una apariencia muscular “delgada” sin desarrollar una masa muscular excesiva”.

- Componente óseo

Se trata del hueso, el cual está formado por tejido conectivo, que incluye el cartílago, periostio y músculo que no puede ser completamente removido por disección, nervios, vasos vasculares con sangre coagulada y lípidos contenidos en la cavidad medular. (Martinez & Aritz, 2012).

En relación a la constitución ósea el esqueleto es el armazón primario del nadador. Unos hombros anchos capaces de romper con ventaja el agua, son seguidos por una caja torácica alargada y unas caderas estrechas, con extremidades inferiores y superiores largos. En el estilo crol es donde se produce mayor ensanchamiento de hombros y estrechamiento de caderas aumentando así el factor de penetrabilidad en el agua. El nadador de espalda necesita un esqueleto más fornido, pues, por el modo de dar la brazada, la espalda se convierte en el punto de apoyo base adquiriendo la constitución ósea una mayor importancia. (Perez, 1997).

- Componente residual

Formado por los órganos, vitales y vísceras, incluyendo tejido conectivo, nervios, vasos vasculares con sangre coagulada, tejido adiposo que no puede ser separado físicamente de los órganos del tracto gastrointestinal. (Martinez & Aritz, 2012).

1.4 CARACTERÍSTICAS DEL ESTADO MOTOR EN NADADORES

La natación es ampliamente reconocida por profesionales del fitness y la salud como una actividad casi perfecta para mejorar la condición aeróbica, la flexibilidad, la fuerza corporal, el tono muscular y la coordinación. La natación, simplemente es la forma suprema de la práctica acuática. Desafía a la mente y al físico, elevando el espíritu y el cuerpo. Los grupos de deportistas que practican la natación tienen en común, que su objetivo principal, es la mejora de la condición aeróbica. El ejercicio con este propósito afecta a dos sistemas relacionados entre sí: el cardiovascular y el muscular (Reyes, 2012).

Manno (1994) “sostiene que las capacidades motoras se dividen en condicionales y coordinativas. Las primeras se fundamentan sobre la eficacia metabólica del musculo y aparatos, las segundas en cambio están determinadas por la capacidad de organizar y regular el movimiento”.

1.4.1 Fuerza:

“Bajo el concepto de fuerza del ser humano se entiende que: es la capacidad para vencer o contrarrestar una resistencia mediante la actividad muscular. Se puede enumerar diferentes tipos de fuerza: la fuerza máxima, fuerza explosiva, fuerza resistencia” (Balk 1994).

En la mayor parte de las actividades (por ejemplo, deportes de equipo, natación, remo y piragüismo), la fuerza y la potencia son tan importantes como la resistencia, en estas actividades solo se puede determinar la importancia relativa de la fuerza y la resistencia por medio de la investigación. No obstante la fuerza resulta ser un factor importante en todas las distancias y más de la mitad de la variación de la velocidad de natación (rx100) quedo justificada por la variación de fuerza especifica (Duncan, Howard A, Howard J & Howard J 2005).

Según Eckert (1993), la fuerza como cualquier capacidad física evoluciona paralelamente al desarrollo del ser humano e involuciona al mismo tiempo que este.

Dicho desarrollo no sigue el mismo camino en todos los seres humanos, sino que presentan diferencias en función de la edad y el sexo. Será entonces, a partir de la pubertad, cuando las diferencias en los niveles de testosterona entre hombres y mujeres se hagan más pronunciadas a favor del hombre, lo que provocará que el sexo masculino tenga un mayor proceso anabólico. A esta condición de producción de testosterona, inherente a cada género, se le atribuye la mayor facilidad del sexo masculino para alcanzar niveles más altos de hipertrofia muscular.

Así mismo, “otros factores como huesos y articulaciones más ligeras y frágiles en las mujeres que en los hombres y grados de maduración diferentes entre ambos sexos tienen una gran relación con el desarrollo de la fuerza” (Eckert, 1993).

Según Schmolinsky (1981) “Dentro de los diferentes factores que determinan la fuerza se encuentran los factores biológicos, mecánicos, funcionales y sexuales. Algunos de estos factores pueden ser, parcialmente, influenciados por el entrenamiento, como el tipo de fibra muscular y la cantidad de estas en el cuerpo”, de esta forma Platonov (1894) asegura que “la adaptación del organismo al entrenamiento de fuerza obedece a transformaciones en los músculos, sistema nervioso y tejido óseo”.

Específicamente en la natación según Bompa (2004) el trabajo de la fuerza adquiere todavía más importancia debido a las características físicas del agua (fundamentalmente su densidad), que hacen que la dinámica sea muy diferente a la del medio terrestre. A medida que un nadador se desplaza en el agua (como cualquier objeto en un fluido), éste se ve afectado por el arrastre, que es una fuerza igual y en sentido contrario a la que ejerce, de forma que para aumentar la velocidad es necesario que el nadador ejerza una fuerza superior. Si el nadador aplica constantemente la misma fuerza, la velocidad será constante, si aumenta la fuerza la velocidad aumentará pero deberá mantener esta fuerza de más que está aplicando para mantener la velocidad superior adquirida.

En consecuencia, la fuerza de la parte superior del cuerpo es uno de los principales determinantes del éxito en la natación de velocidad, a su vez recalca que aunque la energía necesaria para la natación depende de las dimensiones del cuerpo y su

capacidad de flotación, la aplicación efectiva de la fuerza contra el agua es el mayor determinante de la economía en esta actividad (Costill, Maglischo & Richardson, 1992).

1.4.2 Velocidad

Desde el punto de vista deportivo, la velocidad representa la capacidad de un sujeto para realizar acciones motoras en un mínimo de tiempo y con el máximo de eficacia. Harre, (como se cita en Leiva, 2010), la define como “la capacidad que se manifiesta por completo en aquellas acciones motrices donde el rendimiento máximo no quede limitado por el cansancio”.

Según Leiva (2010), por capacidad de velocidad en el deportista se entiende el conjunto de propiedades funcionales que permiten ejecutar una acción motora en la menor cantidad de tiempo posible. Se diferencian formas simples y complejas en las manifestaciones de velocidad. Las formas simples se manifiestan en un tiempo latente de las reacciones motoras sencillas y complejas, a su vez la simple se compone de 2, la operatividad del mecanismo neuromotor (no se modifica) y por la capacidad de movilizar rápidamente la composición de la acción motriz (se modifica con entrenamiento) y constituye la mayor reserva en el desarrollo de las formas simples de rapidez.

La velocidad es una cualidad física que se encuentra condicionada por todas las demás y en ocasiones como en los deportes de oposición y cooperación-oposición, por la técnica y toma de decisiones. Tan solo en una de las manifestaciones de la rapidez, no se ve afectada por la fuerza, la resistencia y la técnica de ejecución del movimiento. Mientras que en los movimientos cíclicos el acento en el rendimiento se situaba en el nivel de desarrollo de las capacidades condicionales, en los movimientos acíclicos el acento se sitúa en las capacidades coordinativas y en la toma de decisiones. (Leiva, 1989).

El resultado deportivo en natación depende en gran medida del desarrollo de cualidades físicas del deportista y de su preparación física, importantes cualidades como la velocidad y resistencia que se realizan estrechamente con el desarrollo de la

fuerza, de esta forma, el objetivo de la natación deportiva depende de aumentar la velocidad de desplazamiento en el agua. (Leiva, 1989).

Malina (1995) afirma que la capacidad de desarrollar rapidez está influida por el desarrollo biológico del individuo y como para las demás capacidades, en ella es de gran importancia el estímulo del entrenamiento introducido en la edad adecuada, que generalmente se sitúa entre los 7-12 años. La velocidad se caracteriza por su escasa entrenabilidad, esta no es superior al 20%. Por otra parte Costill, Maglishco & Richardson (1992) “sugieren que el incremento de la velocidad en natación está producido por el incremento de la frecuencia de ciclo y un descenso relativo de la longitud de brazada”.

1.4.3 FLEXIBILIDAD

La flexibilidad estática ha sido definida como la amplitud de movimiento de una sola articulación o de una serie de articulaciones y refleja la capacidad de las unidades musculo tendinosas para elongarse tanto como se lo permitan las restricciones físicas de la articulación. La flexibilidad dinámica ha sido asociada con la oposición o resistencia al movimiento de las articulaciones. Se han propuesto diversas variables que potencialmente afectan a las mediciones de flexibilidad, dentro de los que se incluyen sexo, edad, tipo de cuerpo, intensidad del ejercicio y presencia de anomalías (Mac, Wenger & Green, 2005)

“La flexibilidad es imprescindible en la natación pues permite una mejor distribución de la fuerza, así como una economía y mejor utilización del potencial técnico” (Camiña, 2002). A su vez Counsilman, (1980) “sostiene que la flexibilidad favorece el aumento de la amplitud de movimientos (GDM) de músculos y articulaciones. Al aumentar la amplitud de movimientos de piernas y brazos, mejora la eficacia de la brazada. En teoría, la cantidad de resistencia del agua se reduciría igualmente, debido a la capacidad del nadador para superarla”.

Counsilman, (1980) también sostiene que los dos factores limitantes de la flexibilidad son: primero la estructura de los huesos y segundo la amplitud de los del movimiento en los músculos alrededor de una articulación, (elasticidad muscular)

por esto cada atleta debe estar dotado de flexibilidad en cada articulación. El nadador puede pasar con solo una flexibilidad medida en la articulación de la cadera pero necesita una flexibilidad muy superior en los tobillos para poder disfrutar de un impulso excepcional de pies.

Para los nadadores una amplitud de la movilidad los tobillos les permite en el estilo libre desplazar el agua hacia atrás durante un mayor periodo de tiempo al ejecutar los batidos descendentes de la patada y en la propulsión, el movimiento exterior de la planta de sus pies les permite conseguir un mayor ángulo de ataque durante el batido hacia afuera mientras que la capacidad de giro de los pies hacia adentro les permitirá una mayor acción propulsora durante el barrido hacia adentro.(Costill, Maglischo & Richardson 1992).

A su vez Counsilman (1980) “comparte el mismo punto de vista en cuanto a la flexibilidad de algunos segmentos ya que estos facilitan el estilo de nado y lo favorecen en su técnica, pero añade que la musculatura de la espalda no debe estar dura, ya que esto puede afectar al realizar una rotación mayor o un desplazamiento plano de los brazos”.

Wilmore & Costill (2001)y Maglischo (1999) sugieren que un incremento de la flexibilidad de las articulaciones permite que el nadador realice una mejor actuación debido a:

- Un incremento del arco de movimiento de ciertas articulaciones debería permitir que la fuerza propulsora se aplicase durante un período mayor de tiempo.
- Un mayor arco de movimiento de algunas articulaciones debería permitir movimientos de recobro y de acción de las piernas que no alteren la alineación horizontal y lateral del cuerpo.
- Una mayor movilidad de algunas articulaciones puede disminuir el gasto de energía e incrementar la velocidad natatoria al reducir la resistencia intramuscular al movimiento.

La capacidad de flexionar y extender los hombros es fundamental en todos los estilos de natación. En espalda, por ejemplo, una mejor flexibilidad permite hundir más las manos en el agua delante de la cabeza después de la entrada de la mano y antes del empuje. La capacidad de flexionar muy bien el hombro sirve para incrementar la gama de movimientos en el impulso. La flexibilidad de los tobillos incrementa la extensión del pie, permitiendo un mayor rango de movimientos en todos los estilos, sobre todo en espalda y braza, en que la acción de las piernas tiene un papel importante. (Natación online, *n. d*)

1.5 PARTICULARIDADES FUNCIONALES DEL NADADOR

1.5.1 SISTEMAS ENERGÉTICOS

“El éxito o el fracaso en una competición de natación dependen en gran medida de la capacidad de los músculos para generar la energía necesaria para propulsar el cuerpo a través del agua”(Costill et al. 1992),

No obstante, si la intensidad de la actividad es extremadamente alta, los sistemas anaeróbicos seguirán siendo las fuentes principales de ATP porque la capacidad máxima de los procesos aeróbicos para suministrar ATP está muy por debajo de las demandas energéticas del musculo. A medida que aumenta la duración de la actividad, el rendimiento del musculo y por lo tanto la energía utilizada por el musculo disminuye con rapidez. Durante periodos de trabajo cortos de menos de dos minutos, cuando la utilización de ATP es alta, la fuente de energía es principalmente anaeróbica. Es decirlos tres sistemas energéticos no operan de forma independiente durante el ejercicio sino que trabajan unidos para alterar el suministro de ATP y hacer frente a las necesidades energéticas del musculo. (Mac et al. 2005).

“A medida que se alarga el periodo de ejercicio, las fuentes aeróbicas, aumentan su aportación porque la vía oxidativa ha sido acelerada hasta un potencial máximo y la utilización de energía del musculo se ha reducido de forma significativa”esto demuestra que“los tres sistemas energéticos no operan de forma independiente durante el ejercicio sino

que trabajan unidos para alterar el suministro de ATP y hacer frente a las necesidades energéticas del músculo” (Mac et al. 2005).

Según Mishenko & Monogarov (2001), la característica de la preparación funcional de los deportistas se basa mucho en la peculiaridad cualitativa y cuantitativa de los procesos bioenergéticos y de las vías de suministro energético para el trabajo de diferentes tipos de actividad deportiva. Se emplea la valoración directa e indirecta (en conformidad con el rendimiento) de la proporción y las máximas manifestaciones de las vías de resíntesis de ATP aeróbica y anaeróbica (lactácida y alactácida). Sobre este principio se construyen los test que estudian elementos estructurales de la preparación funcional con destino, grado de detalles y características cualitativas de las diferencias según la especialización de los deportistas. Se ha establecido la diferente importancia de los factores energéticos para garantizar los logros deportivos en distintas modalidades de atletismo, ciclismo, natación, etc.

Los primeros minutos de ejercicio y cuando la intensidad del esfuerzo muscular es alta, el cuerpo es incapaz de proveer suficiente oxígeno para regenerar el ATP necesario. Para compensar esto, tanto el sistema ATP- PCr como el de energía glucolítica generan ATP sin la ayuda de oxígeno, que se denomina metabolismo anaeróbico. Desafortunadamente este proceso es relativamente eficaz, proveyendo solo una pequeña pero esencial parte de ATP necesaria en unos segundos durante la natación de máxima velocidad (Costill et al. 1992).

Costill *et al* (1992) también creen que el sistema energético aeróbico se ve envuelto debido a que en una prueba atlética de velocidad de 50 a 100 metros los músculos utilizan 200 veces más energía que en reposo, es imposible que los sistemas de ATP – PCr y glucolítica puedan producir el ATP suficiente para cubrir las necesidades energéticas de todos los músculos. Sin otro sistema de energía más eficaz, la duración máxima de un sprint en natación podría verse limitada a 30seg o menos.

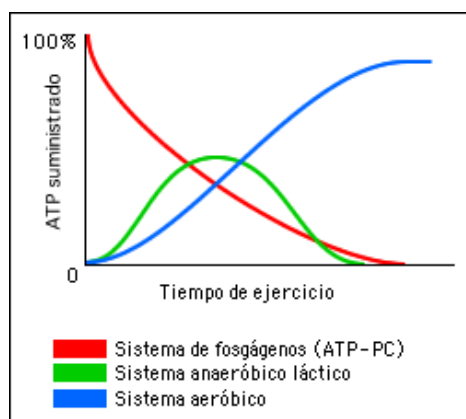
En consecuencia el mecanismo aeróbico es la principal vía de producción de energía durante la prueba de resistencia, planteando importantes exigencias a la capacidad del nadador para el suministro de oxígeno a los músculos que intervienen. En efecto Alba (2005)

describe a la resistencia como “la que permite evaluar la condición cardiorrespiratoria; prescribir el entrenamiento aerobio y estimar el gasto energético de los ejercicios aeróbicos, aspectos estos que son imprescindibles para el trabajo en diversos tipos de población tales como: deportistas, no deportistas, y personas que realizan actividades físicas con fines profilácticos y terapéuticos”.

Según Navarro *et al* (2006), “los sistemas de energía subyacentes y las características de los nadadores y las pruebas de competición forman las bases del programa de entrenamiento. En términos simples, las dos principales características de nadadores altamente entrenados son la potencia y resistencia”.

En la Grafica 2 se presentan los sistemas energéticos y la manera en que se utilizan cada uno de ellos con respecto al tiempo de ejercicio.

Grafica 3. Marcas de Referencia por Sistemas Energéticos



Fuente: natación master España (2013) .Recuperado de:
<http://www.alaguamasters.com/marcas-de-referencia-por-sistemas.html>

1.5.2 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO

Como lo asegura Reina (citado por Zúñiga, 1998) el consumo máximo de oxígeno máximo es la mayor cantidad de O_2 que se inspira y se utiliza en estado estable durante un esfuerzo máximo a una determinada carga de trabajo y unidad de tiempo. El VO_2 internacional mente a sido aceptado como la medida que mejor cuantifica la potencia aeróbica máxima, la cual está definida como la mayor cantidad de trabajo alcanzada en el máximo consumo de O_2 .

Según Manno (1994), en términos funcionales “el VO_2 expresa indirectamente el funcionamiento integral del sistema circulatorio por la relación con el gasto y el volumen cardiaco y sirve como patrón referencial del sistema cardiorrespiratorio de un individuo, metabólicamente refleja la capacidad de producción y utilización máxima de energía proveniente del régimen aeróbico”.

Acorde a lo planteado por Mishenko & Monogarov (2001), estos autores sostienen que muchos investigadores consideran que el VO_2 es el reflejo universal de las posibilidades funcionales del organismo humano, por cuanto que su magnitud se correlaciona en forma directa no solo con la resistencia a las cargas físicas, sino también con otras situaciones extremas que requieren significativa tensión de los mecanismos homeostáticos: hipoxia, hipertermia, hipercapnia, etc. No obstante, esta cuestión aplicada a las posibilidades funcionales del deportista no se resuelve de modo tan sencillo.

Mishenko & Monogarov, (2001) “Se ha observado que para alcanzar altos resultados en cada especialización deportiva el peso específico del VO_2 max. Debe corresponder a un nivel concreto, tales niveles típicos de VO_2 max. Son propios para los grupos elitarios de deportistas en cada modalidad deportiva”.

Como lo asegura Reina (citado en Florián & Leiva, 1997), indica que “varios factores influyen en el $VO_{2\text{máx}}$, dotación genética, edad, sexo, entrenamiento y estado nutricional, entre otros”.

Debido a que la necesidad energética del nadador está influenciada por el tamaño de su cuerpo, edad y estado de forma el $\dot{V}O_{2\max}$. Es expresado frecuentemente en relación al peso (ml/kg/min). Normalmente estudiantes universitarios con un nivel de actividad normal y en edades comprendidas entre 18 y 22 años tiene un promedio de valores de $\dot{V}O_2 \max$ de 38-42 ml/kg/min (mujeres) y de 40-50 ml/kg/min (hombres). Se han obtenido datos que indican que por otro lado los nadadores masculinos y femeninos con un elevado grado de entrenamiento alcanzan unos valores de $\dot{V}O_2 \max$ que van de 45 a 65 y de 50 a 75 ml/kg/min respectivamente. (Costill et al.1992).

1.5.3 VELOCIDAD CRÍTICA DE NADO

La velocidad crítica de nado (VCN) en un estudio de Wakayoshi *et al.* (Como se cita en Navarro & Oca, 2013), asegura que aquella velocidad de nado máxima que puede mantenerse durante un periodo de tiempo prolongado sin agotamiento" es decir, que la VCN supone la mayor proporción de trabajo sostenible que permite mantener al lactato en un estado de equilibrio (donde la producción de lactato iguala a su eliminación

Wakayoshi (como se cita en Navarro & Oca, 2013) también sostiene que el concepto de la VCN ha probado ser un test válido y consistente para la medición de la capacidad aeróbica. Las ventajas de este test son: no es un test invasivo, es de fácil aplicabilidad para todos los entrenadores y que el único equipamiento que se necesita es un cronómetro.

En 1991, Wakayoshi (como se cita en Navarro & Oca, 2013). Hizo nadar a varios sujetos a 6 velocidades diferentes en un túnel de nado. Los sujetos nadaron a cada velocidad hasta no poder continuar. Con los tiempos obtenidos (T, en segundos) calculó la distancia (D) con la fórmula común $D = (\text{velocidad} \times \text{tiempo})$. Luego dibujó una línea de regresión entre la distancia y el tiempo (con la ecuación $D = a + bT$). La inclinación de la línea determinó la Velocidad Crítica de Nado.

En su estudio Ginn (1993) utilizó dos velocidades máximas para determinar la VCN (50m y 400m) y especificó que estas distancias deberían ser cubiertas durante el

entrenamiento y sin que el nadador se tirase de cabeza. El procedimiento para calcular la VCN fue diferente al utilizado por Wakayoshi:

$VCN = (D2-D1) / (T2- T1)$, donde:

D2 = Distancia de nado 400 metros, D1 = Distancia de nado 50 metros, T2 = Tiempo de los 400 metros (en segundos), T1 = Tiempo de los 50 metros (en segundos).

El valor obtenido en la prueba del VCN puede ser utilizado para determinar los tiempos del entrenamiento para series de diferentes distancias relacionó gran parte de la Velocidad Crítica de Natación con programas de entrenamiento actuales y encontró que la VCN equivale a nadar 100m a una intensidad del 80-85% de la capacidad máxima del nadador o nadar los 400m a un 90-95%.(Ginn, 1993).

En la práctica se sobreestima la velocidad de nado a umbral de lactato del nadador. Por ello se recomienda “sumar 2-3 segundos al tiempo sobre 100 metros resultado de la velocidad crítica, siendo adecuado para evaluar la resistencia aeróbica del nadador, para prescribir las zonas y velocidades de entrenamiento, debemos sumar entre 3 a 6 segundos cada 100 mts (respecto al tiempo de la Vcrit.) para el trabajo de la resistencia básica. Para el trabajo anaeróbico los tiempos lógicamente serán menores respecto a esta V. crit.(Maglischo 2009).

CAPITULO II

OBJETIVOS Y METODOLOGIA

2.1. OBJETIVOS

2.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar los componentes morfológicos, funcionales y motores en los estudiantes que conforman la selección de natación de la Pontificia Universidad Javeriana.

2.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Valorar las características morfológicas, motoras y funcionales de los estudiantes pertenecientes al seleccionado de natación de la Universidad Javeriana.
- Analizar los datos obtenidos desde la estadística descriptiva.
- Discutir los resultados con otros estudios a nivel nacional e internacional.

2.2. MÉTODOLOGIA

2.2.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población utilizada para este estudio se compuso por 16 deportistas, hombres 8 y mujeres 8 que pertenecen a la selección de natación de la universidad Javeriana

Así pues, el estudio se llevó a cabo con el total de deportistas que conformaban la población al cumplir con los criterios de inclusión y de exclusión dispuestos para el desarrollo de este estudio.

En conclusión la muestra utilizada consto de 8 hombres y 8 mujeres con edades comprendidas entre los 17 y los 23 años de edad y que pertenecen y participan activamente en la selección de natación de la universidad Javeriana.

2.2.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Como criterios de inclusión para este estudios se utilizaron los siguientes:

- Ser estudiantes activos de la Pontificia universidad Javeriana.
- pertenecer a la selección universitaria de natación de la Universidad Javeriana
- Tener un mínimo de 4 años de experiencia en la práctica de natación ya sea universitaria o independiente
- Tener una asistencia como mínimo del 80% a los entrenamientos planeados por la selección universitaria

Como criterios de exclusión se utilizaron los siguientes:

- No firmar el formato de consentimiento informado
- Presentar problemas físicos
- llevar poco tiempo entrenando en el seleccionado de la universidad Javeriana

2.2.3 TIPO DE MUESTREO:

La muestra del presente estudio fue determinado por conveniencia, en la cual se elegían a los estudiantes deportistas de la universidad Javeriana pertenecientes a la selección de natación que entrenaban en el momento del estudio y que cumpliera con los criterios de inclusión

Para efectos del muestreo anteriormente descrito se utilizaron unos criterios de inclusión y unos criterios de exclusión que se explican más adelante.

2.2.4. TIPO DE ESTUDIO:

El presente fue un estudio de tipo descriptivo de corte transversal orientado a determinar un perfil característico de las cualidades morfológicas, funcionales y motoras de nadadores y nadadoras de la selección de la Universidad Javeriana de Cali.

2.2.5 VARIABLES EVALUADAS

Se evaluaron los componentes morfológico, funcional y motor en donde las cualidades morfológicas se ven divididas en dimensiones totales tales como edad, masa corporal, talla, y envergadura.

Dentro de las cualidades funcionales están el máximo consumo de oxígeno (VO_2 max.) y la velocidad crítica de nado (VCN); finalmente las cualidades motoras elegidas fueron fuerza de tren inferior, velocidad en agua y flexibilidad de tronco.

2.2.6. PROCEDIMIENTO

Se elaboró una evaluación de carácter morfológico, funcional y motor de nadadores pertenecientes a al seleccionado de la Pontificia Universidad Javeriana que se realizó en el semestre de febrero- junio del 2014, para esto se logró la colaboración del entrenador de la selección de natación de la universidad Javeriana y de los deportistas objeto de este estudio, a

quienes se les explicó de manera completa y cuidadosa el tipo de estudio, el procedimiento, las mediciones, los test y las diferentes pruebas que se realizarían, finalmente se les manifestó los beneficios y la aplicabilidad que tendría esta investigación.

Posterior a esta explicación se comprobó si se entendió la totalidad de pruebas que se realizarían y después de confirmada esta información cada deportista firmo un formato de consentimiento informado en el cual se nos autorizo a continuar con el estudio planteado.

2.2.7. INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA

Instrumentos para mediciones antropométricas:

- Báscula Soehnle, 0,05 Kg. de precisión.
- Tallímetro, 1 mm. De precisión marca.
- Cinta métrica inextensible, 1 mm. De precisión.
- Calibre o pie de rey Hopex modificado, 0,01cm. De precisión.
- Caliper Slim, 1 mm. De precisión.

Instrumentos para pruebas físicas:

- Decámetro marca Stanley, 1 mm. De precisión.
- Cronómetro marca Casio ref. 2747.
- Cancha o salón amplio
- Magnesia (polvo para salto)
- Banco de flexibilidad

- Instrumentos electrónicos:
- Computador portátil marca asus poseidon gtx 780
- Parlante marca Genius SP 1-70

2.3. EVALUACION COMPONENTE MORFOLÓGICO

Para las mediciones antropométricas que se llevaron a cabo se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones básicas:

- El espacio utilizado debe ser amplio para facilitar la movilidad del evaluador y la temperatura debe ser confortable.
- Los evaluados deben estar con ropa ligera y preferiblemente en traje de baño.
- Se debe hacer uso de un asistente para anotación de datos y disminución de errores.
- Se debe tomar el total de las medidas por el lado derecho y en orden descendente.
- Se deben realizar dos tomas por cada medida para disminuir el margen de error.

2.3.1. DIMENSIONES TOTALES

Para las mediciones antropométricas se utilizó el protocolo planteado por Alba (2005):

- Talla de pie: se toma con un Tallímetro, ± 1 mm. de precisión. Para la valoración cuantitativa el evaluado se ubicó en posición erguida con la cabeza en plano de Frankfurt, sin zapatos, completamente estirado, colocando los pies paralelos y con los talones unidos (apoyados en el borde posterior de la pared) y las puntas ligeramente separadas (formando aproximadamente un ángulo de 60°), las nalgas, hombros y

cabeza en contacto con un plano vertical, Se midió con un tallimetro y es la distancia del suelo al vertex.

- Masa corporal: La masa corporal se realizara en una balanza, Báscula Soehnle, 0,05 Kg. de precisión. previamente calibrada con pesos conocidos, la cual se ubicó sobre un piso plano y totalmente liso. El individuo estuvo descalzo y ligero de ropa, subió a la balanzay permaneció allí en posición erguida el tiempo suficiente para realizar la toma del dato. Se mide con una balanza sin que el sujeto vea el registro del mismo. Se anota la masa corporal del sujeto en Kg. Con al menos una décima de kilo, aunque es recomendable una precisión de ± 0.05 .
- Envergadura: Para la toma de esta medida el evaluado se sitúo de frente a la pared permaneciendo pegado a ella y extendiendo los brazos hacia los lados. El evaluador marcó con un lápiz sobre la pared el punto en donde ambos dactilos llegaron y al retirarse el evaluado se realizara la medición de la distancia entre los puntos de ambas marcas preestablecidas, utilizando una cinta métrica con precisión de 1mm.

2.3.2. COMPOSICIÓN CORPORAL

Para la toma de pliegues también se utilizo el protocolo planteado por Alba (2005)

Pliegues:

Se toma utilizando un Clíper Slim, 1 mm. de precisión.

- Tríceps: El pliegue se toma con los dedos pulgar e índice de la mano izquierda en la marca señalada sobre la región posterior del brazo. El pliegue es vertical y paralelo al eje longitudinal del brazo, se lo debe tomar sobre la porción media del tríceps, lo que indica que hemos marcado la región más posterior del tríceps(ver ilustración 1). Para la medición, el brazo debería estar relajado y la articulación del hombro con una leve rotación externa, encontrándose el codo extendido al costado del cuerpo. (Alba, 2005).

- Subscapular: El sujeto debe estar parado, en posición anatómica, con los brazos colgando, relajados, al costado del cuerpo. El pulgar debe usarse para palpar el ángulo inferior de la escápula para determinar el punto inferior más sobresaliente. El pliegue se toma con el pulgar y el índice izquierdos en la zona de la marca, en una dirección que se desplaza lateralmente y hacia abajo en forma oblicua, desde la marca hacia fuera en un ángulo aproximadamente de cuarenta y cinco grados (45°), ello determinado naturalmente por las líneas donde se pliega la piel.(Alba,2005)
- Suprailíaco: El punto de marcaciones la intersección entre dos líneas. La que va desde el borde axilar anterior hasta la marca de la espina iliaca antero-superior y otra que resulta de la prolongación hacia delante de la marca de la cresta iliaca. Allí donde estas dos rectas se interceptan se encuentra el punto en cuestión. El pliegue corre de atrás hacia delante en un ángulo de, aproximadamente, cuarenta y cinco grados (45°), en relación a la horizontal y de arriba hacia abajo.(Alba, 2005).
- Abdominal: Este es un pliegue que se toma en sentido vertical, paralelo al eje longitudinal del cuerpo, a la altura del ombligo, aproximadamente a cinco centímetros del mismo sobre la región derecha del recto abdominal. Si la musculatura de la región es observable, lo más práctico es medir sobre la mitad del recto abdominal, sino se adopta el criterio de los cinco centímetros. (Alba, 2005).
- Muslo anterior: Para tomar este pliegue el evaluador debe pararse sobre el costado derecho del sujeto, sobre el lateral del muslo. La rodilla del sujeto se flexiona en ángulo recto, para ello este puede permanecer sentado o colocar su pie derecho sobre un banco alto. A veces es necesario que la pierna esté extendida, debido a que un desarrollo importante de la masa muscular en el muslo puede dificultar el pellizco. El sitio es marcado paralelo al eje longitudinal del fémur. (Alba,2005).
- Pantorrilla medial: El sujeto debe estar, igual que en la medición anterior, sentado o ubicando el pie derecho sobre un banco elevado, y con la pantorrilla relajada. El pliegue tiene sentido vertical, corriendo paralelamente al eje de la pierna, sobre la cara medial de la pantorrilla y a nivel de su máximo perímetro, que se marca cuando se mide esta variable. (Alba, 2005).

Ilustración 1.Toma del pliegue del tríceps.



Diámetros:

Se toma utilizando Calibre o pie de rey Hopex modificado, 0,01cm. de precisión.

- **Muñeca:** es la distancia entre la apófisis estiloides del radio y del cubito. El sujeto debe tener el antebrazo en pronación con una flexión de una muñeca de 90°. Las ramas del paquímetro se dirigen hacia abajo en la bisectriz del ángulo que forma la muñeca (Alba,2005)
- **Humero:** es la distancia entre el epicóndilo y la epitroclea del humero. El sujeto deberá ofrecer al antropométrista el codo en supinación y manteniendo en el mismo una flexión de 90°. Las ramas del calibre apuntan hacia arriba en la bisectriz del ángulo formado por el codo. La medida es algo oblicua, debido a que la epitroclea suele estar en un plano algo inferior al epicóndilo (Alba, 2005)
- **Rodilla:** es la distancia entre el cóndilo medial y lateral del fémur. El sujeto estará sentado, con una flexión de rodilla de 90°, y el antropométrista se coloca delante de él. Las ramas de calibre miran hacia abajo en la bisectriz del ángulo recto por la rodilla (Alba, 2005).

- Tobillo: es la distancia entre el punto maleolar tibial y peronéo. La articulación del tobillo tiene que tener 90° de flexión. Se toma de manera oblicua, pues ambos maléolos están a distinta altura (Alba, 2005).

Perímetro:

Se toma utilizando una Cinta métrica inextensible, 1 mm. de precisión

- Perímetro de brazo contraído: es el perímetro máximo del brazo derecho contraído voluntaria mente. El estudiado se encuentra en posición erecta, con el brazo separado del tronco a un ángulo de 90° hacia el lado y el antebrazo en ángulo recto también con el brazo. En este momento se le pide al examinado realizar una contracción estática máxima. (Alba, 2005).
- Perímetro de pantorrilla: medido a nivel de la máxima circunferencia de la pantorrilla. El sujeto estará de pie, recto, con la pierna separadas ligeramente y el peso tribuido de manera uniforme entre ambas piernas.

El evaluador se sitúa a la derecha del sujeto frente a la cara lateral de la pantorrilla manteniendo la cinta perpendicular al eje de la misma. (Alba, 2005).

2.3.3. ECUACIONES REALIZADAS.

Para los cálculos de composición corporal se utilizaron una serie de fórmulas encontradas en la bibliografía y de las cuales se seguirá la propuesta hecha a través de las recomendaciones de varios autores como Yuhazs (para hallar % y Kg de grasa, Matiegka (para % masa muscular y Kg. De masa muscular e IMC) (Sillero, 2005).

- Masa grasa

Para el porcentaje de grasa se utilizó la fórmula de YUHAZ (1974), quien difiere de género y es la más aceptada para población de deportistas, la cual consta de la toma de seis pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, abdominal, anterior del muslo, suprailíaco y pantorrilla) tal y como se muestra en la siguiente formula, (Sillero, 2005):

- IMC: Se calculó según la expresión matemática:

Ecuación 1. Calculo de índice de masa corporal

$$IMC = \frac{M. Corporal (kg)}{talla^2 (mts)}$$

Ecuaciones de predicción de % grasa corporal según Yuhasz.

Ecuación 2 Porcentaje masa grasa para varones

$$\% \text{ de grasa} = \text{suma pliegues} \times 0.097 + 3.64$$

Ecuación 3. Porcentaje de masa grasa para damas

$$\% \text{ de grasa} = \text{suma pliegues} \times 0,143 + 4,56$$

- Masa ósea

Para masa ósea se utilizó la ecuación de Rocha para determinar composición ósea tanto de varones como damas (Alvero 2009)

Ecuación 4. Masa ósea

$$\text{Masa Ósea (kg)} = 3,02 * [Talla^2 * DM * DF * 400] 0,712$$

Talla en metros; DM: Diámetro de la muñeca en metros; DF: Diámetro del fémur en metros

- Masa residual

Para determinar la masa residual se utilizó la fórmula propuesta por Wurch considerada la fórmula con mayor fiabilidad para determinar masa residual (Garrido & Gonzales, 2005)

Masa residual

Ecuación 5. Masa residual varones

$$\text{Masa residual (kg)} = \text{Pt} \times 24.1 / 100$$

Ecuación 6. Masa residual damas

$$\text{Masa residual (kg)} = \text{Pt} \times 20.9 / 100$$

Pt: peso corporal (kg)

- Masa muscular

Para masa y porcentaje muscular se utilizó la fórmula de J. Matiegka que no difiere del sexo y edad. (Sillero, 2005), con la fórmula así:

Ecuación 7. Masa muscular

$$\text{Kg de Musculo} = \text{Peso corporal total, KG} - (\text{Kg Grasa} + \text{Kg Residual} + \text{Kg de óseo})$$

Ecuación 8. porcentaje masa muscular

$$\% \text{ Músculos} = 100 - (\% \text{ Grasa} + \% \text{ Residual} + \% \text{ Óseo})$$

2.3.4 Somatotipo

Se utilizó el modelo de 3 componentes de Health-Carter (1967) para estimar somatotipo (Sillero, 2005):

- Endomorfia

Se refiere a la cantidad relativa de grasa, existiendo un predominio en este componente para ello, necesitamos el pliegue tríceps, el pliegue subescapular, el pliegue suprailiaco en mm, el resultado es de nuevo un número entre 1 y 14 (Sillero, 2005).

Una vez obtenidas las medidas se introducen en la fórmula:

Ecuación 4. Endomorfia

$$\text{Endomorfia} = 0.1782 + 0.1451(x) - 0.00068(x^2) + 0.0000014(x^3)$$

Dónde; X= Sumatoria de los pliegues cutáneos de tríceps, subescapular y suprailiaco, expresado en mm.

- Mesomorfia

Se refiere al desarrollo relativo músculo-esquelético y su predominancia. Para el cálculo de la mesomorfia, se precisa tomar el diámetro biepicondíleo del humero (cm), el diámetro bicóndilo del fémur (cm), el perímetro del brazo contraído (cm), el perímetro de pierna (cm), el pliegue tríceps (cm), el pliegue de pierna (cm). El resultado es un número del 1 al 14 y se obtiene de la fórmula. (Sillero, 2005)

Ecuación 5. Mesomorfia

Se calcula principalmente las variables siguientes:

CBC = perímetro de brazo contraído cm – pliegue tríceps, mm. /10

CPC = perímetro pantorrilla, cm. – pliegue pantorrilla, Mm. /10.

$$\text{Mesomorfia} = 0.858(U) + 0.601(F) + 0.188(\text{CBC}) + 0.161(\text{CPC}) - 0.131(H) + 4.5$$

Dónde:

U: diámetro biepicondíleo de humero (cm.).

F: diámetro biepicondíleo de fémur (cm.).

CBC: circunferencia de brazo corregido (cm).

CPC: circunferencia de pierna corregida (cm.).

H: estatura del individuo (cm.).

- **Ectomorfia**

Se refiere a la relativa linealidad, al predominio de medidas longitudinales sobre las transversales. Únicamente se precisa la talla y el peso. Su valor es un número comprendido entre 0.5 y 9. Para el cálculo de la ectomorfia se debe calcular el índice ponderal con la siguiente formula (Sillero, 2005):

Ecuación 6. Índice ponderal

$$\text{IP} = \text{Estatura} / \sqrt[3]{\text{peso}}$$

Ecuación 7. Ectomorfia

Dónde:

Si IP es > 40.75. Entonces Ectomorfia= (IP*0.732)-28.58.

Si IP es < 40.75 y >38.28. Ectomorfia= (IP*0.463)-17.63

Si IP es <38.28. Entonces Ectomorfia = Se asigna el valor mínimo que será de 0.1

Una vez establecidos los distintos componentes se deben pasar a una somatocarta.

Una vez establecidos los distintos componentes se deben pasar a una somato carta. Para ello los tres componentes deben convertirse en solo dos (X y Y). De esta manera se pueden representar en un solo plano. Dicha conversión se realiza por medio de la siguiente formula:

Ecuación 8. Coordenadas x

$$X = \text{ectomorfia} - \text{endomorfia}$$

Ecuación 9. Coordenadas y

$$y = (2 * \text{mesomorfia} - (\text{ectomorfia} + \text{endomorfia}))$$

2.4. EVALUACION COMPONENTE FUNCIONAL

- Consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) utilizando el test de leger:

El propósito es medir la capacidad aeróbica máxima, los Materiales utilizados serán un gimnasio, sala o espacio con una pista de 20 metros de longitud, una grabadora con cd y un cd con la pista del test grabada que con los sonidos que marcan el ritmo de carrera (Alba, 2005).

Ejecución: La velocidad se controla con una banda sonora que emite sonidos a intervalos regulares de un minuto con velocidad creciente. El alumno/a deberá ajustar su propio ritmo al de los sonidos que se emiten, de tal manera que se encuentre en un extremo de la pista al oír la señal, con una aproximación de 1 o 2 metros. Hay que tocar la línea con el pie. Al llegar al final de la pista, se da rápidamente media vuelta y se sigue corriendo en el

otro sentido. La velocidad, más lenta al principio, va aumentando paulatinamente cada 60 segundos. La finalidad del test consiste en ajustarse al ritmo impuesto durante el mayor tiempo posible. Se interrumpe la carrera en el momento en que ya no se puede seguir el ritmo impuesto, o cuando se considera que ya no va a poder llegar a uno de los extremos de la pista (Alba, 2005).

Anotación: al final se anota la última cifra indicada por la banda sonora en el momento en que se ha parado: el resultado es la velocidad de la etapa o estadio final completado en que cada evaluado se agota. El máximo consumo de oxígeno puede ser estimado por medio de la siguiente ecuación (ver ilustración 2).

Ecuación 10. VO_2 máx.

$$\text{VO}_2 \text{ máx. (mL/Kg*min)} = 5.86 \times V_f - 19.46$$

Dónde: V_f es la velocidad de la última etapa o estadio final completado alcanzado por cada evaluado expresada en km/h.

Seguidamente si se requiere hallar valor de VO_2 absoluto se realiza la siguiente fórmula con la información anteriormente encontrada.

Ecuación 11. VO_2 abs.

$$\text{VO}_2 \text{ absoluto} = \text{VO}_2 \text{ máximo} * \text{masa corporal}$$

Ilustración 2. Test de Leger.



- Test velocidad critica de nado:

Este test se utiliza como indicador de la capacidad aeróbica en nadadores y para prescribir tiempo de nado 400m.

Se nadan las siguientes distancias en el orden indicado: 400m. 50 m a una intensidad alta, permitiendo obtener el menor tiempo posible. La salida se realiza sin impulso (no de la forma normal de caída).se da una recuperación completa de 15 minutos entre cada recorrido.

Ecuación 12. Velocidad critica de nado

$$VCN=(D2-D1) / (T2-T1)$$

Dónde:

VCD = velocidad critica de nado.

D1 =50 m.

D2 = 400m.

T1 = 50 m. en seg.

T2 = tiempo en 400 m. en seg.

2.5. EVALUACION COMPONENTE MOTOR

- Velocidad:

Se realizó el test de 50 mts estilo libre con salida sin partidador, los nadadores se ubicaron adentro de la piscina con sus pies sobre la pared y uno de sus brazos sosteniéndose en el borde de la piscina, a la señal de salida los nadadores partieron y recorrieron 50 mts a la mayor velocidad posible, finalmente se detuvo el cronometro en el momento del primer contacto del nadador con el borde de la piscina.

- Fuerza:

Test de Salto sargent: Utilizado para medir la fuerza explosiva de los nadadores.

Señalar sobre la pared las líneas separadas por centímetros, en rojo cada cinco y numeradas, de forma que indique los centímetros alcanzados por el atleta en su salto.

El atleta se sitúa de pie, lateral mente junto a la pared y manteniendo los talones pegados al suelo, estira el brazo hasta alcanzar con la mano el máximo puto posible la tabla, cifra que se anota como punto de partida.

El atleta se separa de la pared unos 15 o 20 cm y sin avanzar ningún pie, toma impulso doblando ligeramente las rodillas, ya salta hacia arriba, procurando alcanzar con la misma mano levantada de antes la máxima cota de la tabla, mientras el otro brazo está extendido hacia abajo.

Se efectúan 3 saltos con la primera lectura tomada antes de efectuar el salto para obtener por diferencia la altura de los saltos realizados, debe impedirse que el atleta de un paso antes de saltar. (Duncan, Mac, Howard A, Howard J & Green, 2005).

- Flexibilidad:

-Test Sit and reach propuestoporWells & Dillon, (1952)

Se utilizaron:

- Un cajón con las siguientes medidas:Largo: 35 cm, Ancho: 45cm., Alto: 32cm.

- Una placa superior de madera con medidas: Largo: 55 cm., Ancho: 45cm
- Una regla con 70 cm de largo y precisión en centímetros adosada a la placa superior.
- La placa superior debe sobresalir 15 cm. en el largo del cajón, en el extremo desde donde se fije el “0” de la regla.

Se puso también un soporte en forma de “u” que se deslizo sobre la regla cuando se ejecutaba el ejercicio, se colocó el punto “o” justo en la parte superior de los pies y de ahí se contó para atrás en números negativos.

La tablilla sirvió de guía y fue encajada en la regla de 20 cm. de larga 3 de alta y 2 de ancha, superficie suficiente para poner los dedos de ambas manos, de tal forma que cuando el sujeto testado, comenzó a empujar la tablilla, esta se desplazó por el carril ofreciendo una resistencia mínima, pero suficiente como para no seguir deslizándose una vez que ceso el empuje.

El sujeto se sentó apoyando completamente las plantas de los pies sobre el cajón de madera y con sus brazos estirados y sin flexionar las rodillas intento estirarse lo más posible hacia al frente.

Con la regla que está en la superficie del cajón se tomó la medida de los centímetros que el sujeto logró alcanzar. (Wells & Dillon, 1952)

2.6 ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó un análisis estadístico descriptivo de los datos, utilizando la hoja de cálculo del programa Microsoft office Excel 2010. En el cual se definieron los promedios y la desviación estándar para los datos.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSION

Una vez realizada la recopilación de literatura sobre las características relevantes en la natación y llevada a cabo la obtención de los datos se estableció un protocolo de evaluación acorde con el propósito de la investigación dividido en tres grandes grupos: componente morfológico, funcional y motor. Durante la presentación de estos resultados se comparan estos con otros estudios encontrados tanto nacionales como internacionales con el fin de encontrar diferencias significativas, parámetros para tener en cuenta a futuro y de manera general tener una visión más amplia de la condición actual del grupo estudiado.

3.1. COMPONENTE MORFOLÓGICO

En la Tabla 2 se presentan los datos de promedio, y desviación estándar recopilada para las variables de edad, masa corporal, estatura, IMC y envergadura tanto para varones como para damas

TABLA 4. Variables antropométricas nadadores universidad Javeriana

VARIABLES	DAMAS (8)	VARONES (8)
	(X ± DS)	(X ± DS)
EDAD (Años)	19,95 ± 1,27	21,02 ± 2,44
MASA CORPORAL (Kg)	60,58 ± 9,72	71,38±12,48
ESTATURA (Cm)	160,8 ± 0,05	1,75 ± 0,08
IMC (Kg/m ²)	23,3 ± 2,92	23,18 ± 2,46
ENVERGADURA(cm)	1,67 ± 0,05	1,77 ± 0,12

3.1.1. EDAD:

Los resultados antropométricos del estudio nos muestran que las deportistas mujeres de este grupo se encuentran en un promedio de edad de $19,95 \pm 1,27$ y en el caso de los hombres en un promedio de $21,02 \pm 2,44$

Según Brauer, Popov & Bulgakova (2007) la mitad de los nadadores de elite alcanzan el nivel internacional en la edad de 18-20 años, 19-21% - en edades más precoces, esto nos lleva a concluir que los nadadores de la Universidad Javeriana cuentan con la edad promedio que se considera como edad óptima para llevar a cabo modelos de entrenamiento de categoría elite y lo que permitiría alcanzar grandes logros tanto nacional como internacionalmente.

3.1.2. MASA CORPORAL:

En cuanto a la masa corporal se halló un promedio entre las damas de $60,58 \pm 9,72$ Kg y en varones de $71,38 \pm 12,48$ Kg, respecto a esta variable debemos tener presente que puede estar estrechamente ligada a la estatura del deportista y a su composición corporal.

En el estudio de Cadavid & Tabares (2014) realizado con nadadores y nadadoras de la selección de la universidad del Valle las damas presentan valores de $64,5 \pm 9,8$ Kg lo que infiere que las deportistas damas de la universidad Javeriana se encuentran con valores más bajos con una diferencia de $3,92 \pm \text{Kg}$, por su parte en cuanto los hombres se puede observar que aquellos pertenecientes a la universidad del Valle tienen un promedio de $64,6 \pm 21,2$ Kg siendo este un valor mucho más bajo al que se observa en los deportistas de la universidad Javeriana con $6,78 \pm \text{Kg}$ más.

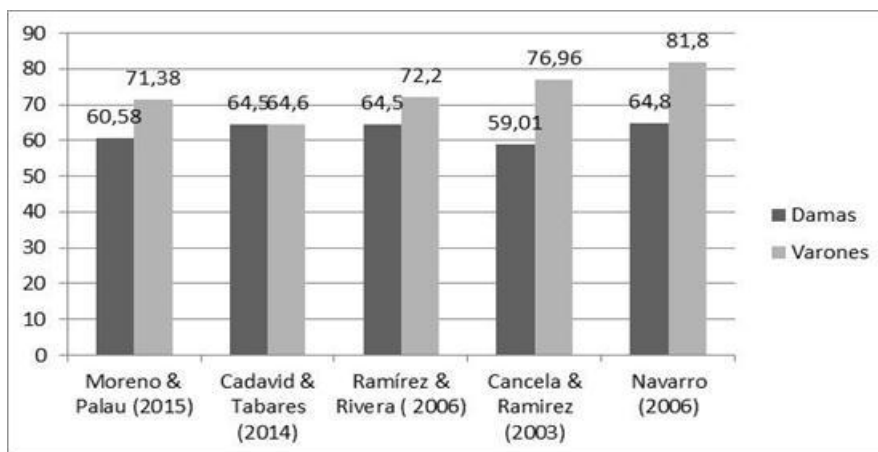
Los nadadores españoles del Plan gallego de tecnificación deportiva realizado por Ramírez & Rivera (2006) se encontró en las damas de la universidad Javeriana una situación similar a la comparación del estudio anterior, valores más bajos $3,78$ kg ya que el promedio de este grupo del plan gallego es de $64,50 \pm 6,55$ Kg y en los hombres los datos son muy similares al tener un valor promedio de $72,20 \pm 3,76$ Kg.

Por otro lado, en relación con nadadores brasileños de 3 escuelas en Sao Paulo Cancela & Ramírez (2003) los datos eran muy similares ya que tienen valores promedios de $59,01 \pm 6,36$ Kg y en el caso de los varones los cambios en los valores es un poco más notable ya que presentan $76,96 \pm 12,76$ kg, mostrando 4,76 kg por encima del promedio.

Sin embargo al comparar estos datos con un estudio de Navarro, (2006). Se encontró en las damas estudiadas un promedio de Masa corporal de $64,8 \pm 6,1$ kg Observándose que la población femenina de la Universidad Javeriana está por debajo con $60,58 \pm 9,72$ kg con 4,22 kg más que el presente estudio. En caso de los nadadores hombres el dato es mucho mayor al tener nuestros nadadores una masa corporal de $71,38 \pm 12,48$, muy por debajo de las deportistas elites que presentan un peso de $81,8 \pm 7,0$

En la Gráfica 3 se resumen los estudios de Ramírez & Rivera (2006), Ramírez (2003), Navarro, (2006) y Moreno & Palau (2015).

Grafica 4. Promedios de masa corporal (kg) de los nadadores de la universidad Javeriana comparados con otros estudios.



3.1.3. ESTATURA:

Los valores para la variable de estatura en este estudio fueron de $160,8 \pm 0,05$ cm para damas y $1,75 \pm 0,08$ cm para varones con lo que podemos decir que estos valores se encuentran dentro de los estándares normativos de crecimiento en Colombia (Karolinska Institute, 2012) en la que se ve un promedio en damas de 160 cm y en varones de 172 cm.

Sin embargo en el contexto deportivo y tomando el estudio de Cadavid & Tabares (2014) las damas de la Universidad del Valle poseen un promedio de estatura de $162,3 \pm 6,6$ cm y los varones $174,1 \pm 5,7$ cm siendo estos valores bastantes similares a los deportistas de ambos sexos de la universidad del Valle.

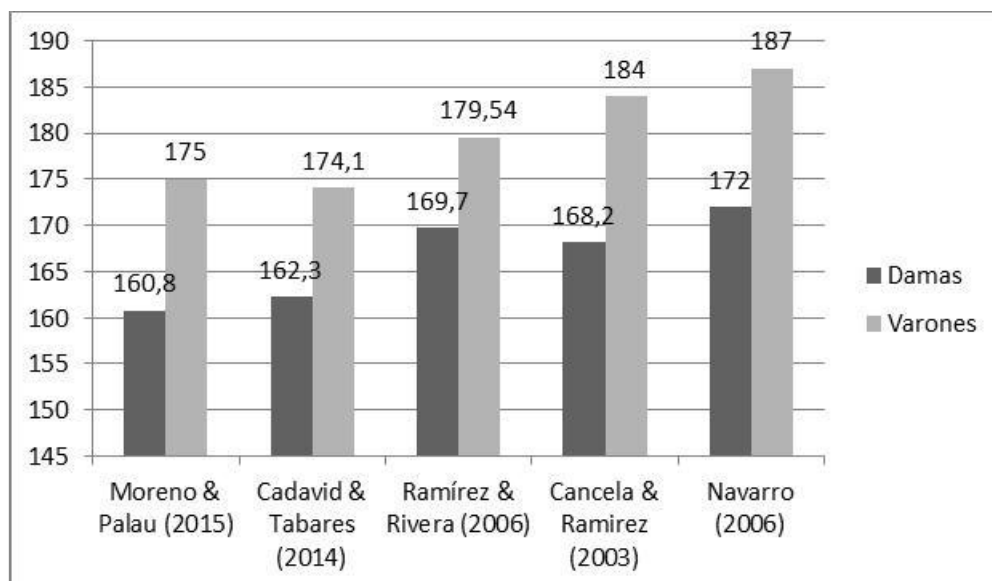
Tomando referentes internacionales, los valores de los nadadores españoles están por encima (Ramírez & Rivera, 2006) presentan una estatura promedio de $169,70 \pm 5,76$ con 8,9 cm más y en cuanto a los varones que presentan $179,54 \pm 4,7$ cm con $4,54 \pm$ cm por encima.

Al igual, con el estudio de Cancela & Ramírez (2003) se presentan estaturas mayores en estos nadadores con respecto a las de los deportistas de la universidad Javeriana con una altura de $168,20 \pm 9,28$ para damas y $184,00 \pm 12,03$ observándose valores por encima de 7,4 cm y 9,0 cm en mujeres y varones respectivamente.

Por ultimo comparamos nuestro estudio con los deportistas elites españoles (Navarro, 2006) y encontrándose valores mucho más elevados a los comparados anteriormente ya que estos deportistas tienen una altura aproximada de $172,08 \pm 4,0$ cm y los varones una altura de $187,0 \pm 6,0$ cm lo que nos muestra en damas de 12 cm y en varones el mismo valor de 12 cm por encima.

La siguiente Grafica 4, muestra de una forma más resumida la comparación de los estudios con respecto a la variable estatura en cm.

Grafica 5. Promedios de estatura (cm) de los nadadores de la universidad Javeriana comparados con otros estudios



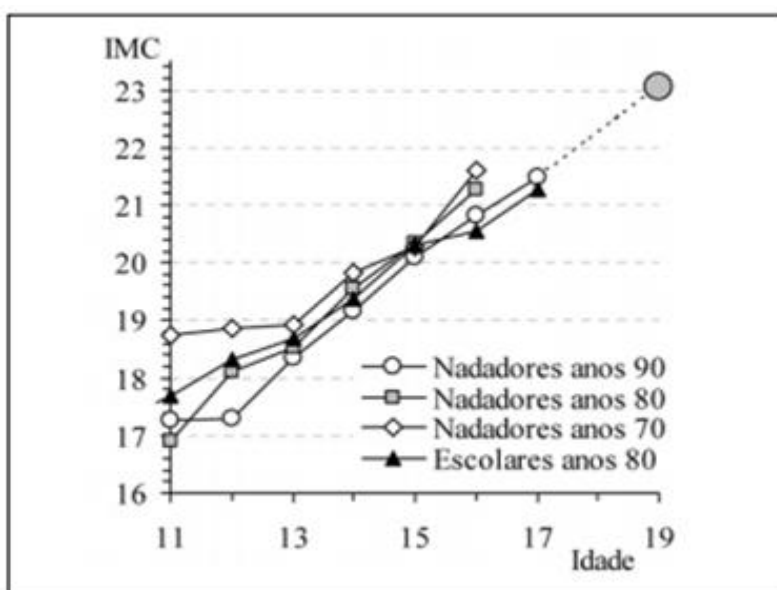
Se concluye con esto que en general los deportistas de la universidad Javeriana presentan una estatura baja con respecto a deportistas de talla internacional, no obstante se debe tener en cuenta que la población colombiana en general presenta una estatura mucho menor.

3.1.4 Índice de masa corporal (IMC)

Para la variable de IMC se encontraron valores similares entre damas y varones con $23,3 \pm 2,92 \text{ Kg/m}^2$ para damas y $23,18 \pm 2,46 \text{ Kg/m}^2$ para varones. La OMS (2010) define como normal los valores para IMC entre $18,5 - 24,99 \text{ Kg/m}^2$ lo que nos indica que los nadadores de la Universidad Javeriana se encuentran dentro del rango normal del índice de masa corporal.

Comparando estos resultados con datos sobre los mejores nadadores rusos del mundo en el periodo de 1962 a 2004 realizado por Brauer, Popov & Bulgakova (2007) se apreció que a la edad de 19 años el IMC se acerca a un valor promedio de 23 Kg/m^2 , muy cercano al valor estadístico promedio que presentan los nadadores de la Universidad Javeriana, lo anterior lo podemos ver en Grafica5.

Grafica 6. Dinámica del IMC de diferentes generaciones y escolares desde años 70.



Fuente: Brauer, A, Popov&Bulgakova (2007) trayectoria de desarrollo de indicadores morfofuncionales. Recuperado de: <http://www.fpjournal.org.br/painel/arquivos/603-8%20Talento%20Natacao>

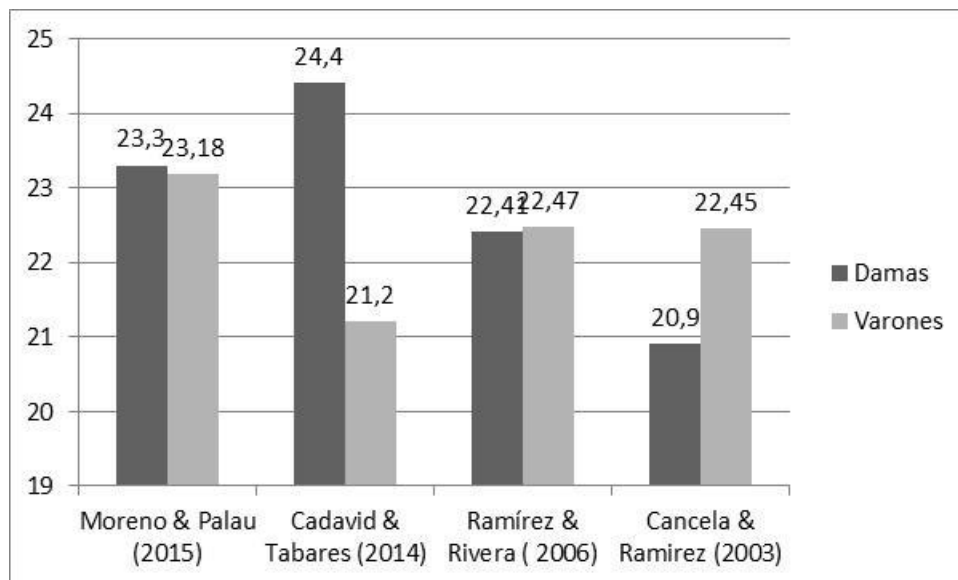
Los datos arrojados en el estudio de Cadavid & Tabares (2014) se observa un promedio de IMC en damas de $24,4 \pm 1,9 \text{ Kg/m}^2$ y en varones de $21,2 \pm 2,5 \text{ Kg/m}^2$, esto infiere que en cuanto las damas la diferencia es mínima ya que las nadadoras de la universidad Javeriana presentan en promedio $1,1 \text{ Kg/m}^2$ menos en su índice de masa corporal que las deportistas de la universidad Javeriana. Por otra parte los varones de la universidad del Valle tienen en promedio un IMC de $21,2 \pm 2,5 \text{ Kg/m}^2$ siendo este un valor más bajo si tenemos en cuenta que los nadadores de la universidad Javeriana tienen un promedio de $1,98 \pm \text{Kg/m}^2$, en este caso también es válido aclarar que al ser el IMC una variable en la que la masa corporal influye directamente se puede corroborar esta diferencia al revisar los valores de variable masa corporal anteriormente descrita.

En el plano internacional se encontró que los valores de IMC para esos grupos también son similares a los de la Universidad Javeriana, en el caso de los nadadores del Plan Gallego de tecnificación deportiva Ramírez & Rivera (2006) se presentan promedios de $22,41 \text{ Kg/m}^2$ en damas, $22,47 \text{ Kg/m}^2$ en varones.

Sin embargo en el caso del estudio Cancela & Ramírez (2003) con promedios de 20.9 Kg/m² para damas y 22,45 Kg/m² para varones lo que indica que las damas de nuestro grupo evaluado tienen un promedio mucho mayor.

En la Gráfica 6 podemos observar los resultados de los diferentes estudios anteriormente mencionada para poder comparar de una forma más fácil los resultados de IMC de cada estudio.

Grafica 7. Promedios de IMC (kg/m²) de los nadadores de la universidad Javeriana comparados con otros estudios



No obstante se debe tener en cuenta que actualmente el IMC no se considera un indicador fiable a la hora de clasificar deportistas ya que no distingue entre la masa muscular y grasa corporal lo que hace que algunos de los estudios más importantes en el ámbito de la natación no tengan en cuenta el IMC como variable veraz.

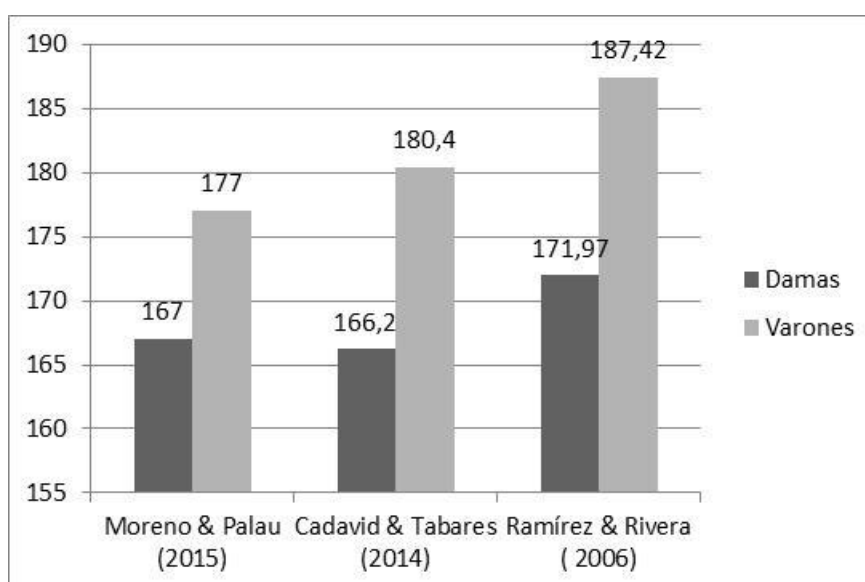
3.1.5. ENVERGADURA

Revisando la variable de envergadura en la que se encontró promedios estadísticos de $1,67 \pm 0,05$ Cms para damas y $1,77 \pm 0,12$ cm para varones, se puede apreciar que la totalidad de estos deportistas poseen una envergadura mayor a la medida de su estatura ($160,8 \pm 0,05$ cm Damas y $1,75 \pm 0,08$ cm varones) lo que se cataloga como una ventaja a la hora de obtener mejores resultados deportivos.

En el estudio planteado por Cadavid & Tabares (2014) se observan valores similares al presentar estos deportistas de la universidad del Valle promedios de $166,2 \pm 9,5$ cm y $180,4 \pm 5,9$ cm respectivamente.

Sin embargo, como se aprecia en la Grafica 7 comparando el estudio de Ramírez & Rivera (2006) al presentar datos antropométricos de $171,97 \pm 3,10$ cm para damas y $187,42 \pm 8,49$ cm para varones, lo cual indica que los nadadores de este estudio tienen un promedio de envergadura más alta que los deportistas de la universidad Javeriana esto se debe a la relación anteriormente mencionada que se encuentra entre la altura y la envergadura.

Grafica 8. Promedios de envergadura (cm) en comparación con otros estudios.



3.1.6 PORCENTAJE DE MASA GRASA

Analizando el componente graso se encontró en las mujeres de la Universidad Javeriana un promedio de $20,50 \% \pm 6,62$, comparando estos datos con nadadoras de la universidad del Valle (Cadavid & Tabares, 2014) se encuentra una diferencia bastante marcada ya que estas nadadoras obtuvieron un promedio de $29,4\% \pm 6,0$ indicando así que las nadadoras de la universidad Javeriana tienen $8,9 \%$ menos grasa corporal que el estudio comparativo y en cuanto a los varones la diferencia no es muy marcada ya que los nadadores de la universidad del valle presentan valores de $11,4\% \pm 4,6$.

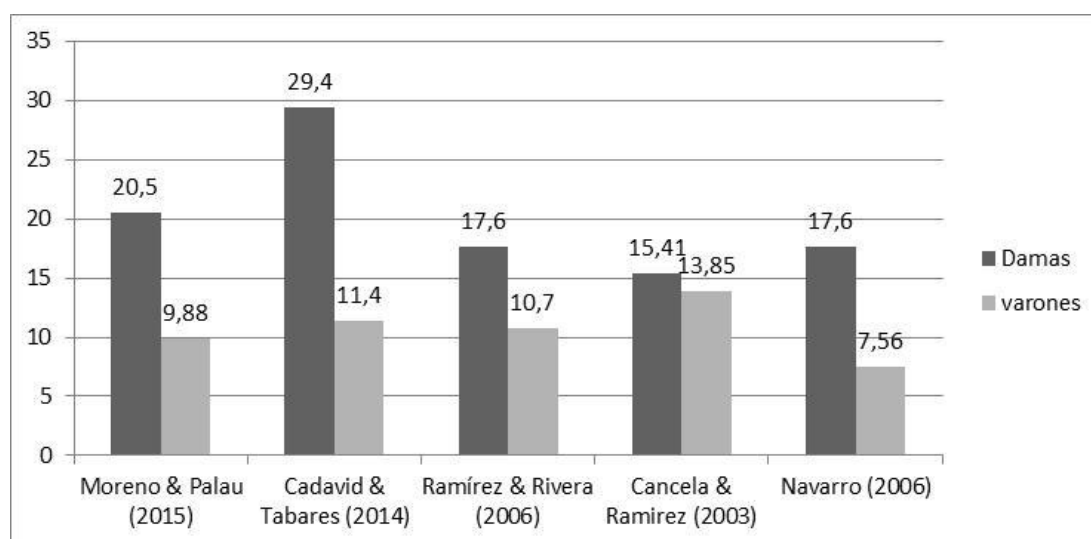
En el plano internacional observamos que si se encuentran diferencias significativas en damas ya que las nadadoras del plan gallego de tecnificación deportiva (Ramírez & Rivera, 2006) se aprecian valores de $17,60\% \pm 1,51$, también comparamos con nadadoras brasileñas (Cancela & Ramírez, 2003) y se encontró números aún más bajos que los anteriores como $15,41\% \pm 3,21$. Finalmente observando los datos de (Navarro, 2006) podemos observar que las deportista españolas elite presentan un porcentaje graso promedio de $17,6 \pm 0,8\%$.

En el caso de los deportistas masculinos de la universidad Javeriana presentan un promedio graso de $9,88 \pm 1,99\%$, en deportistas españoles $10,70 \pm 0,75 \%$, en deportistas de Cancela & Ramírez (2003) con valores de $13,85 \pm 3,13\%$ y finalmente en deportistas elite españoles valores no muy lejanos a los de la Universidad Javeriana con $7,5 \pm 3,4 \%$.

Concorde a esto en un punto de vista comparativo las deportistas de la universidad Javeriana poseen un porcentaje de grasa corporal considerablemente más elevado al de otros estudios internacionales, esto se puede evidenciar más explícitamente en la gráfica 8.

Finalmente cabe concluir que en el caso de los deportistas de la Universidad Javeriana las mujeres poseen aproximadamente 50% más porcentaje graso que el de los hombres siendo este un resultado esperado teniendo en cuenta las diferencias metabólicas de género.

Grafica 9. Promedios de porcentaje de grasa en comparación con otros estudios.



3.1.7. PORCENTAJE DE MASA MUSCULAR

Al analizar el componente muscular en los deportistas de la Universidad Javeriana se observó que las damas poseen un porcentaje de masa muscular de $44,87 \pm 2,3 \%$ y los varones a su vez presentan un $57,05 \pm 1,80 \%$, se puede concluir entonces que los hombres presentan un 12 % más de masa muscular que las damas del mismo grupo.

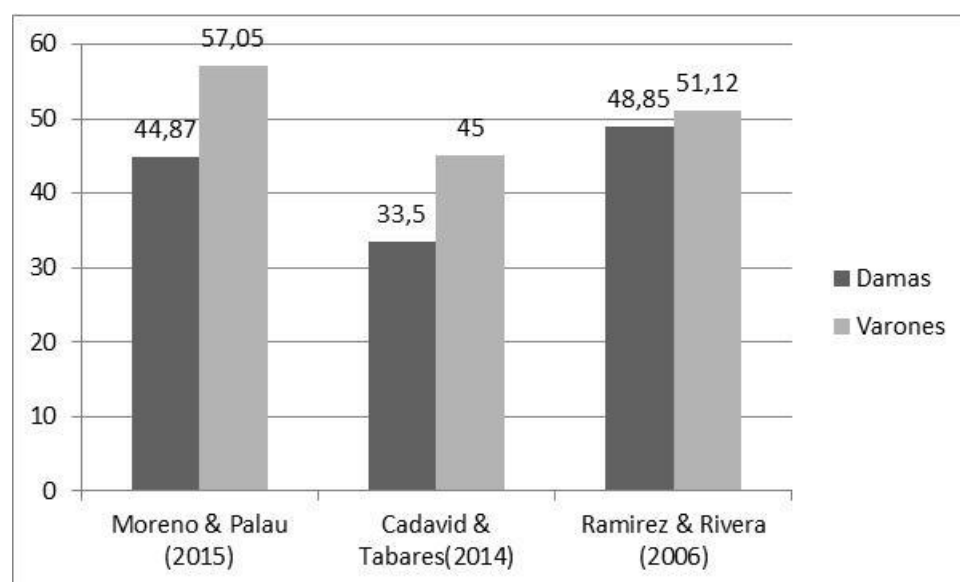
En el estudio de Cadavid & Tabares (2014) se observan promedios de $33,5 \pm 6,2 \%$ y en varones $45,0 \pm 5,0 \%$ lo que nos muestra valores muy inferiores de porcentajes de masa muscular en comparación con la universidad Javeriana que tienen en promedio en damas de 11,37 % más masa muscular y los varones 12,5 % más masa muscular.

Comparando estos datos con los nadadores del Plan gallego de tecnificación deportiva Ramírez & Rivera, (2006) se puede observar que en el caso de las damas se encuentra un porcentaje mayor al de las deportistas de la Universidad Javeriana con un valor de $48,85 \pm 2,26 \%$.

En caso de los hombres se presentan resultados totalmente contrarios a los de las damas ya que los varones del Plan gallego Ramírez & Rivera, (2006) poseen un porcentaje

promedio de $51,12 \pm 0,97$ siendo este inferior al de los deportistas de la Universidad Javeriana que presentan 6% más masa muscular.

Grafica 10. Promedios de porcentaje muscular en comparación con otros estudios.



3.1.8. SOMATOTIPO

En la Tabla 3 se presentan los valores de promedio y desviación estándar obtenidos con el modelo de 3 componentes de Health-Carter (1967) para estimar somatotipo. En la tabla aparecen los datos para los componentes de ectomorfia, endomorfia y mesomorfia con el fin de obtener el somatotipo de los nadadores de la Universidad Javeriana y posteriormente compararlas.

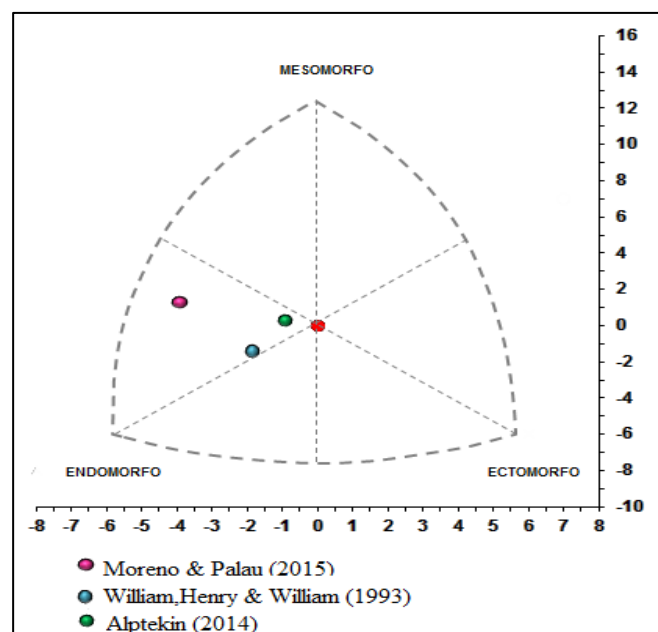
Tabla 5. Promedios y desviación estándar (endomorfia, mesomorfia y ectomorfia)

VARIABLES	DAMAS	VARONES
	(X ± S)	(X ± S)
ENDOMORFIA	5,45 ± 0,72	3,16 ± 0,89
MESOMORFIA	4,13 ± 1,38	4,56 ± 1,19
ECTOMORFIA	1,53 ± 1,12	2,41 ± 1,05

En la Gráfica 10 se puede observar la somatocarta que se realizó con los datos de nuestras deportistas universitarias contrastadas con otros dos estudios encontrados, en esta podemos observar que las deportistas de la universidad Javeriana se concentran en gran medida hacia la parte izquierda de la somatocarta lo que infiere un mayor porcentaje de endomorfismo (5,45) esto nos lleva a concluir que la mayor parte de las damas de la selección de natación de la Universidad Javeriana se caracterizan por un mayor almacenamiento de grasas, una cintura gruesa y una estructura ósea de mayores proporciones concordando a lo encontrado en los datos de porcentaje de grasa.

Por otro lado, en el estudio de William, Henry & William (1993) basado en nadadoras de la universidad de Dakota se observa que estas nadadoras a pesar de encontrarse en el tercio endomorfo tienen una leve tendencia hacia el tercio ectomorfo lo que nos indica que poseen menor volumen por unidad de altura que las deportistas de la universidad Javeriana, lo mismo sucede con las nadadoras jóvenes de Turquía enunciadas en el estudio de Alptekin (2014) quienes a pesar de estar en el tercio endomorfo se acercan bastante al centro de la somatocarta, esto infiere un somatotipo central ya que el valor de somatotipo está equilibrado en los tres componentes.

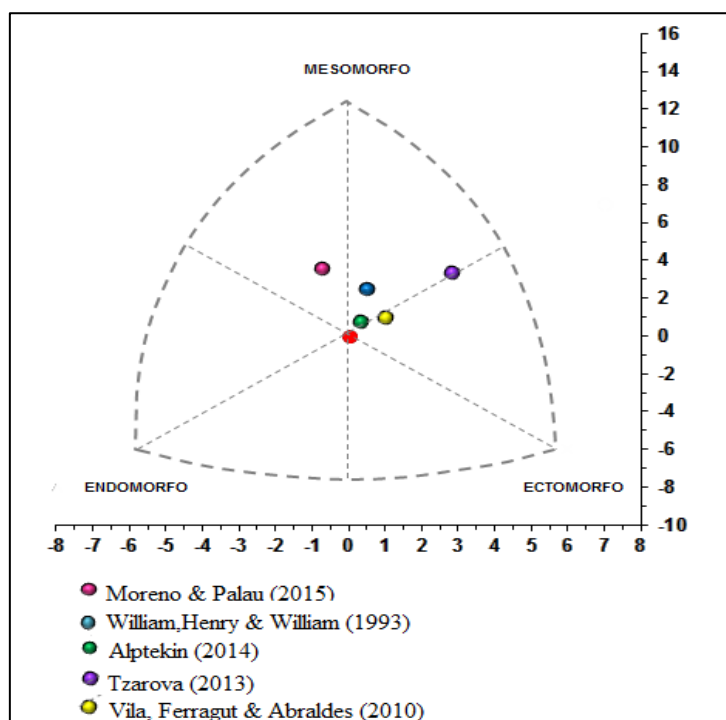
Grafica 11. Distribución espacial de la somatocarta de 4 diferentes estudios de damas en natación.



En cuanto a los varones podemos observar en la Gráfica 11 que el promedio se encuentran en el tercio superior de la somatocarta hacia el mesomorfismo, alejados del endomorfismo y con una pequeña tendencia al ectomorfismo lo que indica que tienen predisposición a desarrollar músculos y almacenar poca grasa.

Comparando el somatotipo de los nadadores de la Universidad Javeriana con el estudio de nadadores de la universidad de Dakota (William, Henry & William, 1993) no se encuentran grandes diferencias ya que estos también se encuentran en el tercio mesomorfo con una inclinación leve al ectomorfismo. Por su parte los estudios de Alptekin, (2014) y Vila, Ferragut & Abalades, (2010) muestran una tendencia más hacia el ectomorfismo aunque se encuentran más centrales en la somatocarta y por último podemos indicar que aquellos nadadores de Bulgaria estudiados por (Tzarova, 2013) se encuentran en el tercio ectomorfo con tendencia al mesomorfismo.

Grafica 12. Distribución espacial de la somatocarta de 3 diferentes estudios de varones en natación.



3.2 COMPONENTE MOTOR

En la Tabla 4 se presentan los datos de fuerza obtenidos con el test de salto vertical, flexibilidad obtenidos con test de Wells y velocidad obtenidos con el test de 50 más estilo libre para hombres y mujer del presente estudio.

TABLA 6 . Variables motoras nadadores universidad Javeriana

VARIABLES	DAMAS (8)	VARONES (8)
	(X ± DS)	(X ± DS)
FUERZA /SALTO VERTICAL).	38,0±5,4	50,29±2,21
FLEXIBILIDAD (TEST DE WELLS).	26,50±7,74	7,29±12,15
VELOCIDAD (50 MTS LIBRE).	37,2±3,07	29,07±2,10

3.2.1 FUERZA

Los valores de fuerza en la que se utilizó el test de salto vertical para medir específicamente la potencia de miembros inferiores de los nadadores se obtuvo promedios en mujeres de $30,75 \pm 5,04$ cm, comparando estos datos con la Tabla 5 de Davis (2000) se puede concluir que las damas de la Universidad Javeriana se encuentran en una clasificación por debajo del promedio (26-35 cm) ,por otro lado, los hombres presentan un promedio de $50,29 \pm 2,21$ cm, lo que los clasifica por encima del promedio (50-65) según la Tabla 5.

Igualmente en el estudio de Davies, Murphy, Watsford, & Whitty (s,f) realizado con nadadores de ambos sexos con edades comprendidas entre los 15 y 26 años y que además realizaban un entrenamiento pliometrico especial se observa un promedio de 39,7 cm en su test de salto vertical, al ser este un dato que encierra ambos sexos con 9 seg mas si lo comparamos con las damas de la universidad de Javeriana que obtuvieron 30,75 cm, pero si lo comparamos con los varones decimos que también hay una ventaja para los varones de la

universidad Javeriana al tener estos un promedio de 50,29 cm , 10, 59 cm más que los deportistas del estudio de Davies, Murphy, Watsford, & Whitty (s,f).

Por otro lado Ache, et al (2014) realizo un estudio con hombres y mujeres estudiantes universitarios de Brazil y obtuvo un resultado de 37.92 ± 7.46 cm. Al igual que en el caso anterior este valor no difiere en sexo lo que deduce que al compararlo con las damas de la universidad Javeriana, estas tendrían un valor de 7,17 cm menos que los estudiantes brasileiros de este estudio, sin embargo los varones de la universidad Javeriana si tienen un promedio de 12,37 cm más que los estudiantes brasileiros en el test de salto vertical.

Lo anterior evidencia que las damas de la universidad Javeriana poseen poca potencia de miembros inferiores a diferencia de sus compañeros varones quienes obtuvieron valores marcadamente más altos estandarizándolos en un nivel encima de la media en cuanto a potencia de miembros inferiores se refiere lo que afecta en el mejoramiento de marcas personales ya que esta potencia juega un papel importante en los virajes, en el momento de la salida en competencia e influye en la misma propulsión.

En la Gráfica 12 se muestran los promedios obtenidos por las damas y los varones de la Universidad Javeriana en comparación con dos estudios más en los que no se hizo diferenciación entre género.

Grafica 13. Promedio para salto vertical en comparación con otros estudios

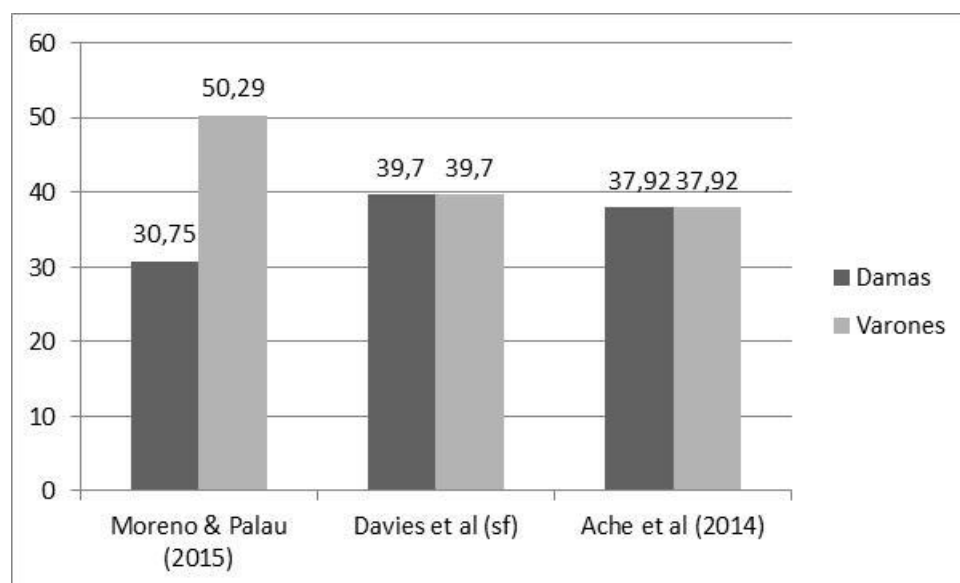


Tabla 5. Valores medios en test de salto vertical para la población en general

GÉNERO	EXCELENTE	ENCIMA DE LA MEDIA	PROMEDIO	POR DEBAJO DEL PROMEDIO	POBRE
Hombre	> 65cm	50 - 65 cm	40 - 49cm	30 - 39cm	<30cm
Mujer	> 58cm	47 - 58cm	36 - 46cm	26 - 35cm	<26cm

Fuentes: Davis (2000) physical education and the study of sport

3.2.2 Velocidad.

Para efectos de este estudio se eligió la distancia de 50 mts libre ya que es la distancia más corta realizada en una piscina olímpica y que generalmente se conoce como la prueba reina de la velocidad en natación, los resultados arrojados en esta prueba por nuestras deportistas fueron de un promedio de $37,20 \pm 3,07$ seg y en varones de $29,07 \pm 2,10$ s.

Comparando estos resultados con los valores conseguidos por las nadadoras y nadadores vallecaucanos de edades similares provenientes de diferentes clubes que han participado durante lo corrido de este año (Fecna, Ranking departamental, 2014) se observa que las damas de este último grupo regional presentan un promedio de $35,6 \pm 2,5$ seg y los varones un promedio de $29,05 \pm 5,09$ s. Lo que es muy similar a los valores de los nadadores vallecaucanos en general.

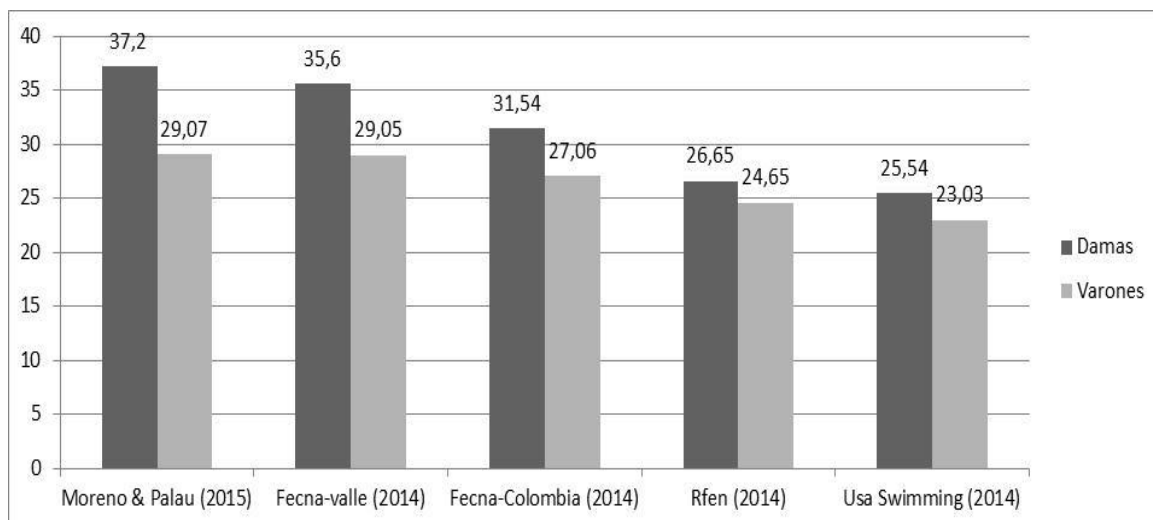
Sin embargo al comparar los mismos resultados con clubes a nivel nacional (Fecna, Ranking nacional, 2014) en la Grafica12 se evidencia que las damas a nivel nacional registran valores de $31,54 \pm 3,60$ lo que muestra una diferencia de 5,66 s y en varones a nivel nacional con 27,06 difieren le los nadadores de la Universidad Javeriana por 2,2 s.

A nivel internacional se comparó con nadadores que participaron en el campeonato universitario de España en Abril de 2014 (Rfen, 2014) donde las damas alcanzaron promedios de $26,65 \pm 1,7$ s y los hombres $24,65 \pm 1,5$ s.

Por último se comparó con resultados obtenidos por los nadadores elite estadounidenses en el Grand Prix de Charlotte celebrado en Mayo de 2014 (USA swimming, 2014) estas damas tuvieron tiempos de $25,54 \pm 1,34$ y los varones $23,03 \pm 1,03$ s.

En la Gráfica 13 se presenta la comparación del estudio de Moreno y Palau (2015) con los resultados departamentales, nacionales e internacionales con los que se comparo

Gráfica 13. Promedio de tiempo en 50 mts estilo libre (seg) en comparación con otros estudios



3.2.3 flexibilidad

Al analizar la flexibilidad de los nadadores de la universidad Javeriana se observó que las damas poseen un promedio de $17,60 \pm 7,74$ cm y los varones un promedio de $7,29 \pm 12,15$.

Clasificando estos datos con la Tabla 5 Garcia (2007) podemos observar que la flexibilidad del grupo en general es bastante baja, las mujeres se encuentran en una clasificación “Escasa” y por su parte los hombres obtienen una clasificación “pobre”.

De la misma manera se nota la poca homogeneidad que se da entre el mismo grupo de hombres al presentarse una desviación estándar de 12,15 cm.

Tabla 6. Clasificación cualitativa de la flexibilidad para grupo de 19 a 20 años

FLEXIBILIDAD (CM)	MASCULINO (CM)		FEMENINO (CM)	
5.- EXCELENTE	$\geq$	52,41	$\geq$	56,39
4.- BUENO	45,62	52,40	46,25	56,38
3.- PROMEDIO	32,05	45,61	25,98	46,24
2.- ESCASO	25,26	32,04	15,84	25,97
1.- POBRE	$\leq$	25,25	$\leq$	15,83

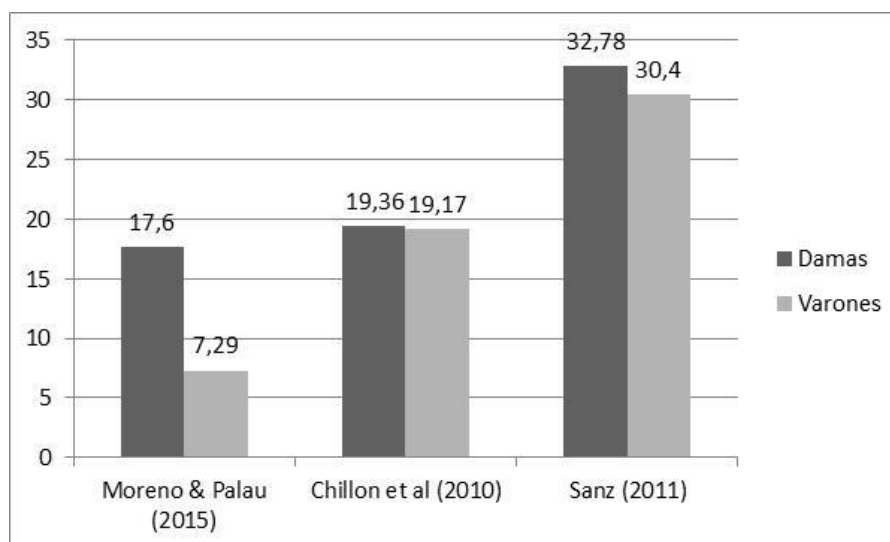
Fuente: García (2007) Evaluación y normas para la clasificación de la capacidad física

“Flexibilidad Recuperado de: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script>

Al momento de comparar los resultados de este estudio con el de otros estudios a nivel internacional se observa que en el caso de la investigación de Chillon et al (2010) realizada con adolescentes obtuvo valores de 19,36 cm para damas y 19,17 cm para varones y en el caso del estudio de Sanz (2011) realizado con deportistas de diferentes modalidades acuáticas, particularmente las damas nadadoras presentaron un promedio de 32,78 cm y los varones de 30,4 cm lo que nos infiere que los nadadores de la universidad Javeriana tienen un promedio de flexibilidad marcadamente más bajo que el de sus estudios comparados.

En la gráfica 14 se presentan los resultados promedios del test de sit and reach de los deportistas de la universidad Javeriana comparados con otros estudios.

Grafica 14. Promedios test sit and reach comparados con otros estudios.



3.3 COMPONENTE FUNCIONAL:

En la tabla n 7 se presentan los datos de los dos componentes funcionales analizados en este estudio los cuales son el VO_2 máximo y la velocidad crítica de nado.

Tabla 7 variables funcionales nadadores universidad Javeriana

VARIABLES	DAMAS (8)	VARONES (8)
	(X ± DS)	(X ± DS)
VO2 MÁXIMO	36,21± 3,37ml/ kg	50,10±6,33 ml / kg.
VELOCIDAD CRITICA DE NADO	1.03 ± 0.09 s	1.30 ± 0.13

3.3.1 VO₂ MÁXIMO.

Los valores del VO₂ max de los nadadores se sitúan entre los 36,21± 3,37ml/ kg. min en mujeres y 50,10±6,33 ml / kg. min en hombres. Con relación a la variable de género en el cual las mujeres se encuentran muy por debajo de la capacidad aeróbica de los varones de la Universidad Javeriana.

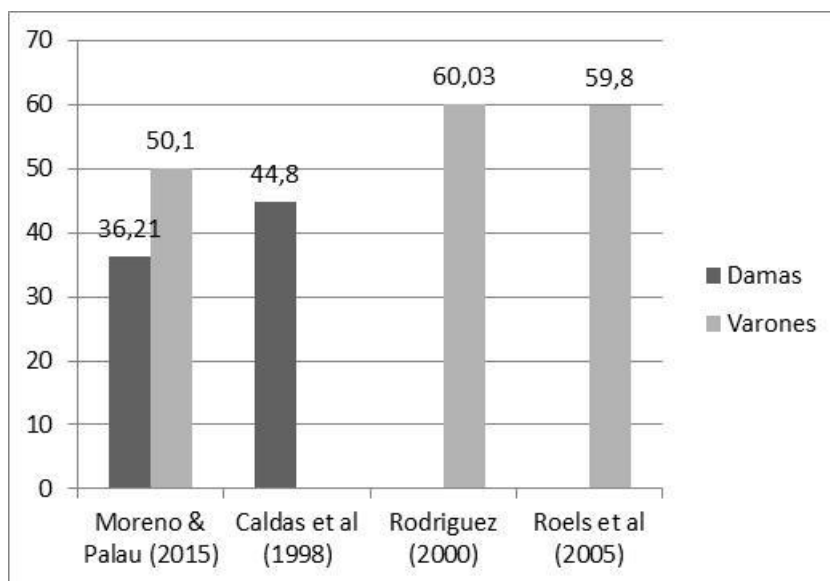
A nivel nacional estos datos pueden ser comparados con los resultados encontrados en el estudio de Caldas, Valbuena l & Jaramillo, (1998) en el cual las deportistas obtuvieron un valor de VO₂ máx. de 44.8 ± 7.9 ml/ kg. Min. Encontrándose por encima de las nadadoras de la universidad Javeriana.

En otra investigación realizada por (Rodríguez, 2000.) para el Instituto de ciencias biomédicas del Instituto nacional de educación física de Catalunya se evaluaron el consumo máximo de oxígeno en una competencia de natación de 400 metros en varones y se encontraron como resultado un VO₂ máx. En ml. kg. min de 60.3 ± 6.2, otro estudio realizado por Roels et al (2005) con nadadores británicos arrojó promedios de VO₂máx. de 59,8 ml. kg. min evidenciando que los nadadores de nuestro estudio poseen un VO₂ máx. Muy bajo comparándolo con deportistas de otros países.

En consecuencia podemos concluir que los deportistas de la Universidad Javeriana en relación con otros estudios se encuentran por debajo al presentar valores de VO₂ máx mucho más bajo resultando esto desventajoso a la hora de obtener resultados en diferentes pruebas a nivel nacional e internacional.

En la Grafica 15 se observa el VO₂ máx promedio de las nadadores y nadadores de la universidad Javeriana comparados con tres estudios más.

Grafica 15. vo_2 máx comparado con otros estudios (ml. kg. min).



3.3.2 VELOCIDAD CRÍTICA DE NADO.

Los datos obtenidos en el test de velocidad crítica de nado en los deportistas de la Universidad Javeriana fueron de 1.03 ± 0.09 m/seg en damas y 1.30 ± 0.13 m/ seg en varones que posteriormente se compararon con 5 estudios mas.

El primer estudio de David et al (1995) sobre nadadores varones entre 14 y 18 años obtuvo un promedio de $1,21$ m/ s , el estudio realizado por Cooper (1996) obtuvo valores de $1,34$ m/ s , Coulson (2004) arrojó valores de $1,38$ m/ s , El estudio sobre nadadores rusos realizado por Brauer, Popov & Bulgakova (2007) se obtuvo promedios de $1,65$ m/ s y finalmente el estudio de Duarte et al registro $1,61$ m/ s., esta comparacion de la VCN se ve mas clara en la Tabla 8.

Tabla 8. Velocidad crítica de nado y tiempo estimado en 400 mts libre según VCN

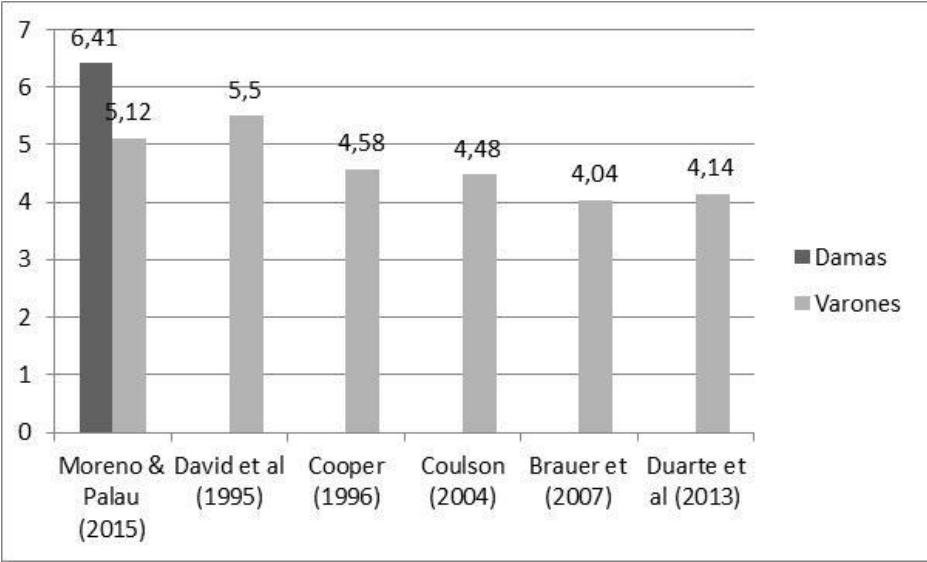
ESTUDIO	VCN m/s	400 m (min)
	(X ± DS)	
Moreno & Palau (2015) Damas	1.03 ± 0.09	6,41
Moreno & Palau (2015) varones	1.30 ± 0.13	5,12
David et al (1995) varones	1,21	5,50
Cooper (1996) varones	1,34	4,58
Coulson (2004) varones	1,38	4,48
Brauer et al (2007) varones	1,65	4,04
Duarte et al (2013) varones	1,61	4,14

Con los resultados anteriores y teniendo en cuenta que la velocidad critica de nado es aquella velocidad de nado máxima que puede mantenerse durante un periodo de tiempo prolongado sin agotamiento (Navarro & Oca, 2013). se puede concluir que las deportistas universitarias poseen una baja velocidad critica de nado y es por esto que en una distancia de 400 mts su tiempo estimado es bastante elevado en comparación con los varones de su mismo grupo y varones de otros estudios.

En el grupo de los hombres de la universidad Javeriana se observa que se encuentra en desventaja con los demás estudios, 0,35 m/s más que los otros estudios, esto representa más de un minuto adicional en el tiempo estimado para la distancia de 400 mts estilo libre de los nadadores de la universidad Javeriana.

En la Grafica 15 se puede observar los tiempos de cada estudio en la distancia de 400 mts libre en el caso de utilizar la velocidad crítica de nado como determinante de estos tiempos.

Grafica 16. Tiempo en 400 mts libre determinado por (VCN) en comparación con otros estudios.



CONCLUSIONES

- Los nadadores elite de mayor éxito deportivo poseen unas características morfológicas marcadas tales como una mayor altura, hombros anchos, cadera estrecha, envergadura mayor a la altura y pies más grandes lo que proporciona al nadador ventajas ligadas a las funciones hidrodinámicas.
- En natación, la flexibilidad es considerada una de las cualidades más importantes para el correcto desempeño del nadador ya que le permite a este una amplitud de movimientos que favorecen el desplazamiento al mismo tiempo que disminuye el gasto de energía.
- El perfil somato típico de las deportistas de sexo femenino de este estudio presenta características en donde predomina el tejido graso definiendo su estructura corporal como endomorfa, por su parte los varones se alejan del endomorfismo y el somatotipo predominante es el mesomorfismo lo que indica que tienen predisposición a desarrollar músculos y almacenar poca grasa.
- En relación a los datos obtenidos y comparados, las características que arrojaron datos por debajo son: estatura, IMC, porcentaje de masa grasa, VO_2 máx. y velocidad crítica de nado, En cuanto a varones las características que presentan valores por encima fueron la estatura, envergadura y VO_2 máx.
- La estatura y envergadura de los deportistas de la Universidad Javeriana resultaron menores con respecto a otros estudios con 10 cm más, sin embargo debemos tener en cuenta que estos estudios con los cuales han sido comparados son de poblaciones pertenecientes a otros países en los que la estatura promedio puede variar.
- El porcentaje de grasa corporal que presentan las damas de la Universidad Javeriana está en un promedio de 20,50%, este número supone un porcentaje alto comparado con otros estudios en que las damas presentan porcentajes de 15% y 17%.

- Las variables en que los deportistas varones del grupo presentan mejores promedios en comparación con otros estudios son en porcentaje graso con valor de 9,88% y porcentaje de masa muscular con 57,05%, si comparamos estos valores con otros estudios que arrojaron valores de 10,70% y 13,85% en porcentaje graso y 51,12% en masa muscular podemos concluir que los varones de la Universidad Javeriana poseen menor cantidad de tejido graso y mayor porcentaje de masa muscular.
- Referente a los datos de flexibilidad, al compararlo con una tabla de clasificación de Garcia (2007). se encuentra que las damas poseen una flexibilidad “escasa” con un valor de 17,60 cm y por su parte los varones están clasificados como flexibilidad “pobre” con valores de 7,29 cm lo que evidencia grandes falencias en una de las cualidades más importantes para la natación como lo es la flexibilidad.
- El máximo consumo de oxígeno (VO_2) que poseen las damas de la Universidad Javeriana es de 36,21 kg.min por su parte los varones registran 50,10 ml/kg. min mostrándose estos deportistas universitarios en desventaja con respecto a otros estudios en los cuales las damas arrojan valores de 44.8 ml / kg. min y los varones 60,3 ml/ kg. min.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda realizar más estudios que permitan una caracterización de los nadadores a nivel nacional y particularmente a nivel de selecciones universitarias ya que es muy escasa la información que se encuentra sobre este tema.
- La velocidad crítica de nado permite al entrenador tener un punto de referencia el cual puede ser usado para planificar entrenamientos con miras a objetivos específicos, por esto es recomendable utilizar este método que además de cómodo resulta factible para encontrar la velocidad óptima de nado.
- Por medio de este estudio se recomienda utilizar los datos recolectados en esta investigación con el fin de complementar futuros estudios sobre la natación en selecciones universitarias y motivar a que otras universidades realicen estudios de caracterización de sus nadadores ya que actualmente no se encuentran estudios cuantiosos sobre este tema.
- Este estudio permite la caracterización de los estudiantes deportistas de la universidad Javeriana en la modalidad de natación, lo cual es de gran importancia para un entrenador tener un control y seguimiento periódicamente, como el realizado en este documento para estar al tanto del desarrollo de los deportistas y de esta forma facilitar futuras correcciones en el plan de entrenamiento

LISTA DE REFERENCIAS.

1. Ache, J., Dal Pupo J., Reis, D., Borges, L., Santos, S., Moro, a., & Borges, N (2014) validity of two methods for estimation of vertical jump height, *Journal of Strength and Conditioning Research*. volume 25 , el 02 de febrero de 2015,
de file:///c:/users/asus/ number 7,
Recuperado [downloads/validity_of_two_methods_for_estimation_of_vertical.35.pdf](#)
2. Alba, A. (2005). *Test funcionales, cineantropometria y prescripcion del entrenamiento y la actividad fisica*. Armenia: kinesis.
3. Alptekin, A. (2014) Body Composition and Kinematic Analysis of the Grab Start in Youth Swimmers. *Journal of Human Kinetics*, 42/2014, 15-26 DOI: 10.2478/hukin-2014-0057 Section I. Recuperado el 31 de Enero de 2015 de base de datos EBSCO Host, Fuente Academica
4. Alvero, J. (2009)., Protocolo de valoracion de la composicion corporal para el reconocimiento medico-deportivo . *Archivos de medicina del deporte*, 166-179.
5. Arboleda, S. (2005). Estudio de las características morfofuncionales y motoras de los participantes del plan de actividad fisica en el programa adulto mayor, caja de compensacion familiar confandi. (tesis en educacion fisica y deporte). universidad del valle, Cali.
6. Balk, A. (1994). *Ejercicios con maquina que no dañan la columna vertebral. entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Paidotribo.
7. Barr, s., Cargar, L., & Crawford, s. (1994). Practical use composition analysis in sport. J. *Sport medicine*,(vol n°17), 277-284.
8. Bompa, T. (2004). *Periodizacion del entrenamiento deportivo: programa para obtener el maximo rendimiento en 35 deportes*. Barcelona: Paidotribo.

9. Brauer, J., Popov, L.L. & Bulgakova, N. (2007). Trayectoria de desenvolvimiento de indicadores morfofuncionales como criterio de identificación de talentos deportivos en natación. *Fitness & performance journal*. Recuperado el 04 de Octubre de 2013, de doi:10.3900/fpj.6.6.382-7.p.
10. Bulgakova, N. (2000). *Natação: Selecao de talentos e treinamento a longo prazo*. Rio de Janeiro: grupo palestra sport.
11. Bulgakova, N, Vorontsov, A, & Radigina I. (1985). La correlación de los ritmos de desarrollo y crecimiento de los índices morfofuncionales fundamentales de los nadadores jóvenes. *Revista Teoría y Práctica de la Cultura Física*, 22-28.
12. Cadavid, E .T., & Tabares, R. A. (2014) Características morfológicas de los deportistas representativos a nivel nacional de la Universidad del Valle (tesis posgrado en educación física y deporte), Universidad del Valle, Cali. Recuperado de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/7656/1/3484-0473473.pdf>
13. Caldas, R., Valbuena, L., & Jaramillo, I. (1998). Perfil funcional de mujeres deportistas de alto rendimiento. *Acta medica Colombiana*, vol 23.
14. Camiña, F. O. (1999). *Gran libro de la natación*. Galicia: LEA.
15. Cancela, C., & Ramirez, F. (2003). La formación de jóvenes nadadores. Evolución de la composición corporal y de los niveles de fuerza de desplazamiento en nadadores brasileños de edades comprendidas entre 13 y 23 años. *ef deportes-revista digital* Recuperado el 12 de abril de 2014, de. <http://www.efdeportes.com/efd65/nadador.htm>.
16. Carbajal, A. (2002). *La nutrición en la red*. Barcelona: Universidad complutense de Madrid.
17. Carter, J., & Ackland, T. (1994). Kinanthropometry in aquatic sports. a study of world class athletes. *Human Kinetics*, 13-15.

18. Chillo, P., Castro, J., Ruiz, J., Soto, V., Carbonell, A., Dafos, J., Rodríguez, G., Castillos, M., & Ortega, F. (2010) Hip flexibility is the main determinant of the back-saver sit-and-reach test in adolescents. *Journal of Sports Sciences*. 28(6): 641–648. Recuperado el 03 de Febrero de 2015 de base de datos EBSCO Host, Fuente Académica
19. Costill, D., Maglischo, A., & Richardson. (1992). *Natacion*. Barcelona: Hispano Europea.
20. Coulson, M., & Cooper. (2004). Velocidad critica de la natación. Un test fiable de la capacidad aerobica. *Revista Alto rendimiento –Digital*. Recuperado el 13 septiembre de 2013. De <http://www.altorendimiento.com/revista-alto-rendimiento/17-tenis-psicologia-natacion-lesiones-deportivas/1808-natacion-y-la-capacidad-aerobica>.
21. Counsilmar. (1980). Entrenamiento tecnico y tactico. En *Natacion competitiva* (págs. 54-56 , 260-266). Barcelona: Hispano Europea.
22. crouch, J. (1976). *Principios de anatomia humana*. Mexico DF: Manufacturas Lusag.
23. David H., Robert S., & Lane C. (1995) Application of the Critical Power Concept. *PediatricExerciseScience*. ,vol 7, Pag 281 -293. Recuperado el 02 de Febrero de 2015 de base de datos EBSCO Host, Fuente Académica.
24. Davis, B. (2000). *physical education and the study of sports*. spain: Harcourt.
25. Davies, B., Murphy, A., Whitty, A., & Watsford, M (s.f) The effects of plyometric training on the swimming block start, University of Technology. Recuperado el 02 de Febrero de 2015, de <http://fulltext.ausport.gov.au/fulltext/2001/csms/papers/DAVB.pdf>
26. De castro, G., Suarez, L., & Gutiérrez. (2012). Flexibilidad en edad escolar mediante los métodos de "sit and reach" y flexión profunda de tronco. *Alto rendimiento*. Sevilla: Universidad de Cadiz. Recuperado el 5 marzo de 2014 De <http://altorendim>

iento.com /flexibilidad-en-edad-escolar-mediante-los-metodos-de-sit-and-reach-y-flexion-profunda-de-tronco/.

27. Diaz, M. (2008). Perfil antropometrico comparativo de la seleccion nacional de gimnasia artistica femenino (2008) y el perfil del campeonato mundial en Rotterdam, Holanda (1987). *Efdeportes*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2013, de: [online]: <http://www.efdeportes.com/efd123/perfil-antropometrico-de-la-seleccion-nacional-de-gimnasia-artistica-femenina.htm>
28. Duarte, L., Gomes, P., Silveira, A., Pereira, H., Almeida, M., & Matos, A. (2013) Maximal Swimming Distance At Anaerobic Critical Velocity. *International Journal of Swimming Kinetics*. Recuperado el 02 de Febrero de 2015 de base de datos EBSCO Host, Fuente Académica
29. Duncan, J., Howard, A., & Howard, G. (2005). Evaluación fisiologica del deportista. En *Evaluación de la fuerza y la potencia*. (págs. 38-39). Barcelona: Paidotribo.
30. Eckert, H. (1993). *Desenvolvimento Motor*. Sao Paulo: Manole.
31. Federacion colombiana de natacion (Fecna) . (2014). *Ranking Natacion 50 mts Estilo libre*. Recuperado el 28 de septiembre de 2014, de Fecna.com: <http://www.fecna.com/natacion/ranking/>.
32. Florian, A., & Leiva D, J. (1997). *Orientacion y seleccion de jovenes velocistas (8-15 años)*. Santiago de Cali: Artes graficas Universidad del Valle.
33. Garcia, R. (2007). Evaluacion y normas para la clasificacion de la capacidad fisica flexibilidad considerando personas entre 9 y 50 años de edad pertenecientes al distrito capital de la ciudad de Caracas. *Scielo*, Recuperado el 10 de Octubre de 2014, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142007000100006&lng=es&nrm=iso.

34. Garrido, R., & Gonzales, M. (2005). Comparación de las fórmulas de Lee y Martin para el cálculo de la masa muscular de 3125 deportistas de alto nivel. *EFDeportes* , Año 10 - N° 82

35. Ginn, E. (1993). Critical speed and training intensities for swimming. *Australian sport commision*.

36. Godo, J. (1996). Perfil cineantropometrico del nadador catalan de 15 años. *Comunicaciones tecnicas, escuela nacional de entrenadores*, 19-23.

37. Gomez, S. (2010). Beneficios de la natacion. *Estudiabetes.org vol 557*. Recuperado el 05 de marzo 2013, de http://www.estudiabetes.org/gro-up/diabticosdeportistas/forum/topics/beneficios-de-la-natacion?xg_source=activity

38. Guinovart, J. (1972). Como se hace un nadador. España: Sintesis S.A.

39. Karolinska institutet. (2012). Estandares normativos de crecimiento en colombia. *ACEP*.

40. Leiva, J. (1989). El nadador de velocidad, la fuerza, su mas grande valor. *Deporte con todos*, 52-56.

41. Leiva, J. (2010). Seleccin y orientacion de talentos deportivos. *Coedición Kinesis Programa Editorial Universidad del valle*, colombia.

42. Leiva, j., & Gil A., (1994) Características Morfológicas y de Fuerza como Criterio para la Orientación y Selección de Nadadores Velocistas en el Valle del Cauca. *kinesis, colombia* p 18-24.

43. Lentini, N., Cardey, L., Aquino, G., & Dolce, P. (2006). Estudio somatotipico en deportistas de alto rendimiento de Argentina. *G-se* , Recuperado el 06 de 03 de 2013, de <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/estudio-somatotipico-en-deportistas-de-alto-rendimiento-de-argentina-738>

44. Luengo, J., Egocheaga, J., & Del Valle, M. (2006). *Estudio kinantropometrico de nadadores crolistas de la elite*. Recuperado el 30 de 05 de 2013, de antropologia Biologica: http://www.seaf.net/reaf/papers/v21_041_049.pdf.
45. Mac, D., Wenger, H., & Green, H. (2005). *Evaluacion fisiologica del deportista*. España: Paidotribo.
46. Maglischo, E. (2009). *Natacion, tecnica, entrenamiento y competicion*. Barcelona: Paidotribo.
47. Maglisscho, E. (1999). *Nadar mas rapido*. Barcelona: Hispano europea.
48. Malina, R. (1995). Antropometria..G-se standard, **Recuperado el 30 de 05 de 2013**, de <http://g-se.com/es/antropometria/articulos/antropometria-718>.
49. Manno, R. (1994). *Fundamento del entrenamiento deportivo*. barcelona: Paidotribo.
50. Marines, L., Salazar, Arroyo, E., & Perez, B. (2006). Caracterizacion antropometrica y maduracion osea de nadadores venezolanos. *investigacion clinica*, 143-154.
51. Martinez, J., & Aritz, U. (2012). Protocolo de medición antropométrica en el deportista.EFDeports**Recuperado el 26 de 01 de 2015, de** <http://www.efdeportes.com/efd174/protocolo-de-medicion-antropometrica-en-el-deportista.htm>
52. Mierzejewska, L. (1980). Body build as one of the elements of selection and adaptation of competitor of team games. *kinanthropometry II, series of sport sciences*, 214-221.
53. Mishenko, V., & Monogarov, V. (2001). *Fisiologia del deporte*. Barcelona: Paidotribo.
54. Natacion online. (2011). Flexibilidad.*Natacion online*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2013, de <http://natacionline.blogspot.com/2007/10/flexibilidad.htm>.
55. Navarro, F., & Oca, A. (2013). Uso de la velocidad crítica para el entrenamiento de la resistencia aeróbica en nadadores jóvenes.G-se estándar.**Recuperado el 14 de Mayo**

de 2014, [de http://g-se.com/es/entrenamiento-en-natacion/blog/uso-de-la-velocidad-critica-para-el-entrenamiento-de-la-resistencia-aerobica-en-nadadores-jovenes](http://g-se.com/es/entrenamiento-en-natacion/blog/uso-de-la-velocidad-critica-para-el-entrenamiento-de-la-resistencia-aerobica-en-nadadores-jovenes).

56. Navarro, F., Llop, F., Aceña, R., Diaz, G., Muñoz, V., Carrasco, M., et al. (2006). La evaluación fisiológica de los nadadores. de Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo. Universidad de Castilla. Recuperado el 20 de 04 de 2014. <http://www.aetn.es/files/20061-04.pdf>.
57. Norton, K., & Olds, T. (1996). *Antropometría: un libro de referencia sobre mediciones corporales humanas para la educación en deportes y salud*. Rosario: Biosistem.
58. Organización mundial de la salud (OMS). (1995). El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. informe de un comité de expertos de la OMS. *serie de informes técnicos N° 854*, 452.
59. Organización mundial de la salud (OMS). (2010). El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. OMS. Recuperado el 30 de Mayo de 2013, [de http://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status/es/index.html](http://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status/es/index.html).
60. Platonov, V. N. (1894). *La adaptación en el deporte*. Barcelona: Paidotribo.
61. Perez, S. (1997). *Bases anatómicas de la natación*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
62. Pérez, R. (2007). Las actividades acuáticas en la historia. *Revista Digital - Buenos Aires efdeportes. Com, 111* [recuperado el 16 de enero 2015 de http://www.efdeportes.com/efd111/las-actividades-acuaticas-en-la-historia.htm](http://www.efdeportes.com/efd111/las-actividades-acuaticas-en-la-historia.htm).
63. Ramirez, F., & Rivera, L. (2006). Plan Gallego de tecnificación deportiva: características morfológicas de sus nadadores. *ef deportes*. Recuperado el 12 de Abril de 2014, [de http://www.efdeportes.com/efd103/morfologia-nadador.htm](http://www.efdeportes.com/efd103/morfologia-nadador.htm).

64. Ramirez, f., Iglesias, p., & Alvarez, p. (2006). Estudio de las características antropométricas de los jugadores cadetes de Portugal. *Ef deportes* Recuperado el 13 de diciembre de 2013, de <http://www.efdeportes.com/efd101/balonm.htm>.
65. Real federación española de natación (2015) *Resultados campeonato España universitario 2014*. Recuperado el 03 de Febrero de 2015. De http://www.rfen.es/publicacion/campeonatos/files/rfen100/2014/2014XX113008/resultados_completos.pdf
66. Reyes, r. (2012). Evaluación de la condición física, test de natación. *Zona activa* Recuperado el 03 de Marzo de 2013, de http://zonactiva.puj.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=417:evaluacion-de-la-condicion-fisica-test-de-natacion&catid=26:articulos-de-interes
67. Rocha, A., (1975). *Manual cineantropometría. colección de monografías de medicina del deporte*. Pamplona: FEMEDE.
68. Roels, B., Schmitt, L., Libicz, S., Bentley, J. & Millet, G. (2005) $\dot{V}O_2\text{MAX}$ and the ventilatory threshold in free swimming and cycle ergometry: comparison between triathletes and swimmers. *British Journal of Sports Medicine*. doi: 10.1136/bjism.2005.020404. Recuperado el 03 de Febrero de 2015 de base de datos EBSCO Host, Fuente Académica.
69. Ruiz, C., & Gomez, T. (2005). Perfil cineantropométrico de escaladores oscenses. *Ef deportes-revista digital*.
70. Saavedra, J., Escalante, Y., & Rodriguez, F. (2003). La evolución de la natación Revista Digital. *Ef deportes*. Recuperado el 3 de septiembre del 2014, de <http://www.efdeportes.com/efd66/natacion.htm>
71. Sanz, A. I. (2011) la especialización en natación, waterpolo y natación sincronizada y sus efectos sobre la flexibilidad. (Tesis doctoral de educación física, deporte y

motricidad humana) Universidad autónoma de Madrid, Madrid. Recuperado de https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/5872/36266_sanz_arribas_ismael.pdf?sequence=1.

72. Schmolinsky, G. (1981). *Atletismo*. Madrid: Mediatec.
73. Sillero, M. (2005). Teoría de kinantropometría. *Manuel Sillero Quintana*. Facultad de ciencias de la actividad física y del deporte. Universidad politécnica de Madrid. **Recuperado el** 25 de febrero 2013, **de** <http://www.cafyd.com/doc1sillero05.pdf>.
74. Tzarova, R.(2013) somatotypes particularities of the high students from profiled groups in swimming. *Activities in Physical Education and Sport Federation of the Sports Pedagogues of the Republic of Macedonia*, VoL3,No.hpp.4-7. **Recuperado el** 31 de Enero de 2015 de base de datos EBSCO Host, Fuente Académica.
75. USA swimming (2015) *Grand Prix Charlotte 2014*. **Recuperado el** 03 de Febrero de 2015. **De** http://usaswimming.org/_Rainbow/Documents/35f255df-232e-49f7-a950-300bcd38577a/2014%20Charlotte%20GP%20-%20PDF%20Results.pdf
76. Valiente, S. (2011). La búsqueda y selección de talentos en la natación competitiva en Colombia . Una necesidad. *Federación colombiana de natación*.
77. Vila, H., Ferraut, C., Abrahams, J., Rodríguez, N., & Argudo, F. (2010). Caracterización antropométrica en jugadores de élite de waterpolo. Obtenido de *revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y el deporte*. **Recuperado el** 15 de febrero 2013 **de** [Http://cdeporte.redis.es/revista/revista40/atcaracterizacion188.htm](http://cdeporte.redis.es/revista/revista40/atcaracterizacion188.htm)
78. Villamarín, S. (2002). *Características de las atletas velocistas*. Cali: Alcandía de Santander de Quilichao.

79. Vorontsov, A., Solomatin, V., & Sidorov. (2005). Capacidad aerobica y anaerobica de nadadores entrenados durante la realizacion de ejercicios especificos y no especificos en el periodo pre-competitivo. G-se estandar Recuperado el 03 de Marzo de 2013, de <http://www.g-se.com/a/477/capacidad-aerobica-y-anaerobica-de-nadadores-entrenados-durante-la-realizacion-de-ejercicios-especificos-y-no-especificos-en-el-periodo-pre-competitivo/>.
80. Wells, K., & Dillon, E. (1952). The sit and reach. A test of back and leg flexibility. 23. 115-118.
81. William, S., Henry, L. & William, B. (1993) relationship among swimming performance body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. *The journal of sport medicines and physical fitness*, 33 N 2 pg 166-171. Recuperado el 31 de Enero de 2015 de base de datos EBSCO Host, Fuente Académica.
82. Wilmore, J., & Costill, D. (2001). *Fisiologia del ejercicio*. Barcelona: paidotribo.
83. Zuñiga, C. (1998). Características morfológicas, funcionales y pedagógicas que determinan el resultado deportivo en nadadores de ambos sexos categoría infantil "club Astros" de la ciudad de cali. (Tesis posgrado en educación física y deporte) Universidad del Valle, Cali.

ANEXOS

Anexo A . Formato de consentimiento informado

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera.

Nombre del Participante _____

Firma del Participante _____

Fecha _____

Día/mes/año

Anexo B. Datos morfológicos, motores y funcionales recopilados

VARIABLES	DAMAS	VARONES
	Promedio y desviación estándar (X ± S)	Promedio y desviación estándar (X ± S)
EDAD (Años)	19,95±1,27	21,02±2,44
MASA CORPORAL (Kg)	60,58±9,72	71,38±12,48
ESTATURA (Cms)	160,8±0,05	175,0±0,08
IMC (Kg/m ²)	23,3±2,92	23,18±2,46
ENVERGADURA	1,67±0,05	1,77±0,12
MASA GRASA (KG)	14,46±1,98	12,32±3,04
% MASA GRASA (%)	20,85±6,62	7,34±2,15
MASA MUSCULAR (KG)	25,40±6,16	30,41±8,83
% MASA MÚSCULAR (%)	44,87±2,43	57,04±1,80
MASA ÓSEA (kG)	10,18±0,98	11,51±1,22
% MASA OSEA (%)	6,11±0,77	10,80±1,26
MASA RESIDUAL (kG)	14,60±2,34	15,81±2,90
% MASA RESIDUAL (%)	8,5±1,27	10,5±2,13
ENDOMORFIA	5,45±0,72	3,16±0,89
MESOMORFIA	4,13±1,38	4,56±1,19
ECTOMORFIA	1,53±1,12	2,41±1,05
VO2 MAX (ml/KgMin)	36,20±3,37	42,69±8,62
VO2 ABSOLUTO (L/Min)	2184,56±355,67	2815,39±812,38
TEST DE SALTO VERTICAL (CM)	30,75±5,03	50,29±2,21
TEST DE WELLS (CM)	17,6±7,73	7,29±12,15
VELOCIDAD CRITICA DE NADO (sg)	1,03±0,08	1,15±0,17
50 MTS LIBRE (sg)	37,02±3,07	29,09±2,09
400 MTS LIBRE (min)	5,89±0,58	4,83±0,40