



FUNDACIÓN H. A.  
**BARCELÓ**  
FACULTAD DE MEDICINA



# TRABAJO DE INVESTIGACIÓN FINAL CARRERA: KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

**DIRECTOR DE LA CARRERA:**

LIC. DIEGO CASTAGNARO

**NOMBRE Y APELLIDO:**

GONZALO ALBERTO RUSCONI

**TUTOR:**

LIC. SICILIANO, FLORENCIA LUCIA

**FECHA DE PRESENTACIÓN**

13 DE DICIEMBRE DE 2018

**FECHA DE DEFENSA DE TRABAJO FINAL:**

19 DE DICIEMBRE DE 2018

**TÍTULO DEL TRABAJO:**

FUERZA MUSCULAR DE MIEMBROS INFERIORES Y SU RELACIÓN CON LA EDAD CRONOLÓGICA EN ATLETAS AMATEUR.

**SEDE:**

BUENOS AIRES

Sede Buenos Aires  
Av. Las Heras 1907  
Tel./Fax: (011) 4800 0200  
 (011) 1565193479

Sede La Rioja  
Benjamín Matienzo 3177  
Tel./Fax: (0380) 4422090 / 4438698  
 (0380) 154811437

Sede Santo Tomé  
Centeno 710  
Tel./Fax: (03756) 421622  
 (03756) 15401364



FUNDACIÓN H. A.  
**BARCELÓ**  
FACULTAD DE MEDICINA

# **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**TRABAJO FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**FUERZA MUSCULAR DE MIEMBROS INFERIORES Y SU RELACIÓN CON  
LA EDAD CRONOLÓGICA EN ATLETAS AMATEUR**

**AUTOR/ES:** Rusconi, Gonzalo Alberto



FUNDACIÓN H. A.  
**BARCELÓ**  
FACULTAD DE MEDICINA

**TUTOR/ES DE CONTENIDO:** Lic. Siciliano, Florencia Lucia

**TUTOR/ES METODOLÓGICO:** Lic. Bernardini, Diego

**FECHA DE LA ENTREGA:** 13-12-2018

**CONTACTO DEL AUTOR:** gonzalobarcelo20@outlook.com

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN.....</b>	<b>5</b>
Introducción.....	5
Material y métodos.....	5
Discusión y conclusión.....	5
Palabras claves.....	5
<b>2. ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
Introduction.....	5
Material and methods.....	5
Results.....	6
Discussion and conclusió.....	6
Keywords.....	6
<b>3. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>7</b>
Tipo, diseño y características del estudio.....	7
<b>5. POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>	<b>8</b>
Tamaño de la muestra.....	8
Tipo de muestreo.....	8
Criterios de inclusión.....	8
Criterios de exclusión.....	8
Criterios de eliminación.....	8
Aspectos éticos .....	8
<b>6. PROCEDIMIENTOS.....</b>	<b>9</b>
Instrumentos/ Materiales.....	9
Método.....	9
Tratamiento estadístico de los datos.....	10
<b>7. RESULTADOS.....</b>	<b>10</b>
<b>8. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>9. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>13</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>15</b>

## RESUMEN

### Introducción:

La mayoría de los investigadores han estudiado sobre lesiones en diversos deportes de alto rendimiento, pocos han hecho estudios sobre el somatotipo y la relación con la fuerza muscular en diferentes etapas biológicas. El objetivo de esta investigación será determinar si posee relación la fuerza muscular de las extremidades inferiores sobre la edad cronológica en diferentes etapas de la vida en jugadores de fútbol amateur.

### Material y métodos:

Se realizará un estudio transversal que incluirá talla, edad cronológica, pierna hábil, sexo, peso y fuerza máxima de la extremidad inferior en sujetos masculinos entre 20 a 40 años de edad, que practiquen fútbol de manera amateur al menos 1 vez a la semana, residentes de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y Gran Buenos Aires. Los métodos a emplear serán diferentes instrumentos antropométricos y dinamómetro.

**Resultados:** La evaluación antropométrica realizada a los jugadores de fútbol registro en el grupo A (20 a 30 años) una media 180,80 cm, siendo el mínimo 170,60 cm y el máximo 190,30 cm. En cuanto a la evaluación mediante *Isoforce* se registraron los valores de fuerza máxima con una media de 27,45 kgF, siendo el mínimo 21,90 kgF y el máximo 35,10 kgF. En cuanto al registro del grupo B (30 a 40 años) la evaluación antropométrica registro una media 178,80 cm, siendo el mínimo 164,70 cm y el máximo 190,20 cm. En cuanto a la evaluación mediante *Isoforce* se registraron los valores de fuerza máxima con una media de 17,95 kgF, siendo el mínimo 10,20 kgF y el máximo 25,05 kgF.

**Discusión y Conclusión:** Se han encontrado y analizado otros estudios que evalúan la fuerza muscular y el somatotipo en atletas, en algunos casos utilizando otros métodos de estudios y otro tipo de población. La mayoría de los investigadores han estudiado sobre lesiones en fútbol, pocos han hecho estudios sobre el somatotipo y la relación con la fuerza muscular. Se encontró una tendencia de una mayor fuerza de los músculos extensores de la rodilla en relación a menor edad, este resultado es similar a otros estudios. Este estudio demostró que al incrementar la edad cronológica la fuerza máxima disminuye.

**Palabras Clave:** antropometría, fútbol, atletas, fuerza isométrica, dinamómetro.

## ABSTRACT

**Introduction:** Most researchers have studied injuries in various high-performance sports, few studies have done on the somatotype and the relationship with muscle strength in different biological stages. The objective of this research will be to determine if the muscle strength of the lower limbs is related to the chronological age at different stages of life in amateur soccer players.

**Material and methods:** A cross-sectional study will be carried out that will include size, chronological age, working leg, sex, weight and maximum strength of the lower extremity in male subjects between 20 to 40 years of age, who practice amateur football

at least once a week, residents of the Autonomous City of Buenos Aires and Greater Buenos Aires. The methods to be used will be different anthropometric instruments and dynamometer.

**Results:** The anthropometric evaluation made to football players registered in group A (20 to 30 years) an average of 180.80 cm, with a minimum of 170.60 cm and a maximum of 190.30 cm. Regarding the evaluation by means of Isoforce, the maximum force values were recorded with an average of 27.45 kgF, with a minimum of 21.90 kgF and a maximum of 35.10 kgF. Regarding the registration of group B (30 to 40 years), the anthropometric evaluation recorded an average of 178.80 cm, with a minimum of 164.70 cm and a maximum of 190.20 cm. Regarding the evaluation by Isoforce, the maximum force values were recorded with an average of 17.95 kgF, with a minimum of 10.20 kgF and a maximum of 25.05 kgF.

**Discussion and conclusion:** Other studies that evaluate muscle strength and somatotype in athletes have been found and analyzed, in some cases using other study methods and another type of population. Most researchers have studied injuries in football, few have done studies on the somatotype and the relationship with muscle strength. A tendency of greater strength of the extensor muscles of the knee was found in relation to younger age, this result is similar to other studies. This study showed that by increasing the chronological age the maximum force decreases.

**Keywords:** anthropometry , football , athletes, isometric strength dynamometer.

## **INTRODUCCIÓN**

Los deportes en equipo (por ejemplo el fútbol, baloncesto) implican patrones de movimientos de episodios cortos, intensos y repetidos de la actividad, que requieren la fuerza de la musculatura corporal (1). La fuerza muscular se define “como la fuerza voluntaria máxima que los sujetos fueron capaces de ejercer sobre el medio ambiente en las condiciones de las pruebas específicas” (2). Las características fisiológicas, antropométricas y musculares varían de acuerdo a cada deporte. Estudios relacionados sobre dicho tema son poco investigados de acuerdo a estudios realizados (3). El fútbol es el deporte más popular en el mundo (4), el objetivo de este estudio será examinar la relación entre la fuerza muscular periférica del cuádriceps (1, 5, 6), teniendo en cuenta la edad, el sexo, la estatura y el peso (1, 3). Estatura y masa corporal son las dos dimensiones utilizados principalmente para controlar el crecimiento de los niños y adolescentes. La estatura es mayor durante el primer año de vida y disminuye gradualmente hasta el inicio del estirón de la adolescencia (12 años en los varones), hasta alcanzar la estatura adulta (1, 7). Los aumentos de las hormonas circulantes durante la pubertad aceleran el aumento de la estatura y la masa muscular. Las diferencias en el crecimiento del esqueleto, la composición corporal y el desarrollo muscular en varones se acentúan durante la fase de desarrollo. Los varones tienen un mayor incremento de masa muscular (8), lo cual hace que la fuerza se vea afectada por el tamaño del cuerpo y está influenciada por el crecimiento del tamaño del cuerpo y la masa muscular. También depende de la maduración neuromuscular durante la adolescencia (1).

Las mediciones antropométricas de talla, peso, índice de masa corporal (IMC) se llevarán a cabo (3, 6), la variación normal en voluntarios sanos es el primer paso lógico en el establecimiento de dichas medidas (9).

La masa corporal se medirá utilizando una balanza digital, la estatura con un estadiómetro (3, 7).

La fuerza muscular periférica puede ser medida y evaluada por diferentes instrumentos, entre los que se encuentra el banco de pruebas de la batería rendimiento corto física (FTSST) (6), la plataforma de fuerza AMTI (8) y el más validado por investigadores anteriores, por su fiabilidad a la hora de medir la fuerza muscular, el dinamómetro (1, 2, 4, 5, 12-14). En este estudio sólo sujetos masculinos serán considerados (15), los participantes serán informados acerca de la naturaleza del estudio (1), su participación será voluntaria y podrán retirarse en cualquier momento. Se obtendrá un consentimiento por escrito de los participantes, entrenadores, padres y/o tutores en el caso de la minoría de edad (13).

Este estudio examinara las relaciones de la fuerza muscular periférica en las extremidades inferiores de los jugadores de fútbol amateur, y tendrá como objetivo comparar la fuerza muscular de las extremidades inferiores en relación con la edad y la talla del atleta.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Tipo, diseño y características del estudio:**

Se realizara un estudio transversal comparando las medidas antropométricas y la edad cronológica, con la relación de la fuerza de las extremidades inferiores (3, 4, 6, 11).

## **Población y muestra:**

Para la investigación, la población se reclutara en la sede de canchas de fútbol amateur “La Rana” ubicada en Tortuguitas, Gran Buenos Aires. La investigación se llevara a cabo en las instalaciones del consultorio Kinesiología RI ubicada en Villa Urquiza, C.A.B.A, y en el consultorio de kinesiología Vita Kinesio, ubicado en San Miguel, Provincia de Buenos Aires durante los meses de Junio - Agosto de 2018.

### Tamaño de la muestra:

La muestra incluirá 30 jugadores amateur de fútbol masculinos y se dediquen a la practica por al menos 1 vez a la semana (1). Se obtendrán datos demográficos de edad (años), altura (cm) y peso (kg) (2). Los criterios seleccionados para la inclusión de la muestra son considerados de estudios previos (15). Los sujetos darán su aprobación ética y un consentimiento informado por escrito para la participación del estudio (12). Solo sujetos masculinos serán considerados en esta investigación ya que será inspirada en datos recogidos previamente (15).

### Tipo de muestreo:

Los jugadores serán seleccionados de forma aleatoria. Cada equipo tiene alrededor de 15 jugadores y de estos, 10 jugadores serán recogidos al azar para participar en el estudio (11, 13).

Criterios de inclusión: Todos los sujetos deberán estar practicando fútbol (8), y se dediquen a jugar torneos amateur por al menos dos años (1, 13), deberán ser hombres (7, 15) activos, saludables (10) y acepten participar en el estudio de manera voluntaria (6).

Criterios de exclusión: Los atletas serán excluidos de la investigación si tienen problemas médicos que podrían afectar potencialmente la biomecánica de las extremidades inferiores, incluyendo: la historia de la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA), cirugía de tobillo, rodilla o cadera, lesión previa que dio lugar a un dolor persistente, dolor actual en la extremidad (serán evaluados con la escala visual analógica del dolor (EVA) (16) ), la presencia de alguna condición médica o neurológica que limite su capacidad para realizar tareas (8), fracturas, osteoporosis o contracturas que limiten el movimiento (17).

Criterios de eliminación: Se eliminaran los atletas que abandonen el torneo durante la toma de muestra (4), los que posean fracturas, contracturas (17) y dolor actual en la extremidad (16).

### Aspectos éticos:

“El presente proyecto será evaluado por el Comité de Ética del Instituto Universitario De Ciencias De La Salud, Fundación H. A. Barceló.

Se le entregará a los participantes un documento escrito titulado “Carta de información y consentimiento escrito de participación del voluntario” y un “Consentimiento informado” explicando los objetivos y propósitos del estudio, los procedimientos experimentales, cualquier riesgo conocido a corto o largo plazo, posibles molestias; beneficios de los procedimientos aplicados; duración del estudio; la suspensión del estudio cuando se encuentren efectos negativos o suficiente evidencia de efectos

positivos que no justifiquen continuar con el estudio y, la libertad que tienen los sujetos de retirarse del estudio en cualquier momento que deseen. En ese documento también se indica cómo será mantenida la confidencialidad de la información de los participantes en el estudio ante una eventual presentación de los resultados en eventos científicos y/o publicaciones. En caso de aceptación el sujeto firmará dicho documento.”

## **Procedimiento/s**

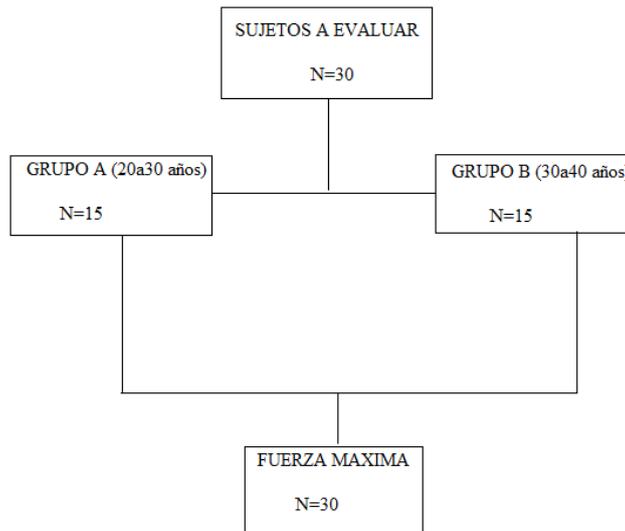
### Instrumento(s)/Materiales:

Los instrumentos utilizados en este estudio serán aprobados previamente por el Comité de Ética del Instituto Universitario De Ciencias De La Salud, Fundación H. A. Barceló, se seleccionara balanza digital para la medición de la masa corporal; estadiómetro para la medición de la talla (3, 11). Para la medición de la fuerza se utilizara dinamómetro (1, 2, 4, 5, 12-14). Se utilizara EVA para la evolución del dolor actual (16).

### Método:

Este será un estudio transversal de 30 sujetos varones seleccionados al azar del torneo de fútbol amateur de La Rana. La sede será seleccionado por conveniencia. La investigación será presentada a los atletas y los que acepten participar y firmen el consentimiento informado se incluirán en el estudio ha realizarse en los meses de Junio y Agosto de 2018. Los criterios seleccionados para la elección de la muestra serán excluidos los atletas femeninos, quedando conformada solo por atletas masculinos, que sean jugadores de fútbol amateur con experiencia previa de al menos dos años, sin antecedentes de cirugía o lesión actual de miembros inferiores.

Se seleccionaran un total de 4 variables antropométricas y todas serán evaluadas de acuerdo con las recomendaciones de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK). Las variables a medir incluirán: peso, edad cronológica, talla y talla sentado. Las medidas antropométricas serán evaluadas por un examinador experimentado y un examinador previamente entrenado bajo la supervisión del examinador experimentado (11). Todas las variables se medirán dos veces, en el caso de discrepancia entre ambas medidas, se realizara una tercera medición. Para la medición de la fuerza máxima los sujetos serán instruidos con anticipación sobre la naturaleza de la prueba. Cada atleta se pondrá a prueba 3 veces durante el día, serán evaluados dos veces por el mismo terapeuta y una tercera vez por un terapeuta diferente. Se calculara la medida de las 3 mediciones para calcular el índice de fuerza máxima. Cada atleta realizara una entrada en calor de la extremidad inferior durante 8 minutos, la cual consistió en dos vueltas a la cancha realizada en dos minutos por vuelta, un minuto de flexiones de 6” a 8” por miembro con un total de 2 a 3 repeticiones por grupo muscular con énfasis en la relación antero posterior, dos series de ocho repeticiones con cada miembro de media sentadilla con base inestable (mini bosu) y dos series de 6” de tensión isométrica en el sillón de cuádriceps con 40 a 50 kg. Una breve orientación sobre el sistema de dinamómetro que se utilizara se le informara al sujeto, los cuales serán sentados en una silla con espaldar recto, los pies apoyados en el suelo, rodillas flexionadas a 90 grados, hombros en aducción en punto muerto, antebrazos apoyados y los codos flexionados a 90 grados, con ojos vendados para no alterar la prueba. El dinamómetro se colocara en la pierna por encima del maléolo tibial, alineado con el eje de la articulación, se le informara al sujeto que realice la extensión de rodilla y mantenga la posición durante 5 segundos, con un periodo de relajación de 20 segundos. Los atletas descansaran durante 5 minutos entre las pruebas para reducir la fatiga. El procedimiento se repetirá en la pierna no dominante (4, 5).



### Tratamiento estadístico de los datos:

"Los datos fueron volcados al Microsoft Excel, con el que se realizaron tablas y gráficos. Para describir a las variables cuantitativas se calcularon promedio, desvío estándar, mínimo y máximo".

**RESULTADOS:** Se analizaron los datos obtenidos a partir de las mediciones antropométricas y la prueba de fuerza máxima (mediante la utilización del *software Isoforce*). La evaluación antropométrica realizada a los jugadores de futbol registro en el grupo A (20 a 30 años) una media 180,80 cm, siendo el mínimo 170,60 cm y el máximo 190,30 cm. En cuanto a la evaluación mediante *Isoforce* se registraron los valores de fuerza máxima con una media de 27,45 kgF, siendo el mínimo 21,90 kgF y el máximo 35,10 kgF. En la tabla 1 se encuentra detallado los datos obtenidos. En cuanto al registro del grupo B (30 a 40 años) la evaluación antropométrica registro una media 178,80 cm, siendo el mínimo 164,70 cm y el máximo 190,20 cm. En cuanto a la evaluación mediante *Isoforce* se registraron los valores de fuerza máxima con una media de 17,95 kgF, siendo el mínimo 10,20 kgF y el máximo 25,05 kgF. Los datos obtenidos se encuentran reflejados en la tabla 2.

En cuanto a la relación investigada, se ha registrado una relación lineal entre la fuerza máxima y edad decimal en el grupo A. Mientras que en el grupo restante, se pudo observar una tendencia exponencial. Los datos se encuentran volcados en el grafico 1 para el grupo A y en el grafico 2 para el grupo B.

TABLA 1				
GRUPO A (20 A 30 AÑOS)				
	EDAD	PESO (kg)	TALLA(cm)	FUERZA MAX
N	15	15	15	15
<b>Promedio</b>	<b>25,33</b>	<b>79,72</b>	<b>181,43</b>	<b>27,32</b>
Desvío estándar	2,82	5,49	5,22	3,45
Mediana	25,00	78,60	180,80	27,45
Máximo	30,00	90,90	190,30	35,10
Mínimo	21,00	71,30	170,60	21,90

TABLA 2				
GRUPO A (20 A 30 AÑOS)				
	EDAD	PESO (kg)	TALLA(cm)	FUERZA MAX
N	15	15	15	15
<b>Promedio</b>	<b>34,27</b>	<b>74,39</b>	<b>176,98</b>	<b>17,24</b>
Desvío estándar	3,13	5,28	7,87	4,19
Mediana	33,00	73,20	178,80	17,95
Máximo	39,00	82,10	190,20	25,05
Mínimo	30,00	64,30	164,70	10,20

Grafico 1.

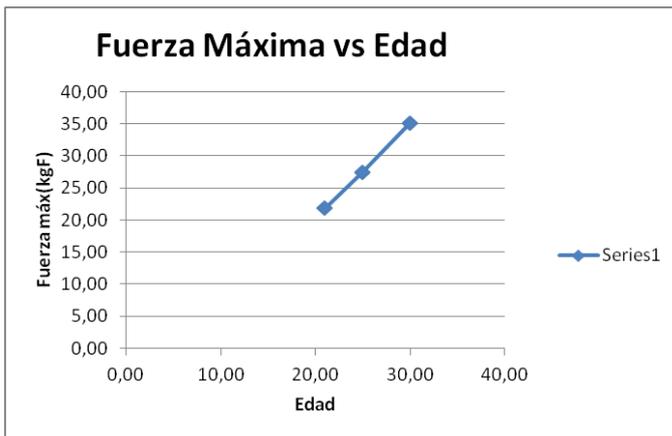
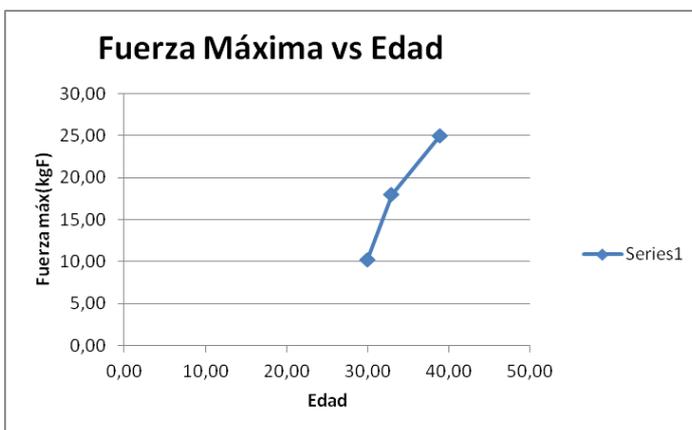


Grafico 2.



## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Se han encontrado y analizado otros estudios que evalúan la fuerza muscular y el somatotipo en atletas, en algunos casos utilizando otros métodos de estudios y otro tipo de población. La mayoría de los investigadores han estudiado sobre lesiones en fútbol, pocos han hecho estudios sobre el somatotipo y la relación con la fuerza muscular. Estudios relacionados sobre dicho tema son poco investigados de acuerdo a estudios analizados previamente (1).

Humberto Moreira Carvalho [etal] realizo un estudio comparando la ampliación y maduración de las extremidades inferiores y la fuerza en jugadores de baloncesto. Donde se evaluaron 55 atletas masculinos que se dedicaban a la capacitación formal y a la competencia por al menos 2 años. Donde se expusieron a la medición estimada de la longitud de la pierna calculada entre la estatura menos la altura sentado. La fuerza se tomo con acciones musculares de extensión de rodilla con un calibrado dinamómetro. Donde se observo relaciones lineales entre la fuerza y el estado madurativo de la pierna. Lo cual también se pudo observar en este trabajo (1).

Sara P. Chrisman [etal] han investigado la fuerza en atletas de fútbol juvenil de elite y recreativos. Donde se evaluó a 92 mujeres. La fuerza fue mayor en la elite que en la de las jugadoras recreativas. En nuestro trabajo, se ha registrado un incremento de fuerza en el grupo con mayor edad cronológica, aunque esta no fue en un valor ampliamente mayor. Estos resultados apuntan a que la fuerza es una variable que se puede aumentar trabajando la habilidad (3).

No se encontraron estudios que tuvieran similitudes con el realizado. Se encontraron muchos trabajos donde evalúan la fuerza muscular, el estado madurativo de la población y la antropometría en atletas, pero muy pocos relacionan estas variables en individuos masculinos jugadores de fútbol amateur. En nuestro estudio se busco determinar si existe una relación lineal entre la fuerza máxima de los músculos extensores de rodilla y la edad cronológica con medición antropométrica de la talla. Para ello se utilizaron las medidas de talla, edad cronológica y fuerza máxima. Las mediciones restantes no se tuvieron en cuenta para este estudio ya que el objetivo era comparar la fuerza máxima con la edad cronológica, lo cuál lleva a poder incluirlos en próximas investigaciones.

Se encontró una tendencia de una mayor fuerza de los músculos extensores de la rodilla en relación a menor edad, este resultado es similar a otros estudios. Este estudio demostró que al incrementar la edad cronológica la fuerza máxima disminuye. Con lo cual la hipótesis planteada en este trabajo quedo verificada a expensas de los resultados.

Investigaciones futuras podrán incluir la totalidad de las variables antropométricas e incluir nuevas para evaluar una mejor relación con la fuerza muscular. Lo cuál llevará a un resultado más preciso.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carvalho HM, Coelho-e-Silva M, Valente-dos-Santos J, Goncalves RS, Philippaerts R, Malina R. Scaling lower-limb isokinetic strength for biological maturation and body size in adolescent basketball players. *European journal of applied physiology*. 2012;112(8):2881-9.
2. Busse ME, Hughes G, Wiles CM, Rosser AE. Use of hand-held dynamometry in the evaluation of lower limb muscle strength in people with Huntington's disease. *Journal of neurology*. 2008;255(10):1534-40.
3. Fidelix YL, Berria J, Ferrari EP, Ortiz JG, Cetolin T, Petroski EL. Somatotype of competitive youth soccer players from Brazil. *Journal of human kinetics*. 2014;42:259-66.
4. Chrisman SP, O'Kane JW, Polissar NL, Tencer AF, Mack CD, Levy MR, et al. Strength and jump biomechanics of elite and recreational female youth soccer players. *Journal of athletic training*. 2012;47(6):609-15.
5. Hillman CM, Heinecke EL, Hii JW, Cecins NM, Jenkins SC, Eastwood PR. Relationship between body composition, peripheral muscle strength and functional exercise capacity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Internal medicine journal*. 2012;42(5):578-81.
6. Batistal FS, Gomes GAdO, D'Elboux MJ, Cintra FA, Neri AL, Guariento ME, et al. Relationship between lower-limb muscle strength and functional independence among elderly people according to frailty criteria: a cross-sectional study. 2013.
7. Carvalho HM, Coelho-e-Silva MJ, Goncalves CE, Philippaerts RM, Castagna C, Malina RM. Age-related variation of anaerobic power after controlling for size and maturation in adolescent basketball players. *Annals of human biology*. 2011;38(6):721-7.
8. Sigward SM, Pollard CD, Havens KL, Powers CM. Influence of sex and maturation on knee mechanics during side-step cutting. *Medicine and science in sports and exercise*. 2012;44(8):1497-503.
9. Morrow JM, Sinclair CD, Fischmann A, Reilly MM, Hanna MG, Yousry TA, et al. Reproducibility, and age, body-weight and gender dependency of candidate skeletal muscle MRI outcome measures in healthy volunteers. *European radiology*. 2014;24(7):1610-20.
10. Rance M, Morio B, Courteix D, Bedu M, Van Praagh E, Duche P. Lower-limb and whole-body tissue composition assessment in healthy active older women. *Annals of human biology*. 2006;33(1):89-99.
11. Radamés Maciel Vitor Medeiros RFA, Jenner Chrystian Veríssimo de Azevedo JTPdR, Jason Azevedo de Medeiros, Ricardo Dias de Andrade, Paulo Moreira Silva Dantas. Contribution of anthropometric characteristics to pubertal stage prediction in young male individuals. 2014.
12. Martin HJ, Yule V, Syddall HE, Dennison EM, Cooper C, Aihie Sayer A. Is hand-held dynamometry useful for the measurement of quadriceps strength in older people? A comparison with the gold standard Bodex dynamometry. *Gerontology*. 2006;52(3):154-9.
13. Daneshjoo A, Mokhtar AH, Rahnama N, Yusof A. The Effects of Injury Preventive Warm-Up Programs on Knee Strength Ratio in Young Male Professional Soccer Players. 2012.
14. Physio JCM, Galea MP, Phillips B. Hand-held dynamometry for muscle strength measurement in children with cerebral palsy. 2006.

15. Carvalho HM, Coelho ESMJ, Figueiredo AJ, Goncalves CE, Philippaerts RM, Castagna C, et al. Predictors of maximal short-term power outputs in basketball players 14-16 years. *European journal of applied physiology*. 2011;111(5):789-96.
16. Flack NA, Hay-Smith EJ, Stringer MD, Gray AR, Woodley SJ. Adherence, tolerance and effectiveness of two different pelvic support belts as a treatment for pregnancy-related symphyseal pain - a pilot randomized trial. *BMC pregnancy and childbirth*. 2015;15:36.
17. Galen SS, Clarke CJ, McLean AN, Allan DB, Conway BA. Isometric hip and knee torque measurements as an outcome measure in robot assisted gait training. *NeuroRehabilitation*. 2014;34(2):287-95.