

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
FACULTAD DE EDUCACIÓN
PEDAGOGÍA EN EDUCACIÓN FÍSICA**



**RELACIÓN ENTRE FUERZA EXPLOSIVA DE TREN INFERIOR
E INDICE DE FATIGA EN
FUTBOLISTAS DE LA SELECCIÓN MASCULINA DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA
CONCEPCIÓN.**

**Seminario de Investigación para optar al Grado Académico de Licenciado
en Educación**

PROFESOR GUIA: JULIO HENRÍQUEZ ALARCÓN

**ESTUDIANTES : CARLOS JIMÉNEZ GÓMEZ
EVELYN OSORIO DOMINGUEZ;
JOSEFINA RIOSECO VALLEJOS
NELLY URIBE URIBE**

Concepción, Junio de 2018

DEDICATORIA.

Carlos Jiménez:

Agradezco a mis padres por enseñarme que para ser feliz uno debe hacer lo que realmente le gusta, a mi esposa Vanesa por su incondicional amor, paciencia y apoyo en todo momento, a mis compañeras de tesis por la paciencia que han tenido durante estos meses, especialmente a Evelyn quien me acompañó en todo el proceso universitario. Y a nuestro profesor Julio Henríquez por tomarnos en un difícil momento y guiarnos correctamente para avanzar hacia nuestra meta.

Evelyn Osorio:

Agradezco en primer lugar a mis padres por ser mi apoyo y guías, por sobre todo a mi madre quien me ha entregado su sabiduría y amor incondicional que me permite seguir adelante, también quiero agradecer a mi amigo Carlos por su paciencia y haber formado parte importante de mi proceso universitario, y sin dejar de lado agradecer a nuestro profesor Julio Henríquez por su dedicación y lograr sacar la tesis adelante.

Nelly Uribe

Agradezco en primer lugar a Gladys Luengo por su bondad y paciencia, a mi familia por su apoyo y amor incondicional. A mis compañeros de tesis por

su compromiso y entrega, que a pesar de nuestras limitaciones logramos sacar adelante nuestro proyecto, a nuestro profesor guía Julio Henríquez por tomar este desafío y guiarnos entregando todos sus conocimientos. Quiero agradecer a mi amiga Yearutza Sáez y familia, quien ha formado parte de mi proceso formativo. A mi amiga Constanza Cofré quien me apoyaba cada vez que desanimaba.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.	22
1.1 Problemática.	22
1.2 Justificación.....	23
1.2.1 Novedad.	23
1.2.2. Pertinencia.....	23
1.2.3. Relevancia social.....	24
1.2.4 Aporte metodológico.....	24
1.3 Estado de la cuestión.	25
1.3.1. Fuerza explosiva.....	26
1.3.2 Índice de fatiga a través de capacidad de repetir sprint.....	28
1.3.3 Fuerza Explosiva e índice de fatiga.	29
1.4 Pregunta de investigación.....	19
1.5 Hipótesis de investigación.....	30
1.5.1 Hipótesis nula:.....	30
1.5.2 Hipótesis alterna:.....	31
1.6 Objetivo de investigación.....	31
1.6.1 Objetivo General.....	31
1.6.2 Objetivos específicos.....	31
CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL TEÓRICO.....	33
2. Capacidades físicas.....	33
2.1 Fuerza.....	34
2.1.1 Conceptualización de fuerza.....	35
2.1.1.a. Desde el punto de vista mecánico.....	35
2.1.1.b. Desde el punto de vista fisiológico.....	36
2.1.1.c. Desde el punto de vista deportivo.....	38
2.1.2. Procesos de producción de fuerza.....	39
2.1.3 Manifestaciones de la fuerza.....	41
2.1.4 Fuerza Explosiva.....	46
2.2 Fatiga muscular.....	50
2.2.1 Mecanismos de la fatiga.....	51
2.2.2 Clasificación de fatiga.....	53
2.2.3 Evaluación de la fatiga.....	56
2.2.3.1 Test de Rast como instrumento para evaluar índice de fatiga. ..	57
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	60
3.1 Enfoque.....	60

3.2 Paradigma de investigación	61
3.3 Diseño de la investigación.....	61
3.4 Corte.....	62
3.5 Alcance.	62
3.6 Variables de estudio.	63
3.7 Sujetos de la investigación.....	64
3.7.1 Población.....	64
3.7.2 Muestra y técnica de muestreo.....	64
Criterios de inclusión:.....	65
Criterios de exclusión.....	66
3.7 Metodología de recolección de datos.....	67
3.9 Tratamiento de datos	69
3.10 Instrumentos.....	70
3.10.1 Test de Bosco.....	70
3.10.2 Test de Rast.....	74
3.11 Validez del instrumento	75
3.12 Estadística.....	77
3.13 Aspectos Éticos.....	79
CAPÍTULO IV: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	80
4.1 Análisis de resultados.....	80
4.1.1 Análisis Resultados Squat Jump.	81
4.1.2 Análisis resultados Test de Rast. (35mx6).....	82
4.1.3 Correlación de datos de potencia máxima (W) SJ e índice de fatiga de test de Rast.....	86
4.2 Discusión de los resultados.....	89
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	97
BIBLIOGRAFÍA.....	100
ANEXOS.....	112
Anexo 1: Carta Gantt.....	112
Anexo 2: Carta de consentimiento informado.....	113
Anexo 3: Ficha de evaluación.	114

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Mecanismos metabólicos que pudiesen generar fatiga muscular.....	52
Tabla 2: Tipos de fatiga muscular según momento de aparición.....	56
Tabla 3: Fórmulas para cálculo de indicadores de test de Rast.	58
Tabla 4: Operacionalización de las variables.....	63
Tabla 5: Valores medios y de desviación estándar para edad, talla y peso de población en cuestión.	66
Tabla 6: Interpretación de resultados de coeficiente de Pearson.	79
Tabla 7: Potencia máxima absoluta (W) de todos los saltos SJ y relativa (W/kg) del mejor SJ.....	81
Tabla 8: Tiempos test de Rast (35mt x 6 sprint).	82
Tabla 9: Potencia máxima, mínima e índice de fatiga obtenido en test de Rast.	85
Tabla 10: Potencia máxima absoluta (W) del mejor salto SJ, e índice de fatiga (%) de test de Rast.	86
Tabla 11: Correlación entre potencia máxima absoluta del mejor salto SJ e índice de fatiga.	87
Tabla 12: Cuadro de estudios que consideraron SJ para evaluación de sus sujetos.	90
Tabla 13: Cuadro de estudios que consideraron test de Rast 35mx 6 sprint con 10s de pausa interrepetición.....	93

INDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1: Tiempo de sprint por sujeto en Test de Rast 35m x 6.	84
Gráfico 2: Relación entre potencia máxima media (W) de mejor salto SJ en Test de Bosco e índice de fatiga (W/s) de Test de Rast 35m x 6.	88

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1: Cuadro de clasificación de capacidades físicas.....	33
Figura 2: Organización de la fibra muscular.	37
Figura 3: Esquema integrado de diferentes tipos de fuerza.....	43
Figura 4: Maniobra de investigación.	67
Figura 5: Representación gráfica Test de Bosco.	72
Figura 6: Test de Rast.	75

RESUMEN.

El objetivo de presente estudio fue determinar la relación entre la fuerza explosiva máxima del tren inferior e índice de fatiga, en futbolistas de la selección masculina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), pretendiendo comprobar el tipo de correlación existente entre ambas variables.

Se utilizó un diseño no experimental de tipo descriptivo- correlacional, con una muestra no probabilística de 9 sujetos. La población estudiada, tuvo una media de $21 \pm 1,7$ años, $171,1 \pm 6,3$ cm de estatura y $72,2 \pm 13,27$ kg de peso.

Como instrumentos de evaluación se utilizó Squat Jump (SJ), del test de Bosco, y el Test de RAST considerando 6 sprint de 35mt con 10 segundos de pausa activa entre cada uno. Los implementos utilizados fueron la alfombra DM Jump para el test de Bosco, y fotoceldas para el test de Rast, donde fueron obtenidos valores potencia máxima absoluta (PMA) del mejor salto SJ, potencia máxima relativa (PMR) para SJ e índice de fatiga (IF%) para Rast.

Los resultados obtenidos para SJ, fueron de una $PMA = 3209,89W \pm 756,9$ y $PMR = 44,29W/kg$, y un $IF = 39,20 \pm 10,13\%$

De los resultados se reportó que no existe correlación significativa entre la fuerza explosiva e índice de fatiga (0,081 correlación de Pearson y 0,835 en grado de correlación significativa). Se concluyó que, al no poder comparar la investigación de correlación con otros estudios, debido a que no se encontró

estudios similares que asociaran SJ con test de Rast, no es posible generalizar ni tomarla como referencia.

PALABRAS CLAVES: Fuerza explosiva, fuerza potencia, potencia máxima absoluta, potencia máxima relativa, índice de fatiga, fatiga, fútbol, futbolistas, squat jump, test de Rast.

INTRODUCCIÓN

Independiente del nivel en el cual se practique el fútbol, se intenta siempre sacar el máximo provecho a las capacidades del equipo. Para su práctica, se requieren deportistas con características variadas según la posición de juego: en algunos casos se requiere resistencia, en otros, fuerza y en otros, capacidad de reacción. Sin embargo, existe una capacidad, que independiente de la posición de juego es necesaria: la potencia. La potencia, es una capacidad física derivada de la fuerza y de la velocidad. Algunos autores, como Jurgen Weineck, (2005), se refieren a la potencia como una capacidad del sistema neuromuscular, que permite mover el cuerpo, partes de éste y/u objetos, a una velocidad máxima, permitiendo realizar acciones como buscar un balón, el defender de manera rápida, el realizar un remate al arco, o el bloquear un balón con las manos. Por otra parte, existe un fenómeno que afecta el rendimiento del deportista: la fatiga muscular aguda, definida por Gómez, R., Cossio, M., Brousett, M., y Hochmuller, R. (2010) como “la incapacidad para seguir generando un nivel de fuerza o una intensidad de ejercicio determinada”.

El presente estudio nace con el objetivo de determinar la relación entre la fuerza explosiva máxima del tren inferior con índice de fatiga, en una población de futbolistas universitarios, pertenecientes a la UCSC, Corresponde a un estudio de tipo descriptivo correlacional, no experimental, de corte transversal,

que intenta responder la pregunta: ¿Cuál es la relación entre la fuerza explosiva máxima e índice de fatiga?, con un objetivo general establecido: determinar la relación del mejor salto SJ e índice de fatiga del tren inferior, en futbolistas de la selección masculina de la UCSC; y tres objetivos específicos: 1. Distinguir del mejor salto de fuerza explosiva a través del test Squat Jump de test de Bosco, de la selección de fútbol masculina de la UCSC, 2017; 2. Definir el índice de fatiga, a través del test de RAST, de la selección de fútbol masculina de la UCSC, 2017; y 3. Identificar la relación de fuerza explosiva del mejor salto en futbolistas de la selección masculina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

En cuanto a la organización del estudio, este seguirá la siguiente estructura:

En el capítulo I, se planea la problemática de la investigación: El problema, la justificación y viabilidad, así como las deficiencias en conocimiento del tema y consecuencias que el estudio conllevó, el estado de la cuestión, la pregunta de investigación, la hipótesis nula y alterna, objetivo general, objetivos específicos y variables.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico, con una descripción completa de cada uno de los conceptos relevantes para la investigación, considerando desde lo más básico hasta lo más complejo y parte de la investigación que se realizó previamente a la realización de este estudio.

En el capítulo III, se señala el diseño metodológico, diseño de investigación, corte, enfoque y alcance correspondiente al estudio. Se detalla la técnica de recopilación de información, especificando la población y la muestra, así como el protocolo a utilizar sobre los instrumentos. Se especifica el trabajo de campo, los instrumentos a utilizar y su validación actual. Se finaliza el capítulo, describiendo la forma estadística de procesión de los datos.

En el capítulo IV, se expone el análisis de los datos recopilados de los test ejecutados por medio de tablas y gráficos explicativos.

Finalmente, el capítulo V, presenta la discusión, donde se comparan los resultados obtenidos con estudios referidos al tema en cuestión, con el objetivo de obtener conclusiones.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

1.1 Problemática.

La fuerza explosiva e índice de fatiga, está adquiriendo un gran protagonismo en los deportes de equipo, siendo un patrón de movimiento específico que merece tener importancia a la hora de entrenar (Sáenz, T. 2014). Para el desarrollo de la investigación la búsqueda fue orientada a las dos capacidades anteriormente mencionadas (fuerza explosiva e índice de fatiga) además de palabras claves tales como; fuerza, relación y futbolistas universitarios en los distintos indexadores, Pubmed, Google Académico, Scielo, ScieDirect y ACS Publications, al finalizar la búsqueda se explica la principal problemática para conocer la relación entre la fuerza explosiva e índice de fatiga en futbolistas universitarios, siendo la falta de información acerca de este tema tanto a nivel nacional como internacional que involucren a este tipo de población (futbolistas de selección universitaria).

Además, las evidencias recopiladas manifiestan que ambas relaciones no se encuentran del todo claras, pudiendo estar condicionadas por factores como el nivel de entrenamiento del sujeto u otras medias condicionantes (Juárez, D., Navarro, F., Aceña., Gonzales, J., Arija, J y Muñoz, V. 2005).

1.2 Justificación.

1.2.1 Novedad.

La presente problemática se justifica principalmente por la escasa información indexada en los buscadores Pubmed, Google Académico, Scielo, Sciece Direct y ACS Publications. Existe una diversidad de información sobre la fuerza explosiva e índice de fatiga, siendo éstas dos muy estudiadas por separado en y distintas modalidades, sin embargo, en los últimos cinco años, carece de estudios respecto a la relación de dichas variables en futbolistas universitarios según los resultados arrojados en los distintos indexadores anteriormente mencionados al utilizar palabras claves como fuerza explosiva máxima, índice de fatiga y futbolistas universitarios. Por ello, es necesario obtener más información sobre estas variables, para poder hacer uso de éstas logrando determinar la adhesión de dichas variables en los contenidos a emplear como también respecto a las planificaciones de entrenamiento.

1.2.2. Pertinencia

Los resultados conseguidos serán de provecho tanto para el equipo técnico y la selección de fútbol universitaria de la UCSC, así como también para grupos que tengan características similares y ejecuten deportes similares donde la influencia de la fuerza explosiva del tren inferior e índice de fatiga permita

determinar la adhesión de las variables a investigar en la periodización de contenidos a emplear.

1.2.3. Relevancia social

Ésta investigación, por cuanto ofrece nuevos conocimientos acerca de la relación existente entre fuerza explosiva del tren inferior e índice de fatiga, datos, que no solo podrían beneficiar al grupo en cuestión, sino que a muchos otros clubes o universidades, conducirá a resultados que podrían ser compartidos y discutidos con profesionales relacionados con la temática, en especial entrenadores y preparadores físicos, que, a través de sus propias investigaciones pueden profundizar, mejorar y/o reorientar la planificación de entrenamiento de sus equipos, con el objetivo de producir mejoras concretas.

1.2.4 Aporte metodológico

Debido a la información limitada resultante en la base de datos indagada, tanto a nivel regional como nacional, que evidencien la relación de fuerza explosiva del tren inferior e índice de fatiga, es necesario obtener más información sobre estas variables, para así poder hacer uso de éstas logrando determinar con mayor eficiencia la planificación del entrenamiento.

Los resultados obtenidos en esta investigación serán de utilidad para la población de estudio en cuestión, ya que es información dirigida a entrenadores y preparadores físicos de fútbol, lo cual permitirá orientar la planificación de los entrenamientos y así obtener eficiencia en los resultados.

Para finalizar el entrenamiento de la fuerza puede obtener múltiples beneficios como lo indica González, B. (2000) al señalar que la fuerza explosiva es la cualidad física que es considerada dentro del ámbito deportivo y en la vida diaria, como una de las principales cualidades que determina el rendimiento del deportista. Así mismo González, B, (2000) establece que "...el desarrollo de la fuerza explosiva es uno de los factores determinantes en el rendimiento deportivo" que se ve implícita en los cambios de direcciones, saltos y reducción de los tiempos de sprint, entre otros.

1.3 Estado de la cuestión.

En lo referido al estado de la cuestión es necesario conocer las características y el desempeño de la fuerza explosiva máxima del tren inferior e índice de fatiga en futbolistas, ya que estos deben estar sometidos de manera regular a movimientos rápidos, saltos, cambios de dirección, carreras de alta

velocidad y reincorporaciones durante el tiempo de juego (Bangsbo, J., Mohr, M. y Krstrup, P. 2006). Es por ello, que ambas capacidades se han convertido, en una herramienta fundamental a la hora de optimizar el rendimiento en la competición (Naclerio, F., Santos, J. y Pantoja, D. 2004).

1.3.1. Fuerza explosiva

La fuerza explosiva es definida por Rodríguez, P. (1997), como una cualidad innata, poco modificable, que se da por la combinación de los componentes de velocidad y fuerza. En consecuencia, la fuerza explosiva y su medición ha sido estudiado por diversos autores que determinan que la evaluación de dicha capacidad se establece por el instrumento llamado “Test de Bosco” que consiste en una batería de test con el objetivo de medir diferentes manifestaciones de la fuerza, a través del salto vertical, siendo la fuerza explosiva evaluada por el test denominado “Squat Jump” (Vittori, C.1990).

En otro estudio, realizado el año 2008, Jiménez, R., Parra, G., Pérez, D., y Granada, I. estudiaron el salto vertical de jugadores semiprofesionales de fútbol y realizaron una comparación por puestos, con el fin de poder orientar el entrenamiento de esta capacidad. Se estudió un total de 21 jugadores de club de fútbol Fuenlabrada, realizando SJ y CMJ (Countermovement Jump), utilizando la plataforma de fuerza piezoeléctrica con una frecuencia de 500Hz,

arrojando una media de 45,8W/kg de potencia en salto SJ, con una desviación estándar de 15,63W/kg.

Del mismo modo los investigadores Panoutsakopoulos, V., Papachatzis, N y Kaoilias, I., (2014) desarrollaron un estudio con el objetivo de proporcionar información sobre las diferencias del perfil de fuerza explosiva por medio del salto “Squat Jump” en un grupo de atletas jóvenes ($20,1 \pm 2.8$ años), correlacionándolas con la masa corporal (kg), los resultados del estudio determinaron una media y desviación estándar en la fuerza potencia de $26,42 \pm 4,17$ W/kg.

Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L., Clarkson, B. (2013), realizaron un estudio que permite relacionar fuerza explosiva con sprint y capacidad de salto en SJ y CMJ, los futbolistas entrenados de $17,2 \pm 0,6$ años, a través de pruebas de RM (repetición máxima) de sentadilla, 5m y 20m sprint y saltos SJ y CMJ. Con respecto a los valores de SJ, obtuvieron valor medio de altura de 44,38cm, con una desviación estándar de 7,97. Concluyeron en su estudio, que existe una fuerte relación entre fuerza explosiva tanto con sprint de 5 m ($r=-0,596$) y altura alcanzada en SJ ($r=0,760$).

1.3.2 Índice de fatiga a través de capacidad de repetir sprint.

Si bien el rendimiento en la mayoría de los deportes de tipo intermitente está dominado por la eficiencia técnica y táctica, se propone la importancia del índice de fatiga como un componente físico crucial del rendimiento en deportes de prestación intermitente (Rampinini, E., Bishop, D., Castagna, C., Ferrari, D. Tibaudi, A.; Wisloff, U., Impellizzeri, F. 2008). En esta investigación se midió el índice de fatiga a través del test de Rast adaptada a 35 metros para futbolistas.

Con respecto a la caracterización del tipo de test de Rast a ocupar en la población en cuestión, Brown, T., Vescovi, J., VanHeest, J.(2004), establece que para el fútbol, pruebas de CRS con distancias de 5 a 40 metros, permiten valorar la aceleración, mientras que pruebas de mayor distancia, evaluarían el déficit en la resistencia a la velocidad, demostraron que se puede lograr una mayor comprensión del rendimiento del sprint lineal determinando tiempos de división, el estudio se realizó utilizando las puntuaciones de rendimiento de ochenta y seis (edad = $19,6 \pm 1,0$ años, altura = $1,68 \pm 0,06$ m, masa corporal = $64,9 \pm 6,4$ kg) atletas universitarias.

Kalva, C., Loures, J., Holtz, V., Iitaru, E., Moura, A., Papoti, M. (2013), donde compararon los valores obtenidos de test de Rast de 35mt en 6 sprint con 10 segundos de pausa entre cada uno, realizado en pista atlética con zapatillas y

cancha de fútbol de pasto con zapatos de fútbol, encontrando algunas diferencias significativas entre ambos: Obtuvieron mayores valores de potencia máxima en la primera superficie que en la segunda ($763,1\pm 87W$ vs $666,7\pm 67W$), siendo éstos valores significativos ($r=0,9$). Sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre el índice de fatiga en ambas superficies (32,5% vs 34,1%) con un $r=0,72$.

1.3.3 Fuerza Explosiva e índice de fatiga.

El índice de fatiga y la fuerza explosiva, mediante sus diversas manifestaciones, juega un papel esencial en una gran cantidad de disciplinas deportivas. Desde un punto de vista deportivo, se puede definir la fuerza como la manifestación externa (fuerza aplicada) que se hace de la tensión interna generada en el músculo o grupo de músculos en un tiempo determinado (González Badillo, 2000). Así mismo según Carlos Vittori, citado por Reyes, G. (2007) la fuerza explosiva es una contracción lo más rápida y potente posible. Al mismo tiempo la importancia entre ambas variables se determina en el fútbol mediante la tendencia a realizar mayor cantidad de gestos rápidos y explosivos y una evolución hacia un juego más rápido, lo que exige una mayor intensidad en las acciones físicas propias del juego, además de la capacidad de repetir las el mayor número de veces posible (Cuadrado, J. 1996 citado por García, J., Vicente, J., Rábago, J y Pascual, C. 2001).

En la misma línea no se lograron encontrar en los distintos indexadores; utilizando como palabras claves como; índice de fatiga, squat jump y saltos verticales, donde se utilice test Squat Jump, sin embargo, existen estudios que evalúan la fuerza explosiva por medio del test Counter Movement Jump (CMJ).

1.4 Pregunta de investigación.

¿Cuál es la relación entre fuerza explosiva máxima del tren inferior e índice de fatiga en futbolistas de la selección masculina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, 2017?

1.5 Hipótesis de investigación.

1.5.1 Hipótesis nula:

No existe una correlación significativa ($p < 0,05$) entre fuerza explosiva del tren inferior e índice de fatiga, en futbolistas de la selección masculina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

1.5.2 Hipótesis alterna:

Existe una correlación significativa ($p < 0,05$) entre fuerza explosiva del tren inferior e índice de fatiga de los futbolistas de la selección masculina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

1.6 Objetivo de investigación

1.6.1 Objetivo General.

Determinar la relación del mejor salto SJ e índice de fatiga del test de Rast, en futbolistas de la selección masculina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

1.6.2 Objetivos específicos.

1. Distinguir fuerza explosiva de tren inferior a través del mejor salto en test Squat Jump de test de Bosco, en la selección de fútbol masculina de la UCSC, 2017.
2. Definir el índice de fatiga de tren inferior, través del test de Rast, en la selección de fútbol masculina de la UCSC, 2017.
3. Identificar la relación de fuerza explosiva de tren inferior por medio del mejor salto SJ e índice de fatiga de test de rast, en futbolistas de la

selección masculina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

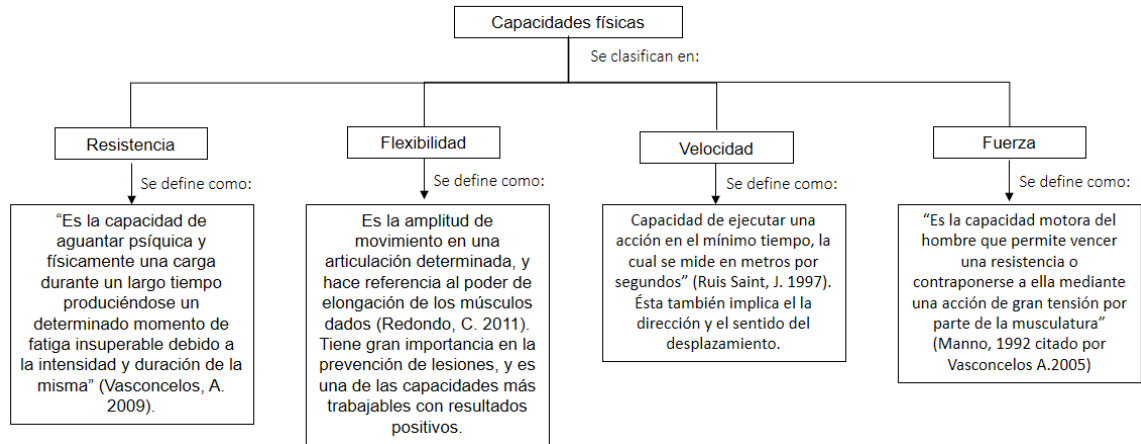
CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL TEÓRICO.

2. Capacidades físicas.

Una capacidad o cualidad física son los elementos esenciales para la prestación motriz y deportiva. Son los componentes básicos de una condición física, y, por lo tanto, la determinará. Se define como “predisposición fisiológica innato del individuo factibles de medida y mejora, que permiten el movimiento y el tono muscular. Son todas aquellas que, en el entrenamiento y el aprendizaje, van a influir de manera decisiva mejorando las condiciones heredadas en todo su potencial” (Redondo, C. 2011). Las cualidades físicas básicas son: resistencia, velocidad, flexibilidad y fuerza.

Figura 1: Cuadro de clasificación de capacidades físicas.

Cuadro de clasificación de capacidades físicas.



Cuadro de confección propia

El estudio realizado abarca la cualidad física de “fuerza” como uno de sus principales tópicos, razón por la cual, será la capacidad a continuación descrita.

2.1 Fuerza.

Desde el punto de vista de salud y deporte, son múltiples las definiciones que se pueden generar de fuerza. Para Seirul-lo. (1998), citado por Trujillo (2009) es la capacidad “base” de todas las otras capacidades, lo que quiere decir, que el entrenamiento de todas las capacidades se debe realizar a través del desarrollo de la fuerza. La definición de fuerza como tal, dependerá del sistema que se coincidiere.

2.1.1 Conceptualización de fuerza

A continuación, se ofrecerá una conceptualización de fuerza desde tres puntos de vistas distintos: mecánico, fisiológico y deportivo.

2.1.1.a. Desde el punto de vista mecánico.

Verkhoshansky (1999) citado por Rosa, A. (2013), indica que la fuerza es una acción muscular basada en el sistema nervioso, que es iniciada y sincronizada por este. En el 2000, Siff y Verkhoshansky, citado por Jaimes, M. (s.f), establece que fuerza es la capacidad del músculo o de un grupo de músculos de generar una tensión bajo condiciones específicas. También, se puede definir, según Gonzáles-Badillo (1991), citado por Rosa, A. (2013), como toda “causa capaz de modificar el reposo o movimiento de un cuerpo”, que permite deformar un cuerpo o modificar su aceleración, así como iniciar o detener el movimiento de un cuerpo, aumentar o reducir su velocidad, y generar un cambio de dirección (Gonzales-Badillo, 2000, citado por Jaimes, M. (s.f), Es entonces, el resultado de la interacción entre dos o más cuerpos, (Zatsiosky, 1995, citado por Jaimes, M. s.f).

En la misma área, Grosser y Muller (1992), definen fuerza como “la capacidad del sistema muscular de superar resistencias a través de la actividad muscular (trabajo concéntrico), actuar en contra de las mismas (trabajo excéntrico) o bien mantenerlas (trabajo isométrico)”. Y Mirella, R (2009)

igualmente desde la biomecánica indica que fuerza, es “capacidad física del ser humano que permite vencer una resistencia y oponerse a ella con un esfuerzo de la tensión muscular”.

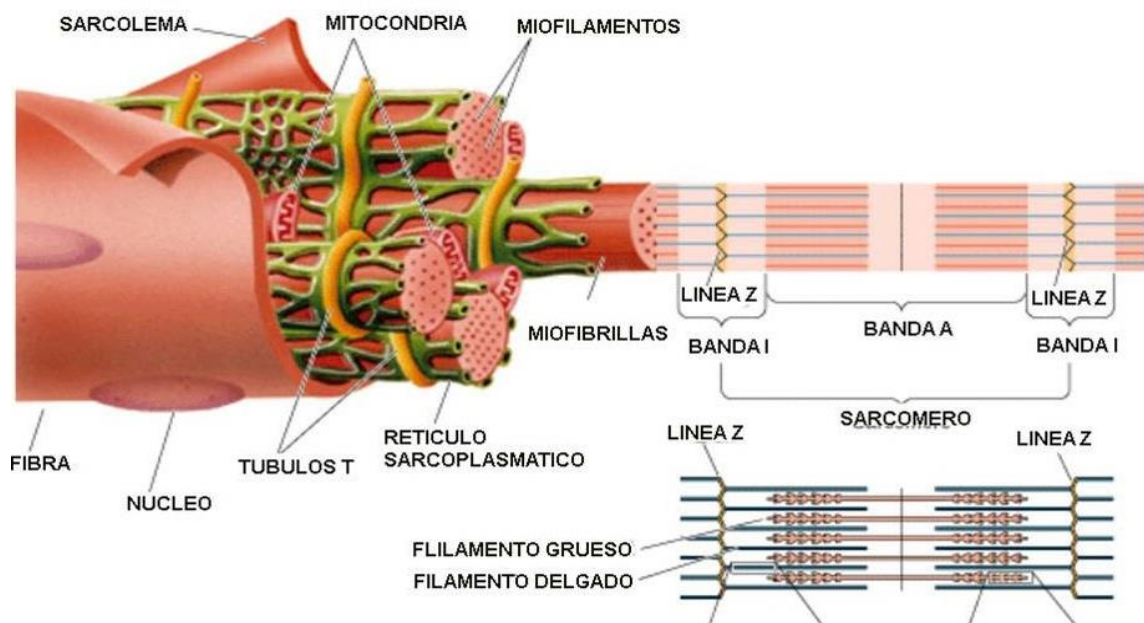
2.1.1.b. Desde el punto de vista fisiológico

Fuerza, también puede ser definido desde el punto de vista fisiológico, donde se puede entender esta cualidad desde una mirada más específica. Considerando el proceso interno en relación con un objeto externo. Gonzales Badillo y Gorostigosa (2002), citado por Jaimes, M. (s.f), define fuerza desde la fisiología como la capacidad del tendón de producir una tensión cuando el músculo se activa o contrae. Similar a ésta, Kutznetsov (1989), citado por Pérez, C (s.f), la entiende como una capacidad de vencer y oponerse ante una resistencia externa, mediante una tensión muscular. Así mismo, Harman (1993), citado por Jaimes, M. (s.f), habla de una definición más precisa, donde adiciona a la capacidad de generar tensión, la condición que es definida por el cuerpo

También Verkhoshansky (2000), citado por Jaimes, M. (s.f), la define como una capacidad funcional dada por el sistema nervioso central y sistema muscular (sistema neuromuscular), permitiendo generar una tensión o contracción. Esta capacidad está relacionada con una serie de factores, tales

como el número de puentes cruzados de miosina que interactúan con filamentos de actina (Goldspink, 1992, citado por Jaimes, M. s.f). La contracción, se produce entonces, cuando debido a un estímulo, se recibe un impulso energético, que libera energía en forma de ATP y genera el desplazamiento y unión de los filamentos de actina y miosina, generando un acortamiento del sarcómero (Komi, 1986, citado por Jaimes, M. s.f).

Figura 2: Organización de la fibra muscular.



2.1.1.c. Desde el punto de vista deportivo.

Para el entrenamiento deportivo, el deporte y la salud, la fuerza debe ser considerada tanto desde la mecánica como de la fisiología, realizando Harre y Hauptmann (1996, citado por Jaimes, M. s.f) una definición integradora donde recopila los aspectos más importantes de ambas visiones generando la siguiente definición: “Es la capacidad de vencer u oponerse ante una resistencia externa mediante tensión muscular”. Del mismo modo, Gonzales Badillo (2002), citado por Jaimes, M. (s.f) realiza el mismo ejercicio, estableciendo que fuerza

“es la manifestación externa (fuerza aplicada) que se hace de la tensión interna generada en el musculo o un grupo de músculos en un tiempo determinado”.

Si se lleva al ámbito de persona, se tiene que considerar entonces dos tipos de fuerzas: las internas, que son producidas por el tejido muscular, y las externas que son dadas por las resistencias externas que se intentas desplazar o soportar. Bajo esta visión, Gonzales Badilla, (2000), citado por Jaimes, M. (s.f), incorpora el concepto de fuerza aplicada, que abarca la acción muscular, y su resultado sobre una resistencia externa, ya sea el propio peso corporal o un peso adicional. Más específico aún, establece el concepto de fuerza útil, que lo entiende como la aplicación de la fuerza aplicada, en un gesto deportivo.

En un gesto deportivo, se debe considerar además otros tipos de factores que la influenciarán, tales como velocidad de movimiento y tiempo de ejecución, siendo distinta la fuerza de un mismo deportista en distintas circunstancias (Harman, 1993, citado por Jaimes, M. s.f).

2.1.2. Procesos de producción de fuerza.

Jaimes, M. (s.f), establece que existen tres procesos diferenciados en la producción de fuerza: La activación, la tensión y la acción muscular.

La activación muscular, Jaimes, M. (s.f), la define como el proceso en el cual el músculo recibe el impulso eléctrico, generando liberación de energía, que produce el desplazamiento y unión de los filamentos de miosina y actina, generando una contracción muscular.

La tensión muscular, Gonzáles, Bo (2000), la define como “grado de estrés mecánico producido en el eje longitudinal del músculo” cuando las fuerzas externas estiran las estructuras musculares y tendinosas. Se genera, por lo tanto, durante la activación muscular, donde se produce el acortamiento del sarcómero.

La acción muscular, se da tanto por la activación muscular, como por la tensión muscular, dependiendo de la relación que tenga el sujeto con las cargas externas (Gonzales Badillo, citado por Jaimes, M. s.f). Hoy en día, se reconocen tres tipos de acciones musculares que pueden desarrollar fuerza: las acciones concéntricas, las acciones exenticas, y las acciones isométricas (Knuttgen, H., Komi, P. 2003): El músculo puede acortarse o realizar un trabajo “concéntrico”, si la carga que actúa en contra del movimiento, se logra superar; alargarse o realizar un trabajo “excéntrico”, si la carga actúa en el mismo sentido que el movimiento siendo una fuerza insuperable; o mantenerse sin cambio de longitud, realizando una acción “isométrica” o estática, donde la fuerza ejercida es equivalente a la carga externa sin producir movimiento (Gonzales Badillo,

citado por Jaimes, M. s.f). Una cuarta manifestación se da, en el caso, por ejemplo, que se produzcan las tres acciones en orden de fase excéntrica- isométrica- concéntrica, y luego, se repite la misma acción de manera inmediata, o con poco tiempo de descanso, se habla de un ciclo acortamiento- estiramiento, que también toma el nombre de acción pliométrica (Gonzales Badillo, citado por Jaimes, M. s.f).

2.1.3 Manifestaciones de la fuerza.

Si bien, algunos autores establecen que “la fuerza nunca aparece en las diferentes modalidades bajo una forma pura abstracta”, sino que siempre aparece en una combinación o forma mixta, más o menos matizada” (Weineck, J., 2009) existen distintas clasificaciones de fuerza.

En primer lugar, se habla de una clasificación simple propuesta por Letzelter (1968) citado por Weineck (2005) la cual se encuentra la fuerza máxima, fuerza de resistencia y la fuerza potencia:

La fuerza máxima, la define como “la mayor cantidad de fuerza que el sistema neuromuscular puede aplicar ante una resistencia dada, pudiendo ser esta dentro de una secuencia motora, o estática si no se logra vencer” (Freira, 1977, citado por Weineck, J. 2005). Dentro de ésta, reconoce a la fuerza

absoluta, como el límite máximo de esfuerzo que un individuo puede realizar en un movimiento o mantenimiento de posición; y fuerza relativa, que se refiere a la relación entre la fuerza absoluta y el peso del individuo.

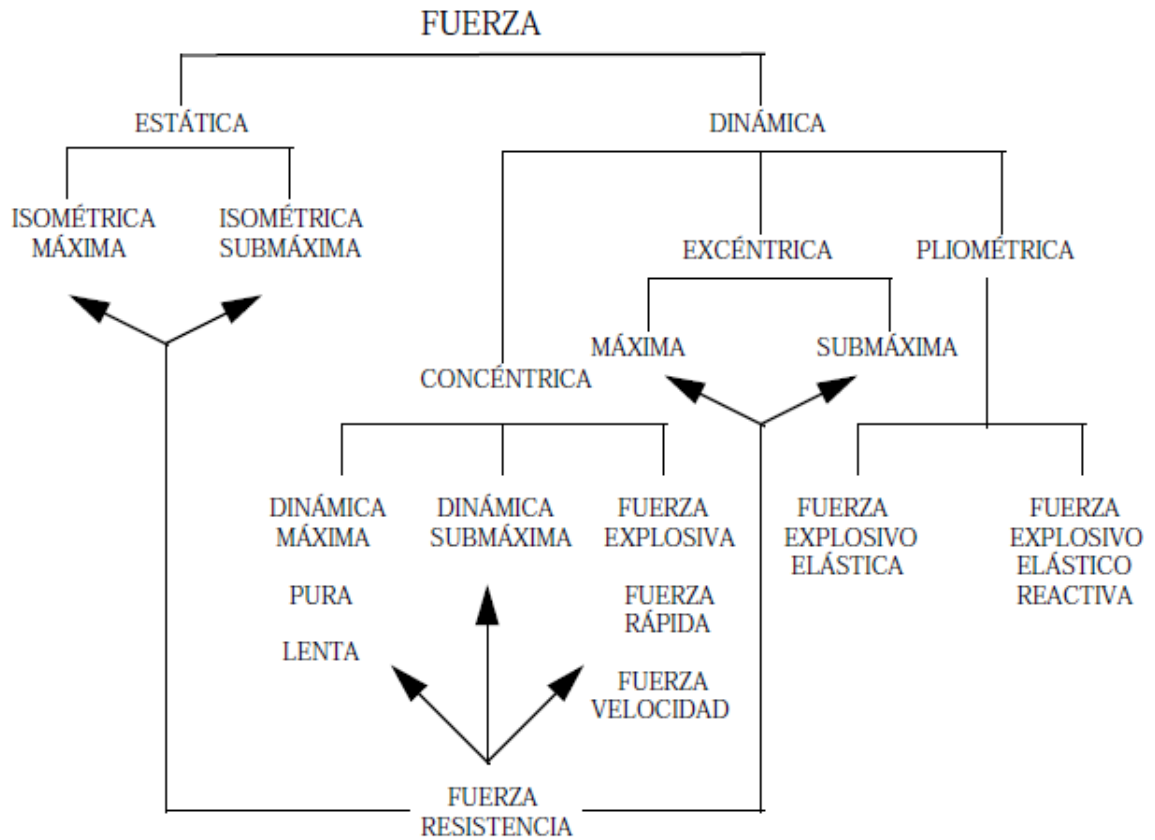
La fuerza resistencia, la define como “la capacidad de soportar la fatiga a esfuerzos musculares de corta, mediana o larga duración”

Y la fuerza potencia, la define como “la capacidad del sistema neuromuscular para mover el cuerpo, partes del cuerpo y objetos con velocidad máxima”

Por otro lado, Vittori, C. (1990) y M. Veléz (1991) citado por Reyes, G (2007), clasifican la fuerza de acuerdo con las causas que provocan la contracción muscular, al igual como lo hace Rodríguez, P. (1997). Consideran en su clasificación la manifestación de fuerza estática, activa y reactiva.

Figura 3: Esquema integrado de diferentes tipos de fuerza.

Figura 12. Esquema integrado de los diferentes tipos de fuerza



Ref. Rodriguez, P (s.f)

La manifestación estática, es aquella donde no existe trabajo mecánico externo, pero si interno, sin existir desplazamiento de segmentos. Esta a su vez, se divide otras dos:

- Manifestación estática máxima (isométrica máxima), donde se realiza una contracción voluntaria máxima ante una resistencia invencible (Jaimes, M. s.f)
- Manifestación Estática submáxima (isométrica submáxima), donde se realiza una contracción voluntaria submáxima ante una resistencia superable (Jaimes, M. s.f).

La manifestación activa, es aquella donde se realiza un ciclo de trabajo muscular, con presencia de acortamiento (Rodríguez, P. 1997) y que se subdivide en:

- Manifestación dinámica máxima, entendida como la fuerza realizada sin limitación de tiempo, con la mayor carga posible en un solo movimiento (Vittori, C. 1990, citado por Reyes, G. 2007).
- Manifestación dinámica relativa, que se expresa en función de la manifestación dinámica máxima (Vittori, C. 1990, citado por Reyes, G. 2007).
- Fuerza inicial, que es la manifestación de fuerza al inicio de una acción muscular en muy corto periodo de tiempo (Verhoshansky, 2000, citado por Jaimes, M. s.f).

- Fuerza de aceleración, también entendida como fuerza explosiva, y que se da en la manifestación de la tensión muscular en fase de aceleración (Schmidtleicher, 1992, citado por Jaimes, M. s.f)

Y la *manifestación reactiva*, o también nombrada *manifestación pliométrica* (Rodríguez, 1997), es aquella donde se ve implicado el ciclo de acortamiento-estiramiento mencionado por Gonzales Badillo (2000), es decir, implica las tres acciones musculares (excéntrica- isométrica- concéntrica) de manera sucesiva en dos ciclos. Ésta, a diferencia de la fuerza activa, permite aprovechar energía potencial, que luego es transformada en energía cinética (Barbany, J. 2002). A su vez la manifestación reactiva, se divide en:

- Fuerza elástico- explosiva, que se refiere a una acción rápida y potente, donde entra en juego el componente elástico, y donde la fase excéntrica no se realiza a alta velocidad. (Jaimes, M. s.f).
- Fuerza reflejo- elástico- explosiva, que difiere de la fuerza elástico-explosiva, por la adición del efecto miotático debido a la mayor velocidad del ciclo acortamiento-estiramiento (Jaimes, M. s.f).

Tanto Rodríguez, P. (1997, como Jaimes, M. (s.f), establecen que la fuerza resistencia es una derivación de cada tipo de fuerza del sujeto, que se da

cuando éste se somete a esfuerzos de alta duración, lo que produce la disminución de su efectividad (Verkhoshansky, 2000, citado por Jaimes, M. s.f). Desde este punto de vista, toda manifestación de fuerza tendría consigo una fuerza resistencia.

2.1.4 Fuerza Explosiva

La fuerza explosiva, desde el punto de vista de la física, es también denominada fuerza-velocidad (Rodríguez, P. 1997) donde el sistema neuromuscular en este caso origina una contracción a máxima velocidad (potencia) ante una resistencia dada. Distintos autores la definen como “la capacidad del sistema neuromuscular para mover el cuerpo, partes del cuerpo y objetos con velocidad máxima” (Weineck, J. 2005); también Martin D, Carl, K & Lehnertz, L, H. (2007), establecen una segunda definición considerando el factor tiempo: “La capacidad de desarrollar valores de fuerza elevados en una unidad de tiempo”; mientras que Vasconcelos, A. (2009) involucra la velocidad de la contracción muscular: “La capacidad del sistema neuromuscular para vencer resistencias con una elevada velocidad de contracción”, al igual que Reyes, C., Carvajal, J., Despaigne, E., Menéndez, S & Portoundo, G. (2011) “la capacidad del sistema neuromuscular para superar resistencias con una alta velocidad de contracción (potencia, fuerza rápida)”.

En la misma línea Rodríguez P. (1997), establece que existe una relación entre los elementos elásticos de las fibras musculares, relacionados con el ciclo de acortamiento-estiramiento. Así mismo, tanto Rodríguez, P (1997), como Anselmi, H (2011), justifican la presencia de dos tipos de fuerzas explosivas: la fuerza explosivo- elástica, y la fuerza explosivo-elástico-reactiva. Ambas, corresponden según Rodríguez, P., como subclasificación también de la fuerza pliométrica, la cual se caracteriza por aprovechar la energía acumulada en el proceso de estiramiento-acortamiento muscular: La fuerza explosivo-elástica-reactiva, produce una reducción del proceso estiramiento- acortamiento, generando un aumento en la contracción subsiguiente. “Se produce una reducción sensible del ciclo estiramiento-acortamiento, circunstancia que añade a la acción restituida de los tejidos la intervención del reflejo miotático o reflejo de estiramiento, que aumenta en gran medida la contracción subsiguiente” (Rodríguez, P. 1997).

Otros autores, como Gonzales Badillo (2000), citado por Jaimes, M. (s.f), consideran que la fuerza explosiva tiene mucho que ver con el tiempo de ejecución, estableciendo que fuerza explosiva, es la fuerza producida y el tiempo necesario para ello, conceptuándola en unidad de tiempo expresada en (N/s).

Existen diversas formas de medir la fuerza explosiva, dentro de los cuales el más actual corresponde al test de Bosco.

2.1.5 Test de Bosco.

El test de Bosco cobra relevancia debido a que, en la actualidad, la potencia es una de las características de los deportes que se hace determinante para tener éxito. Para esto, es necesario realizar mediciones de fuerza explosiva. El test de Bosco permite valorar características individuales a través de un método simple. Carmelo Bosco, en base a todas las actualizaciones de todos los anteriores investigadores, introdujo una plataforma de contacto que permite evaluar y caracterizar todos los parámetros funcionales relacionados con el esfuerzo realizado en el tren inferior e inclusive superior, implicados en un salto (Acevedo, Y., Hincapie, F.; Sánchez, J. 2008). Corresponde a una batería de test de saltos verticales, integrada con una plataforma de salto de medidas 104x82 cm desplegado y 34x41x6 cm plegado, y software DM jump de evaluación cinemática versión 2.01. Ésta, a través de la ejecución de distintos saltos con protocolos establecidos, permite valorar características funcionales (altura y potencia), neuromusculares (implicancia de energía elástica, reflejo miotático, índice de fatiga) y morfológicas (tipos de fibras musculares) de la musculatura agonista y del tren inferior. Los saltos que considera son:

Squat Jump (SJ): O test de fuerza explosiva concéntrica por otros autores es un salto realizado desde posición de semi sentadilla con las rodillas semi

flexionadas a 90°. Éste permite evaluar la fuerza explosiva sin reutilización de energía elástica ni aprovechamiento del reflejo miotático.

Counter Movement Jump (CMJ): Éste también es llamado test de la fuerza concéntrico- explosiva- elástica, consiste en realizar un salto desde posición de pie, y con acción de contra movimiento. Permite evaluar la fuerza explosiva con reutilización de energía elástica, pero sin aprovechamiento del reflejo miotático.

Drop Jump (DJ): También denominado test explosivo- elástico- reflejo, y consiste en un salto desde posición de pie y con caída desde altura hacia el suelo (salto polimétrico). Éste permite medir la fuerza explosiva de los miembros inferiores con aprovechamiento del reflejo miotático.

Repeat Jump (RJ): Consiste en realizar saltos repetidos sucesivamente con técnica de CMJ, pudiendo ser desde los 5 a los 90 segundos. Existen diversas variaciones principalmente de segundos en este test siendo posible de 5-10-15-20-45- 60 y 90 segundos. Permite valorar la fatiga provocada por contracciones musculares máximas sin descanso intermedio.

Si bien existe gran variedad de tipos de saltos en la batería del test de Bosco, los saltos verticales sin contramovimiento, como el ejecutado en el SJ, tienen una gran relevancia al momento de medir fuerza explosiva (Sheppard,

2003. Citado por Martín, R.; Fernández, M., Viana, O.; Aguado, X., Vizcaya, F.2008)

Para realizar el SJ, el sujeto se encontrará sobre una plataforma de fuerza, con los pies separados a la anchura de los hombros y en posición de sentadilla, es decir, con articulación de la rodilla en 90°, que se midieron con un goniómetro terapéutico de marca *prestige medica*, el tronco erguido y manos agarrando la cintura, tal como lo muestra la figura 5.

El salto, no contempla contra movimiento ni ayuda de los brazos (Rodríguez, P. 1997). Los resultados obtenidos en tal prueba permiten evaluar relación tiempo-fuerza, dando como resultado el impulso mecánico, la determinación de la velocidad vertical de despegue, y la altura alcanzada por el centro de gravedad.

2.2 Fatiga muscular.

López-Chicharro, J & Fernández, A. (2006), cita a Edwards (1981), para indicar que la fatiga muscular es la incapacidad del músculo esquelético para mantener una determinada potencia máxima en un tiempo de ejercicio,

definición que puede ser complementada por Bigland-Bitchie y cols (1986), citado por López-Chicharro & Fernández, A. (2006), quienes indican que se ve una reducción en la tensión muscular máxima.

Como características principales de la fatiga muscular, se identifica, según López-Chicharro, J & Fernández, A. (2006) primero, la disminución de la capacidad de rendimiento de trabajo, y segundo, la incapacidad del músculo de generar fuerza máxima. Edwards, (1982), citado por Maulén, J. (2005), establece que esta inhibición en el desarrollo de la fuerza. puede deberse a nivel de activación, estimulación, contracción y relajación, e incluso, pudiesen darse alteraciones simultáneas en estos procesos.

2.2.1 Mecanismos de la fatiga.

López-Chicharro, J y col (2006), establece que la disponibilidad de metabolitos, pueden ser la causa de la aparición de fatiga. A su misma vez, estos dependen de factores relacionadas con la carga, como la intensidad, la duración y la densidad de los ejercicios, relacionados con el tipo de ejercicio, ya sean contracciones isométricas o dinámicas, relacionadas con el tipo de fibras musculares a utilizar, y relacionadas con la disponibilidad inicial de sustratos energéticos. Algunos mecanismos metabólicos que están relacionados con la fatiga son expuestos en tabla 1:

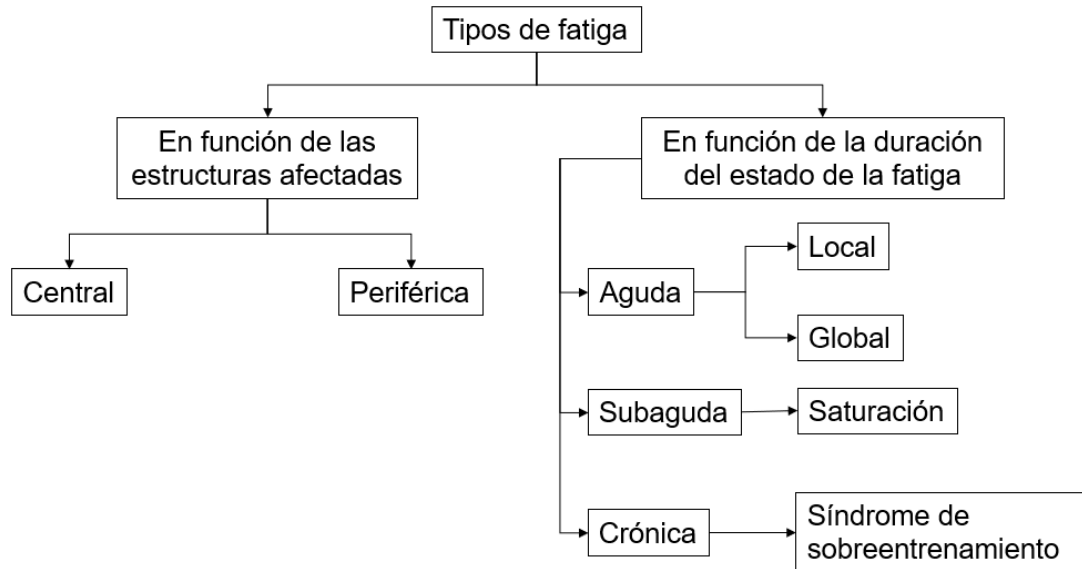
Tabla 1: Mecanismos metabólicos que pudiesen generar fatiga muscular. según López-Chicharro, J., Fernández, A. (2006).	
Elevación en concentración de amoniaco	Se produce amoniaco, debido a la neoglucogénesis producida en el hígado que se lleva a cabo cuando las reservas de glucógeno hepático empiezan a agotarse. El amoniaco se relaciona con la aparición de fatiga.
Hipoglicemia	Aparece cuando hasta la neoglucogénesis se hace insuficiente para mantener la glicemia durante un esfuerzo prolongado, relacionándose directamente con la fatiga.
Disminución de concentración de glucógeno muscular	Cuando disminuyen las concentraciones de glucógeno muscular, disminuye con ello el suministro de ATP al aparato contráctil, disminuyendo la posibilidad de tensión muscular máxima (fatiga)
Disminución de PCr	Se sugiere que el papel de la PCr en la fatiga es indirecto, ya que solo puede limitar la velocidad de resíntesis de ATP, disminuyendo los valores de ATP del sarcolema, por debajo de niveles críticos (1mM), situación que es poco probable
Acumulación de lactato	La acumulación de lactato depende de la intensidad, duración y tipo de contracción muscular del trabajo. Durante ejercicios de alta intensidad (sobre 80%VO ₂ máx.) y de corta duración, hay una formación importante de piruvato a partir de la glucolisis y glucogenólisis, una parte del cual es transformado en lactato. También es mayor en ejercicios con predominancia de fibras de contracción rápida.
pH	En esfuerzos de alta intensidad, aumenta la concentración de H ⁺ de manera proporcional al lactato. Como consecuencia, produce un descenso en el pH. El aumento de concentración intracelular de H ⁺ puede ocasionar fatiga de diversas formas: <ul style="list-style-type: none"> - Reducción de la afinidad de Calcio por troponina - Disminución de liberación de calcio del retículo endoplasmático (R.E) - Reducción de captación de calcio por el R.E. - Alteración en actividad de puentes cruzados, ya sea por la disminución en su número o disminución en capacidad de generar tensión. - Inhibición de actividad miosina ATPasa - Inhibición de enzimas afectando los procesos que generan ATP

	<ul style="list-style-type: none"> - Disminuye la capacidad de la membrana sarcoplasmática de excitarse, ya que aumenta la permeabilidad de K^+ generando acumulación de este al exterior del sarcoplasma, que produce una despolarización de la membrana inactivando los canales de Na^+, afectando el funcionamiento del potencial de acción.
Acumulación de fosforo inorgánico (Pi)	<p>Su acumulación se ve asociado a fatiga, principalmente en fibras de contracción rápida. Algunos mecanismos de acción que produce son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inhibición de ATPasas miosina y bomba de Ca^{+2} del R.E. - Alteración de canales de rianodina del R.E - Desacoplamiento de receptores dihidropiridina y rianodina

2.2.2 Clasificación de fatiga.

Existen diversas clasificaciones de la fatiga, según García, C. (2016), basándose en Guillén del Castillo, M. (2003), reconoce su división según momento de aparición (fatiga aguda, subaguda y crónica), o en función de las estructuras afectadas (centrales o periféricas), como indica la siguiente figura:

Figuras 1: Tipos de fatiga.



Guillén del Castillo, M., Linares, D. (2003). Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano.

En función de las estructuras afectadas, se encuentra la fatiga central. Esta corresponde a alteraciones en el funcionamiento cerebral que afectan la conducción de impulsos, es decir, se ve alterada uno o más procesos que intervienen desde la elaboración hasta el transporte de la orden hacia el sarcolema (López-Chicharro, J. et al 2006) Ésta pudiese afectar en los mecanismos centrales de la mantención de la fuerza (Davis, Baile, 1997, citado por Gómez, R., et al 2010). Las posibles causas de este fenómeno son la alteración en la excitación neuronal y el fallo en la transmisión del potencial de acción al área postsináptica, involucrado la producción y acción del neurotransmisor (García, C. 2016). Con respecto a este último, Gómez, C, et al

(2010), en su revisión bibliográfica establece que uno de los principales mecanismos asociados a la fatiga central, corresponde a la alteración en síntesis y actividad de algunos neurotransmisores como la serotonina, la dopamina y la acetilcolina, cuyas funciones pudiesen estar involucradas en la fatiga periférica.; y la fatiga periférica, la cual, según Gómez, C, et al (2010), el resultado de las alteraciones homeostáticas en el músculo esquelético, debido a la falla o limitación de uno o más procesos en la unidad motora. Se han establecidos diversos mecanismos que producen este fenómeno, los cuales algunos no se encuentran del todo comprobados. López-Chicharro, J., Fernández, A. (2006), indica que fatiga muscular periférica se da cuando se producen alteraciones al interior de las fibras musculares, ya sea en la transmisión del impulso nervioso al llegar al sarcolema muscular, en la generación del potencial de acción, durante la excitación en el sistema tubular transversal, en la activación de suministro energético relacionado con la liberación de calcio, la interacción de actina-miosina, entre otros.

Por otro lado, según momento de aparición, Guillén del Castillo, M., Linares, D. (2003), declaró la fatiga aguda, subaguda y crónica, que serán detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 2: Tipos de fatiga muscular según momento de aparición.	
Fatiga aguda.	Según Gómez, C., et al (2010), la fatiga muscular aguda corresponde a una “...incapacidad de seguir generando un nivel de fuerza o una intensidad de ejercicio determinada”. Enok, Stuart (1992), citado por Gómez, C., et al (2010), establecen que la fatiga está asociada a una incapacidad del músculo esquelético para generar elevados niveles de potencia y fuerza, y a la incapacidad de mantener un nivel de intensidad determinado en el tiempo, debido a la disminución de velocidad de contracción y al aumento del tiempo de relajación muscular. Según Guillen (2003), la fatiga depende de variables de la carga, como intensidad, duración, tipos de contracción y densidad. Según García, C. (2016), ésta se puede dar a nivel general, o en un tipo muscular determinado.
Fatiga subaguda.	García, C. (2016), establece que la fatiga subaguda, se manifiesta cuando se aplican cargas de trabajo sin haber completado periodos de recuperación entre series o repeticiones.
Fatiga crónica.	Ésta, se da cuando permanece por mayor tiempo en el cuerpo (García, C. 2016), debido a una imposibilidad de los tejidos de recuperarse de manera completa. Requiere, por tanto, periodos más largos de recuperación, ya que de otra forma, pudiese generar sobreentrenamiento y/o lesiones de tejidos e incluso de órganos.

2.2.3 Evaluación de la fatiga.

La evaluación de la fatiga muscular local, se han basado tanto en métodos científicos, como lo son científicos, como las técnicas de electromiografía (EMGs), la cual es considerado el mejor método para evaluar fatiga muscular local, ya que no habría influencia de otro tipo de factores (De Luca, 1997, citado por Huerta, N., Pino, R. 2003), y los prácticos, que se basan en la diferencia de

registros o tiempos de resistencia en una tarea determinada (Huerta, N., Pino, R. 2003). Entre éstos últimos métodos prácticos para la evaluación de fatiga, y adecuado a la población en estudio, se encuentra el test de Rast.

2.2.3.1 Test de Rast como instrumento para evaluar índice de fatiga.

El test de Rast, nace al alero de Wingate test, y corresponde a un test de campo utilizado en deportes de modalidad de ritmos intermitentes con el fin de medir potencia y capacidad anaeróbica a través de la medición de índice de fatiga, potencia máxima y potencia media por medio de instrumentos de fácil acceso. A diferencia de Test Wingate, éste logra establecer una mayor correlación en cuanto a la potencia anaeróbica (Queiroga, M., Cavazzotto, T., Katamaya, K., Portela, B., Tartatuga, M y Ferreira, S. 2013). Este test basado en sprints fue desarrollado en la Universidad de Wolverhamton en el Reino Unido para evaluar performance anaeróbica, entregando información sobre potencia e índice de fatiga. Como es un test de carrera es ideal para testear deportistas con este tipo de movimiento como base de su disciplina.

A partir de los datos que arroja, se pueden obtener valores de velocidad, aceleración, fuerza y potencia, los cuales son indicados en la siguiente tabla:

Tabla 3: Fórmulas para cálculo de indicadores de test de Rast.

Tabla 3: Fórmulas para cálculo de indicadores de test de Rast.		
Indicador	Fórmula.	Unidad de medida
Velocidad	Distancia + tiempo	Segundos (s)
Aceleración	Velocidad + tiempo	Metros por segundo al cuadrado (m/s ²)
Fuerza	Peso * aceleración.	Newton (N)
Potencia (P)	Fuerza * velocidad; o peso * distancia ² + tiempo ³	Potencia absoluta (W) Potencia relativa (W*Kg)

De éstos mismos se desprenden otros 4: Potencia máxima, potencia mínima, potencia media e índice de fatiga:

Potencia máxima: Es la medida de potencia más alta y provee información sobre la fuerza y la velocidad máxima de sprint.

Potencia mínima: Es la menor potencia registrada y se la utiliza para obtener el índice de fatiga.

Potencia media: Sumatoria de los 6 valores dividido 6. También llamada potencia media, indica la habilidad del atleta de mantener potencia en el tiempo. Un alto valor expresa la mejor disposición de un deportista de mantener el rendimiento anaeróbico.

Índice de fatiga (%): Esta se obtiene a través de la fórmula $\frac{PA_{max} - PA_{min}}{PA_{max}} \times 100$ Ofrece la relación de declinación en la potencia del

evaluado. Un bajo valor muestra la alta habilidad de un atleta en la capacidad anaeróbica. Cuando se expresa en W/s, un resultado mayor a 10 evidencia que se necesita focalizar trabajos de tolerancia al lactato. Cuando se expresa en porcentaje de la potencia máxima, valores menores a 25 se correlacionan a deportistas con muy buena resistencia anaeróbica.

CAPITULO III: METODOLOGÍA.

En el presente apartado se dará a conocer de forma detallada los procedimientos utilizados, estos dieron respuesta a los objetivos planteados en la investigación. Para dar a entender el concepto método e investigación, epistemológicamente, la palabra método deriva del griego meta (más allá, fin) y hodus (camino), es decir “Camino para conseguir un fin” (Bisquerra, R. 2012) y por otra parte investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que explican un estudio o un problema (Hernández, R., Fernández, C y Del pilar, B. 2014).

3.1 Enfoque.

El siguiente estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo, ya que, se recolectaron datos en base a la mediación numérica, a través de un proceso estandarizado (Hernández. et al 2014). Este enfoque intenta dar respuesta a las hipótesis antes planteadas, a través de una investigación de carácter descriptiva en donde existen dos variables de investigación, siendo la primera la fuerza explosiva y la segunda el índice de fatiga, las cuales fueron medidas a través del test de Bosco y test de Rast respectivamente.

3.2 Paradigma de investigación

Según Villalobos (2006) citado por Hernández et al (2014), un paradigma es un conjunto de creencias compartidas por un grupo, o bien, el conjunto de teorías, valores o técnicas de investigación de una determinada comunidad científica que sirve de modelo o ejemplo a un grupo o comunidad que lo acepta. El estudio se desarrolló en torno al paradigma positivista, el cual se caracteriza, según Dobles, Zúñiga y García (1998) citado por Hernández et al (2014), por afirmar que el único conocimiento verdadero es producido por la ciencia y uso del método.

3.3 Diseño de la investigación.

El diseño de investigación es el plan o estrategia concebida para obtener la información que se requiere, dar respuesta al problema formulado y cubrir los intereses del estudio (Bisquerra, 2012). Hernández et al (2014), clasifica los diseños en experimental y no experimental. El presente estudio, se utilizó el diseño no experimental, debido a que no se hace variar intencionalmente las variables independientes (Parra, R y Toro, I. 2006), sino que más bien se basa en la observación de los fenómenos y cómo se comportan éstos en su entorno, para después poder identificarlos, analizarlos o relacionarlos (Hernández, et al 2014).

3.4 Corte.

Se adopta un corte transaccional o transversal. Esto considera la recolección de en un solo momento, siendo su propósito describir variables y la relación en el momento de recolección y no su intervención (Hernández, et al 2014).

3.5 Alcance.

El alcance de esta investigación es de tipo descriptivo correlacional: descriptivo, ya que pretende medir y recoger información sobre las variables de estudio, de tal forma que puedan ser sistematizadas en un nivel taxonómico descriptivo, sin pretender relacionar o explicar el fenómeno (Hernández et al, 2014) y correlacional, ya que se busca conocer la relación que existe entre dos variables en una muestra en particular (Hernández et al, 2014), siendo la principal utilidad el saber cómo se puede comportar una variable, al conocer otra, es decir, trata de predecir el valor aproximado que tendrá una variable, a partir del valor que posee en la otra (Hernández et al, 2014).

Se intentará comprobar la relación entre fuerza explosiva, medida a través de la prueba SJ del Test de Bosco, con el índice de fatiga, medida a través del test de Rast, en una población de futbolistas universitarios seleccionados de la UCSC.

3.6 Variables de estudio.

Las variables de investigación corresponden a la variable independiente, siendo la primera, aquella que el investigador manipula o selecciona según lo que se observa, siendo en este caso la fuerza explosiva; y la dependiente, que es aquella que no se manipula, pero si se esperan los cambios, y que en este caso se identifica como índice de fatiga.

La operacionalización de dichas variables es presentada en tabla 4.

Tabla 4: Operacionalización de las variables

Tabla 4: Operacionalización de las variables.						
Variable	Tipo de variable	Naturaleza de la variable	Definición conceptual	Definición operacional.	Escala	Instrumento de evaluación
Fuerza explosiva miembros inferiores	Independiente	Cuantitativa	Capacidad para generar la mayor fuerza en el menor tiempo posible (Gonzales Badillo, Ribas, 2002, citado por Juárez, D., López de Subijana, C., de Antonio, R., Navarro, E.2008)	Se obtiene en valores absolutos (N) o relativos (N.kg).	De razón, continua	Test de Bosco, a través de salto SJ
Índice de fatiga	Dependiente.	Cuantitativa	Corresponde a la relación de declinación en la potencia del evaluado.	Se obtiene a través de la resta de PAm _{ax} – Pamin. /PA _{max} X100 (%)	De razón, continua	Test de Rast, con test de 35m x 6 sprint con 10 segundos de pausa activa entre cada sprint.

3.7 Sujetos de la investigación.

En el siguiente apartado se definen las características del grupo con el cual se trabajó durante la investigación, los cuales fueron futbolista entre 18 y 25 años, que cumpliesen con criterios de inclusión.

3.7.1 Población.

Una población de estudio, según Tamayo, M., (1997) “es la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de investigación”. En la investigación realizada, la población de estudio correspondió a seleccionados de fútbol de la UCSC. Esta población fue escogida por diversos motivos: primero, la accesibilidad de ellos en la casa de estudio, segundo, la disponibilidad del cuerpo técnico, lo que facilitó el proceso de toma de datos, y tercero, el buen rendimiento de estos mismos en el tiempo, queriendo contribuir a este mismo grupo.

3.7.2 Muestra y técnica de muestreo.

Entendiendo que una muestra es un “subgrupo de la población de la cual se recolectan los datos y debe ser representativo de dicha población” (Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P. 2003), en el siguiente estudio se utilizó una

muestra de 9 jugadores pertenecientes a la selección masculina de fútbol de la UCSC.

El método de muestreo utilizado fue el no probabilístico por conveniencia (Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P. 2010), escogiendo a aquellos jugadores que, cumpliendo criterios de inclusión, tuvieran una fácil accesibilidad para participar de la investigación.

A continuación, se especifican criterios de inclusión y exclusión considerados:

Criterios de inclusión:

1. Firmar el consentimiento informado.
2. Tener entre 18 y 25 años.
3. Tener como mínimo tres meses de entrenamiento regular y constante con la selección de la universidad católica de la santísima concepción.
4. No haber sufrido lesiones de ningún tipo en los últimos tres meses.

Criterios de exclusión

1. No haber firmado carta de consentimiento informado.
2. Tener menos de 18 o más de 25 años.
3. Tener menos de tres meses de entrenamiento regular y constante con la selección de la universidad católica de la santísima concepción.
4. Poseer o haber sufrido lesiones de cualquier tipo en los últimos tres meses.

Las características de la muestra analizada, se presenta en la siguiente tabla: Tabla 5, muestra los datos bioantropométricos del grupo:

Tabla 5: Valores medios y de desviación estándar para edad, talla y peso de población en cuestión.

Tabla 5: Valores medios y desviación estándar para edad, talla y peso de población en cuestión.		
	Media	DE
Edad (años)	21	± 1,7
Estatura (cm)	171,1	± 6,3
Peso (kg)	72,2	± 13,27

Abreviaciones: Cm=centímetros; Kg=Kilogramos; DE=desviación estándar.

Se aprecian los resultados estadísticos descriptivos para la edad, talla y peso de la población de estudio. La población tiene una edad media y

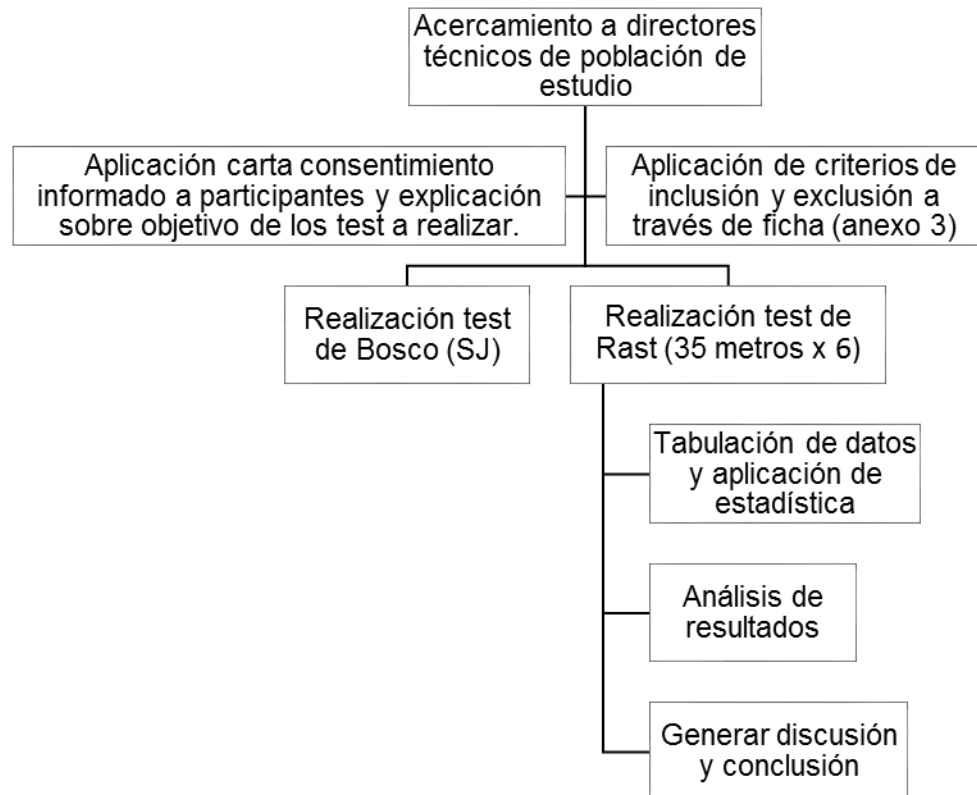
desviación estándar de $21 \pm 1,7$ años, una estatura de $171,1 \pm 6,3$ cm y $72,2 \pm 13,27$ kg de peso.

3.7 Metodología de recolección de datos.

El trabajo de campo se realizó entre los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2017.

Se realizó según la siguiente maniobra de investigación:

Figura 4: Maniobra de investigación.



Como recurso, se utilizarán las instalaciones de la UCSC, y en cuanto a los implementos, se utilizarán la plataforma de salto del Test de Bosco y los sensores de foto celda del Test de Rast.

Se realizaron las evaluaciones de manera separadas, teniendo por lo menos 48 horas de diferencia entre la toma de un test con el otro, con el objetivo de no interferir en los resultados. El horario de recolección de datos será en la mañana desde las 12:00 a 13:00pm, puesto que Platonov (1991) citado por Hernández, R., Pérez, J. (2013). indica que, de manera general, puede decirse que el rendimiento físico comienza a aumentar a partir de las 7:00am, alcanzando sus niveles mayores entre las 10:00 y 13:00 pm., disminuyendo luego entre las 16:00 y 19:00pm.

En cuanto a la forma de ejecución de ambos test estos contemplaron los siguientes pasos en común:

1. Acercamiento y explicación de objetivos de los test y utilidad de su relación.
2. Introducción del test a los evaluados, explicando auditiva y visualmente.

3. Entrega de requisitos previos a la realización del test.
4. El día de la realización del test de Bosco, los evaluados serán previamente pesados con balanza digital.
5. El día de cada test, se realizará una segunda explicación auditiva y visual del test correspondiente.
6. Realizar calentamiento dirigido por investigadores.
7. Realización del test.

Esto con el objetivo de asegurar que la población cumplió con los criterios de inclusión, y para la facilitación de recolección de datos, se dispuso de una Ficha de evaluación (anexo 3), la cual se realizó el día de ejecución del primer test (Test de Bosco), la cual fue llenada por un evaluador.

3.9 Tratamiento de datos

Para el análisis de datos de esta investigación se utilizó técnicas cuantitativas (Blanch y Jockes, 1997, citado por Blanco, C. 2009). En primer lugar, se identificó y definió el problema a resolver, a continuación, sobre la muestra obtenida se aplicaron herramientas estadísticas que fueron necesarias para su análisis. Los investigadores luego tabularon los datos, obteniendo de ellos medidas que constituyeron un resumen de información relevante sobre la

muestra (Romero, D. 2007). Finalmente se recurrió a modelos matemáticos que nos ayudarán a analizar de manera inferencial los datos, con el propósito probar hipótesis planteada (Romero, D. 2007).

3.10 Instrumentos.

Este estudio al tener un enfoque de tipo cuantitativo, el instrumento a aplicar debe medir las variables contenidas en nuestras hipótesis (Bostwick y Kyte, 2005, citado por Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P. 2006). Se utilizó para la investigación dos instrumentos: el test de Bosco y el Test de Rast.

3.10.1 Test de Bosco.

El test de Bosco evaluado fue realizado con una plataforma de salto de medidas 104x82 cm desplegado y 34x41x6 cm plegado, y software DM jump de evaluación cinemática versión 2.01, donde se evaluó Squat Jump, el cual permite evaluar fuerza explosiva sin reutilización de energía elástica ni aprovechamiento del reflejo miotático. Para la ejecución de este salto, son necesarias, según Rodríguez, P. (1997), el control de algunas variables:

1. La alfombra de salto debe estar en una superficie plana, antideslizante, lisa y dura.
2. El evaluado debe realizar un buen calentamiento previo a la realización del test, principalmente enfocado en musculatura extensora del tren inferior.
3. El evaluado no debe estar fatigado el momento de realizar test
4. No se debe permitir al evaluado realizar un contra movimiento, ya que se verían involucrados otros elementos contráctiles que el test no valora.
5. Toda la planta de los pies del evaluado debe estar en contacto con el suelo en fase previa al salto.

Figura 5: Representación gráfica Test de Bosco.



Además, se establece el protocolo básico para la ejecución de éste mismo:

1. El evaluado se sometió a un calentamiento de 10 minutos indicado por los investigadores que contempla:
 - Calentamiento general (5 minutos).
 - Movilidad articular activa, enfocada en articulaciones de tren inferior.
 - Calentamiento específico, a través de activación de musculatura extensora- flexora de tren inferior y ejercicios pliométricos.

2. El evaluado se ubicará sobre el medio de la plataforma de salto, siguiendo indicaciones del evaluador.
3. La posición inicial corresponde a una semi-sentadilla, formando un ángulo 90° en la rodilla de ambos segmentos inferiores, pies separados a la anchura de los hombros apoyados con planta completa, tronco erguido, vista al frente, manos ubicadas a la altura de la cadera.
4. El salto se debe realizar a la señal del evaluador, sin realizar contra movimiento alguno y sin despegar las manos de las caderas, manteniendo tronco erguido, piernas extendidas y pies en flexión plantar, efectuando la caída en el mismo sitio del lugar de inicio.
5. El salto se ejecutará tres ocasiones, separadas por dos minutos cada una, indicado por los evaluadores.

Una vez realizado el salto, el software arrojó medidas de altura promedio, número de saltos, mayor y menor altura de los saltos y potencia desarrollada (Garrido, R y Gonzáles, M. 2004). Estos datos, serán posteriormente analizados de manera estadística.

3.10.2 Test de Rast.

El test de Rast utilizado, corresponde al test de 6 sprint de 35 metros cada uno, con pausa inter-repeticiones de 10 segundos.

El test se realizó del siguiente modo:

1. Se registran el peso (en kg) y estatura (cm) del atleta antes de comenzar el test, con la menor ropa posible.
2. El sujeto deberá realizar calentamiento con una duración de 10 minutos y recuperación de 5 minutos. Este calentamiento es dirigido por investigadores y contempla:
 - Calentamiento general: Entrada en calor, a través de juegos con balón simples.
 - Activación articular, a través de movimientos articulares activos.
 - Calentamiento específico: Activación neuromuscular, a través de ejercicios especializados como skipping, talones al glúteo, estocadas, sentadillas y ascensiones
 - 2 minutos de pausa previa a realizar el test, destinado a recuperación e hidratación.
3. Posterior a esto deberá completar 6 pasadas de 35 metros a máxima velocidad, en el cual tendrá 10 segundos de pausa entre cada sprint.

4. El investigador debe registrar los tiempos en cada pasada con precisión de centésimas de segundo.

Figura 6: Test de Rast.



Posteriormente, se obtuvieron valores de índice de fatiga, valor que fue analizado estadísticamente.

3.11 Validez del instrumento

La confiabilidad de pruebas de saltos verticales es alta (Brown y Weir, 2001., citado por Calderón, X y Montero, M, 2004). Ashley y Weiss encontraron un alto coeficiente de correlación para test repetidos de salto vertical, ellos realizaron una separación de 48 horas entre cada prueba (Ashley y Weiss, 1994, citado por Amú, F. 2011). Con esto, se ha sugerido que existe poca

variabilidad para el rendimiento en pruebas que involucran salto vertical, aun cuando éstas sean realizadas en distintas sesiones (Arteaga y cols., 2000, citado por Calderón, X y Montero, M. 2004).

Cabe destacar que el test de Rast que se utilizará para la obtención de resultados responde positivamente a la principal característica de un instrumento, lo cual es su validez, que en términos generales se refiere, al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir (Hernández et al, 2006).

Con la intención de investigar la validez del criterio, la confiabilidad relativa y absoluta del test de Rast, se utiliza una muestra de 23 varones jugadores de fútbol amateurs. Los participantes completaron el test de Rast (35 metros) en dos ocasiones y una prueba de Wingate como criterio de medida de potencia anaeróbica. En dicho estudio la validez del criterio resulta ser fuerte para la potencia máxima ($r= 0,70$, $p<0,001$) y la potencia promedio ($r= 0,60$, $p= 0.002$). En consecuencia, Rast mostró una fiabilidad relativa muy buena para la potencia media, $ICC = 0,88$ (0,74-0,95: 95% CI), y una buena fiabilidad relativa para la potencia máxima, $ICC= 0,72$ (0,44-0,87: IC del 95%). (Burgess, K; Holt, T; Munro, S; & Swinton, P. 2016).

Por lo consiguiente, el test de Rast es una prueba de campo práctica y relativamente confiable para estimar y monitorear los niveles de potencia anaeróbica promedio de un equipo de fútbol amateur (Burgess, K y et al, 2016).

En conclusión, ambos test de la valoración de la fuerza explosiva (“Squat Jump”) e índice de fatiga han sido estudiados y validado la confiabilidad de sus resultados, siendo estos de importancia para poder conocer la capacidad de los deportistas en este caso futbolistas de la selección masculina de futbol de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

3.12 Estadística.

Para el análisis de la información, se consideró estadística descriptiva con valores de tendencia central de media y desvío estándar como medida de dispersión, a partir de los objetivos descriptivos planteados.

En primer lugar, se debe hacer prueba de normalidad, ya que el $n < 30$, lo que implica ver si el comportamiento de nuestras variables numéricas sigue una distribución normal. Se sometió a los valores a prueba de normalidad, para corroborar si se está hablando de un muestreo de distribución normal, lo que se refiere a una descripción matemática de todos los posibles resultados del muestreo, y la probabilidad de cada uno de ellos. Esto quiere decir, que, al realizar el cálculo de la media de todas las posibles muestras extraídas de una población, esas medidas se distribuirán de manera normal; es decir, concentrándose en torno al valor medio, y en menor cantidad, muestras lejanas a este valor (Díaz, I., García, C., León, M., Ruiz, F y Torres, F 2014).

Para correlacionar la puntuación de los resultados de fuerza explosiva con el índice de fatiga, se utilizó el coeficiente de relación de Pearson a través del sistema SPSS 15.0, el cual corresponde a un coeficiente paramétrico adecuado para una muestra de distribución normal. Este coeficiente, permite medir la fuerza y la dirección de la asociación entre dos variables cuantitativas. Sus valores van desde 1 a -1, siendo los valores extremos los que indican más correlación entre las variables, y siendo 0 el punto que indica que no existe correlación. Los valores positivos (+) y negativos (-), indican si la correlación es directa o indirecta respectivamente (Díaz, I, et al, 2014).

Para la interpretación de resultados del coeficiente de Pearson, se considera lo siguiente:

Tabla 6: Interpretación de resultados de coeficiente de Pearson.

Tabla 6: Interpretación de resultados de coeficiente de Pearson.	
± 0 a $\pm 0,2$	Mínima
$\pm 0,2$ a $\pm 0,4$	Baja
$\pm 0,4$ a $\pm 0,6$	Moderada
$\pm 0,6$ a $\pm 0,8$	Buena
$\pm 0,8$ a ± 1	Muy buena

Según el nivel de correlación de Pearson encontrado, se puede evaluar el grado de relación directa o indirecta que éstos tienen.

3.13 Aspectos Éticos.

Todos los sujetos seleccionados participan de forma voluntaria procediendo de acuerdo con la declaración de Helsinki considerando los siguientes aspectos éticos:

- El proyecto y método de todo estudio en seres humanos deben describirse claramente y ser justificados en un protocolo de investigación.

- Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la integridad de la persona que participa en la investigación y la confidencialidad de su información personal.
- La participación de personas capaces de dar su consentimiento informado en la investigación debe ser voluntaria. Ninguna persona capaz de dar su consentimiento informado debe ser incluida en un estudio.
- Los investigadores, autores, auspiciadores, directores y editores todos tienen obligaciones éticas con respecto a la publicación y difusión de los resultados de su investigación. Todas las partes deben aceptar las normas éticas de entrega de información. Se deben publicar tanto los resultados negativos e inconclusos como los positivos (De Helsinki, D., 2013).

CAPÍTULO IV: ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en Test de Rast y Test de Bosco de los 9 jugadores de fútbol amateur de la UCSC evaluados. Se

presentan los datos correspondientes a Test de Bosco; y finalmente, los resultados de test de Rast.

Los datos obtenidos, están sometidos a prueba de normalidad Shapiro-Wilk, para verificar la distribución normal de los datos, arrojando resultados de normalidad adecuada. Debido a esto, se procedió a utilizar coeficiente de relación de Pearson y coeficiente de significancia.

4.1.1 Análisis Resultados Squat Jump.

Las tablas número 7, presentan resultados de test de Bosco (SJ).

Tabla 7: Potencia máxima absoluta (W) de todos los saltos SJ y relativa (W/kg) del mejor SJ.

Tabla 7: Potencia máxima absoluta (W) de todos los saltos SJ y relativa (W/kg) del mejor SJ.					
Sujeto	Peso	Primer salto (W)	Segundo salto (W)	Tercer salto (W)	Mejor potencia máxima relativa (W)
Sujeto 1	80,4	3315	3272	3329	41,41
Sujeto 2	66	2992	3182*	3182	48,21*
Sujeto 3	70,2	2992*	2876	2819	42,62
Sujeto 4	74,9	3128	3012	3309*	44,18
Sujeto 5	68,3	2901	3038*	3038	44,48
Sujeto 6	73,6	3083	3297*	3256	44,80
Sujeto 7	59,7	2104	2321	2494*	41,78
Sujeto 8	58,4	2325	2508*	2165	42,95
Sujeto 9	98,3	4740*	4541	4673	48,22*
Promedio	72,2	3064,44	3116,33	3140,56	44,29

**Corresponde a la mayor potencia absoluta alcanzada por el sujeto.*

En la tabla número 7, se presentan los datos obtenidos durante la ejecución de SJ según protocolo establecido previamente. Se puede observar una variedad de valores de potencia intra e inter sujeto, siendo el salto de mayor potencia el primer salto de sujeto 9, alcanzando 4740 W, y el de menor potencia, el primer salto del sujeto 7, alcanzando una potencia de 2105 W. Sin embargo, con respecto a la potencia relativa, son los sujetos 2 y 9 quienes obtienen mejor potencia relativa (W/kg), obteniendo 48,21 y 48,22 W/kg respectivamente.

4.1.2 Análisis resultados Test de Rast. (35mx6).

A continuación, se presenta tabla 8 y gráfico 1 las cuales muestran resultados del test de Rast.

Tabla 8: Tiempos test de Rast (35mt x 6 sprint).

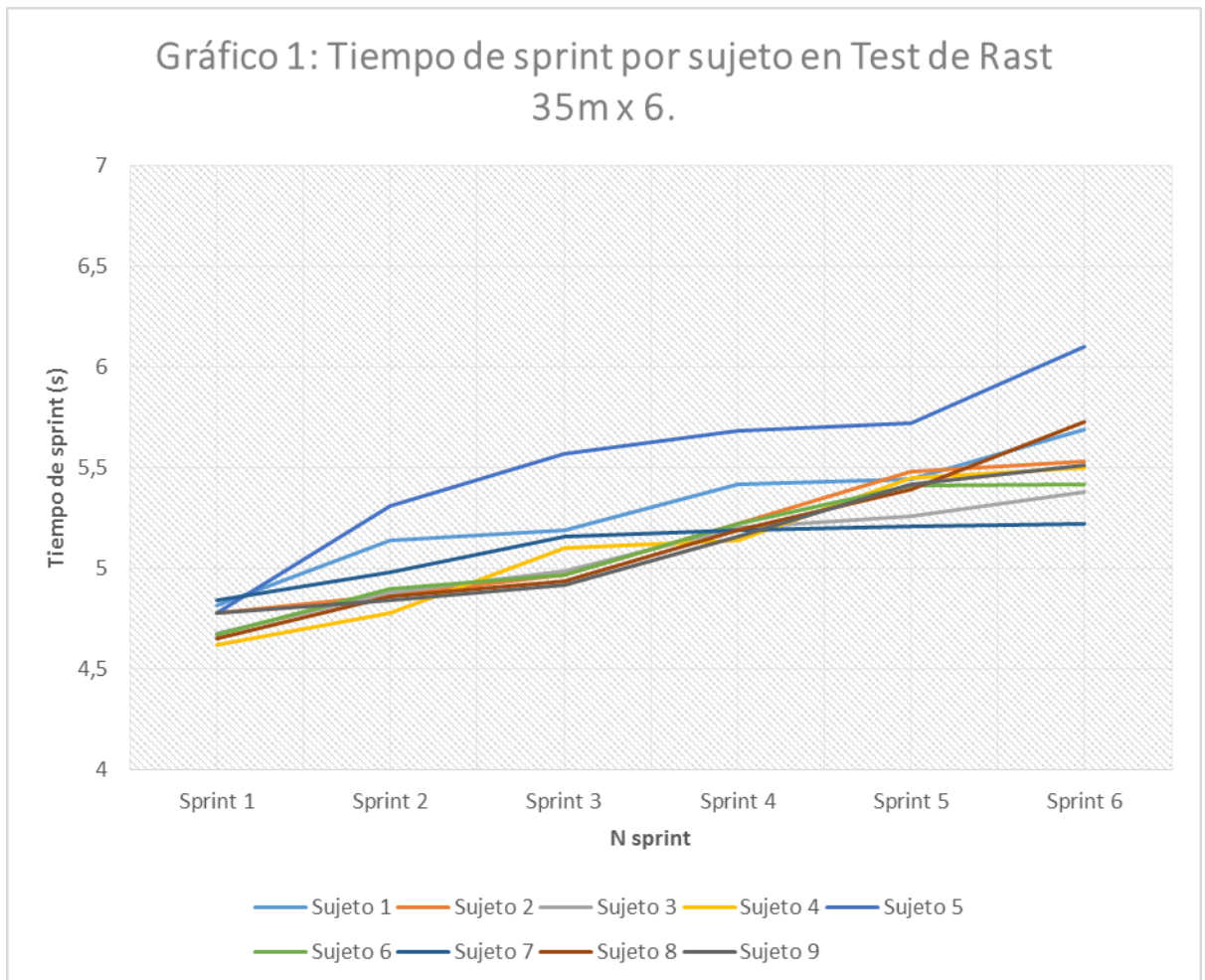
Tabla 8: Tiempos test de Rast (35mt x 6 sprint)							
Sujeto / Sprint	Sprint 1	Sprint 2	Sprint 3	Sprint 4	Sprint 5	Sprint 6	Suma tiempos sprint
Sujeto 1	4,82	5,14	5,19	5,42	5,44	5,69	31,7
Sujeto 2	4,78	4,87	4,97	5,22	5,48	5,53	30,85
Sujeto 3	4,68	4,88	4,99	5,2	5,26	5,38	30,39
Sujeto 4	4,62	4,78	5,1	5,14	5,45	5,5	30,59
Sujeto 5	4,78	5,31	5,57	5,68	5,72	6,1	33,16
Sujeto 6	4,67	4,9	4,97	5,22	5,41	5,42	30,59

Sujeto 7	4,84	4,98	5,16	5,19	5,21	5,22	30,6
Sujeto 8	4,65	4,86	4,94	5,19	5,39	5,73	30,76
Sujeto 9	4,78	4,84	4,92	5,16	5,42	5,51	30,63
Media	4,74	5,28	5,09	5,38	5,42	5,56	31,03

En tabla número 8, se observan tiempos de sprint realizados en test de Rast, en 6 repeticiones de 35 metros, con 10 segundos de pausa entre cada uno. Se observa que la tendencia general, representada en la media, es un aumento del tiempo en cada sprint, siendo el primer sprint el con el menor tiempo de recorrido, y el último, el con mayor tiempo de recorrido. Así mismo se observan valores similares de tiempos en suma de sprint, yendo estos entre 30,59s y 33,16s. Por otra parte, la mayor diferencia de tiempo mostrada es de 1,32s, mientras que el menor, es de 0,38s, siendo la media de 0,83s.

Esto se puede observar gráficamente en gráfico número 1:

Gráfico 1: Tiempo de sprint por sujeto en Test de Rast 35m x 6.



A partir de valores de potencia máxima, potencia mínima, se obtuvieron valores de índice de fatiga, los cuales son indicados a continuación:

Tabla 9: Potencia máxima, mínima e índice de fatiga obtenido en test de Rast.

Tabla 9: potencia máxima, mínima e índice de fatiga obtenido en test de Rast			
Sujeto	Potencia máxima absoluta (W)	Potencia mínima absoluta (W)	Índice de fatiga (%)
Sujeto 1	879,53	534,63	39,21
Sujeto 2	740,28	478,08	35,41
Sujeto 3	838,94	552,23	34,17
Sujeto 4	930,44	551,48	40,72
Sujeto 5	766,07	368,61	51,88
Sujeto 6	885,24	566,26	36,03
Sujeto 7	645,02	514,16	20,28
Sujeto 8	711,52	380,36	46,55
Sujeto 9	1102,56	83	34,71
MEDIA	833,29	447,65	37,66
DE	137,05	155,10	10,13

**DE: Desviación estándar; W: Watts.*

En la tabla número 9, se muestran indicadores obtenidos del test de Rast, utilizado para medir índice de fatiga. Se consideró la suma de los 6 sprint en cada jugador y la potencia máxima y mínima alcanzada. Según esto se obtuvieron valores individuales, media y desviación estándar. El valor medio de índice de fatiga fue de 37,66%, siendo el mayor correspondiente a sujeto 5 con 51,88%, y el sujeto 7 con 20,28%.

4.1.3 Correlación de datos de potencia máxima (W) SJ e índice de fatiga de test de Rast.

Para poder realizar la correlación de datos de potencia máxima (W) del mejor salto SJ, e índice de fatiga (%) de test de Rast, se separaron valores confeccionando la siguiente tabla:

Tabla 10: Potencia máxima absoluta (W) del mejor salto SJ, e índice de fatiga (%) de test de Rast.

Tabla 10: Potencia máxima absoluta (W) del mejor salto SJ e índice de fatiga (%) de test de Rast.		
Sujeto	Potencia máxima absoluta (W)	Índice de fatiga (%)
Sujeto 1	3329	39,21
Sujeto 2	3182	35,41
Sujeto 3	2992	34,17
Sujeto 4	3309	40,72
Sujeto 5	3038	51,88
Sujeto 6	3297	36,03
Sujeto 7	2494	20,28
Sujeto 8	2508	46,55
Sujeto 9	4740	34,71
Media	3209,89	37,66

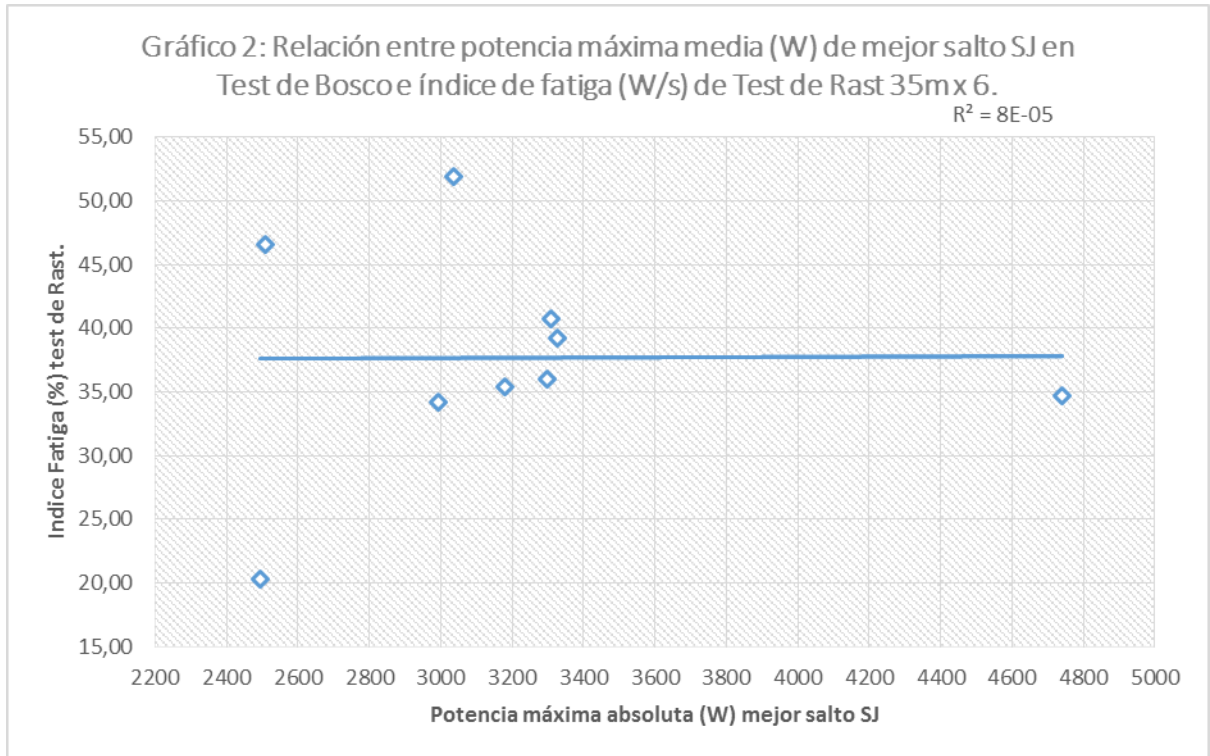
Al obtener el coeficiente de Pearson y nivel de significancia (bilateral) para los valores de potencia máxima del mejor salto SJ, e índice de fatiga del test de Rast, indican valores de -0,009 y 0,982 respectivamente, tal como indica tabla número 11:

Tabla 11: Correlación entre potencia máxima absoluta del mejor salto SJ e índice de fatiga.

Tabla 11: Correlación entre potencia máxima absoluta del mejor salto SJ e índice de fatiga.			
		Potencia máxima mejor SJ	IND. FATIGA
POTENCIA MAX. SJ	Correlación de Pearson	1	-,081
	Sig. (bilateral)		,835
	N	9	9
IND. FATIGA	Correlación de Pearson	-,081	1
	Sig. (bilateral)	,835	
	N	9	9

Esta relación es graficada a continuación (gráfico 2).

Gráfico 2: Relación entre potencia máxima media (W) de mejor salto SJ en Test de Bosco e índice de fatiga (W/s) de Test de Rast 35m x 6.



En el gráfico número 2, en eje X se encuentra potencia máxima absoluta (W) del mejor salto SJ, y en eje Y, índice de fatiga (%) de test de Rast. Se identifican los puntos azules como cada uno de los sujetos, y la línea azul continua como la línea de tendencia. Se puede observar, la línea de tendencia es prácticamente lineal, lo que corrobora la no significancia mencionada anteriormente.

4.2 Discusión de los resultados.

Los resultados obtenidos, pueden considerarse como válidos y confiables para los investigadores y para el grupo al cual fue realizado, ya que se cumplió con los protocolos de los instrumentos de evaluación, y se contó con la validación de ambos. Sin embargo, es importante recalcar, que, debido al tamaño de la muestra, sus resultados no pueden ser generalizados ni extrapolable a otros contextos. Aun así, se podría desarrollar una nueva investigación si es que se considerara una muestra de mayor número que si sea significativa, así como aplicarla a otros contextos que compartan características del deporte, como lo son la fuerza explosiva máxima y el índice de fatiga (basquetbol, rugby, balón mano). En cuanto a las limitantes existentes no es posible establecer la validez de la investigación, debido a que, si bien existen estudios que aplican SJ y otros que aplican test de Rast de 6x35mt, no se logró encontrar investigaciones que correlacionen ambas variables, por lo que no se puede realizar una comparación adecuada.

Debido a lo anterior, se generó una discusión de las variables por separadas.

A continuación, se presenta una tabla resumen de estudios que consideraron SJ para la evaluación de sus sujetos de estudio.

Tabla 12: Cuadro de estudios que consideraron SJ para evaluación de sus sujetos.

Tabla 12: Cuadro de estudios que consideraron SJ para evaluación en sus sujetos.			
Autor y año	Estudio	Población	Valor (Media – Desviación estándar)
Jiménez, R., Parra G y Perez, D (2009)	Valoración de la potencia de salto en jugadores semiprofesionales de fútbol y comparación de resultados por puestos.	Jugadores de fútbol semi profesionales (23,07 años) (n=21)	Fuerza Potencia relativa (W/Kg) promedio 45,8 ± 15,63 W/Kg
Panoutsakopoulos, V., Papachatzis, N y Kaoiilias, I. (2014)	Sport specificity background affects the principal component structure of vertical squat jump performance of young adult female athletes	Mujeres Atletas Jóvenes (20,1±2,8 años) (n=173)	Fuerza Potencia relativa (W/Kg) 26,42±4,17
Naranjo, J., de Dios, J. (2013).	Valores de referencia para saltos en plataforma dinamométrica en una población de deportistas andaluces.	Futbolistas de federaciones deportivas Andaluzas (22,41± 5,66 años). (n=109)	Fuerza potencia media relativa (W/Kg) promedio 49,17W/kg

La tabla número 12, muestra tres diferentes estudios donde se evaluó SJ en sus sujetos de estudio, resultados que pueden ser comparados con los del presente estudio.

El estudio realizado por Jiménez, R., Parra, G & Pérez, D. (2009), “Valoración de la potencia de salto en jugadores semiprofesionales de fútbol y comparación de resultados por puestos”, tuvo como objetivo principal valorar el

nivel de potencia de salto en jugadores semiprofesionales de fútbol para orientar por gramas de entrenamiento en esta capacidad por medio de la medición del salto SJ. Los resultados obtenidos de la fuerza potencia del tren inferior fue de una media y desviación estándar de $45,8 \pm 15,63$ W/Kg. En comparación a la presente investigación, donde los valores medios de fuerza potencia relativa encontrados fueron de $44,4$ W/kg, se puede observar que son valores ligeramente menores en $1,4$ W/kg. La similitud de resultados puede deberse a niveles similares de entrenamiento y a las edades similares, así como a la composición corporal similar entre sujetos de estudio (peso y talla).

Por otro lado, Panoutsakopoulos, V., Papachatzis, N y Kaoilias, I. (2014), realizaron un estudio a mujeres atletas de $20 \pm 2,8$ años, con el objetivo de proporcionar información adicional a los conocimientos limitados existentes sobre las posibles diferencias de la fuerza / tiempo por medio del salto SJ. Obtuvieron valores medios de potencia relativa en el tren inferior de $26,42$ W/Kg. En comparación a la presente investigación los resultados, existe una diferencia en los valores de variables de mayor consideración que el estudio anterior, siendo mayor en la población en estudio en $17,98$ W/kg en PMR. Estas diferencias, son más fáciles de predecir, ya que, como expresa Domínguez La Rosa, P., Espeso, G. (2003), independiente de que la edad sea similar, los hombres alcanzan un mayor nivel de testosterona (cerca de 10 veces mayor), lo

que repercute en la síntesis del tejido magro, produciendo una mayor cantidad de tejido en el sexo masculino, y con ello, mayores niveles de fuerza. Solo por género, el hombre está más dispuesto y apto a generar más fuerza a más velocidad que las mujeres. Así mismo, Ebben (1998), citado por Osorio, H. (2011), establece que son principalmente los niveles de masa muscular los relacionados con la fuerza, y que, si la mujer tuviese la misma cantidad de tejido graso, entonces no existirían diferencias significativas por sexo. Otro factor que influye en la diferencia de fuerza entre hombres y mujeres es según Vrijens (2006), citado por Osorio, H. (2011), la distribución de fibras musculares. Mientras que en los hombres existe una relación promedio de 1,6 entre fibras rápidas/fibras lentas, esta relación es solo de 0,9 para mujeres.

Finalmente, el estudio realizado por Naranjo, J & de Dios, J. (2013) *Valores de referencia para saltos en plataforma dinamométrica en una población de deportistas andaluces* aplicado a una población total 817 deportistas, de los cuales 555 eran hombres y 109 jugadores de fútbol, donde se les aplicó una batería de saltos con el objetivo de establecer valores referenciales ordenados en percentiles. Obtuvieron valores de PMR de SJ de 49,17W/Kg, los cuales son superiores a los encontrados en el presente estudio (44,29 W/Kg). Además, se puede catalogar los resultados encontrados de PMR, según los percentiles mostrados en el estudio, en el percentil 50, considerándolo normal, pero no suficiente para tener un adecuado rendimiento deportivo, ya que Naranjo, J., de

Dios, J. (2013), establecen que serían necesarios valores de PMR en SJ desde el percentil 75 para poder obtener un rendimiento adecuado en futbolistas (50,6 W/Kg). Las diferencias entre los estudios pueden deberse, en primer lugar, debido a las diferencias de los dispositivos utilizados para evaluar el salto, ya que la validez y confiabilidad de cada dispositivo son diferentes; además, el número de la población es considerablemente mayor en el estudio comparado que en el estudio realizado, lo que pudiese afectar los resultados obtenidos.

En lo que respecta al índice de fatiga, la tabla número 13, presenta estudios con los cuales fueron comparadas la investigación realizada.

Tabla 13: Cuadro de estudios que consideraron test de Rast 35mx 6 sprint con 10s de pausa interrepetición.

Tabla 13: Cuadro de estudios que consideraron test de Rast 35m x 6 sprint con 10s de pausa entre cada sprint para evaluación en sus sujetos.				
Autor	Estudio	Población	Valor IF	
Kalva, C., Loures, J., Holtz, V., litaru, E., Moura, A., Papoti, M. (2013)	Comparison of anaerobic power measured by the Rast test at different footwear and Surface conditions.	Jugadores de fútbol (n=8) (16±1 años, 174,5±2,7cm altura; 64,8±4,7kg)	Con zapatillas en pista: Índice de fatiga: 34%	Con zapatos de fútbol en cancha: Índice de fatiga: 32,4%
Rojas, H. (2011)	Avalicao da potencia, capacidade anaeróbia e índice de fadiga em jogadoras de futsal categoría principal antes e após do período preparatório	Jugadoras de futsal (n=13) (24,2±4,56 años; 57,31kg±5,06 kg; 1,63±0,03mts)	IF pre-periodo preparatorio 48,60±9,03%	IF post-periodo preparatorio 32,58±6,86%

De Andrade, V., Santiago, P., Campos, E., Papoti, M. (2016)	Reproducibility of running anaerobic sprint test for soccer players.	Jugadores de fútbol (n=14) (16±1 año, 72,3±10,3kg, 177,2±8,4cm)	IF: 40,1±5,8%
---	--	---	---------------

En el estudio realizado por Kalva, C., et al (2013) en cancha de pasto con zapatos de fútbol, en futbolistas de 16 años, encontraron valores de Índice de fatiga: 32,4%. Estos valores, son más similares a los encontrados en el estudio realizado (37,66%) variando en aproximadamente 5%. Las diferencias en la CRS con este grupo similar de estudio pueden darse por el entrenamiento de la musculatura implicada. Girard, O., Brochère, F., Millet, G (2015), demostraron a través de electromiografía de superficie, que al realizar una prueba de CRS en los últimos sprint, y debido a la fatiga, se activa la musculatura antagonista antes que la agonista de la rodilla (extensores), provocando una descoordinación de la musculatura. El entrenamiento de ambos músculos en fatiga, podría ser una causa de las diferencias en los valores de índice de fatiga.

El segundo estudio, realizado por Rojas, H. (2011) en una población femenina de fútbol con 24,2 años ±4,56, donde se comparó los valores de índice de fatiga en un test de Rast de 35m x 6 sprint con 10 segundos de pausa entre ellos, entre un periodo pre preparatorio y uno post preparatorio, observó valores de índice de fatiga de 48,60± 9,03% y 32,58 ± 6,86%. Ambos valores son

distintos a los encontrados, siendo el primero 11% mayor, y el segundo 5% menor. Los primeros valores, pueden ser explicados principalmente debido al género tal como señala López-Chicharro, J., Fernández, A. (2006), explicando que la cantidad total de musculatura estaría implicada directamente en la aparición de fatiga, siendo los hombres quienes tienen más musculatura debido a la generación de testosterona.

Andrade, V., Santiago, P., Campos, E & Papoti, M. (2016), realizaron un estudio enfocado en futbolistas adolescentes (16 años aprox.), con similares características antropométricas al presente estudio (72,3kg vs 72,2kg; y 177,2 vs 171,3cm estudio encontrado vs estudio realizado), encontraron valores de índice de fatiga de $40,1 \pm 5,8\%$. En comparación con el presente estudio, se pueden apreciar valores más similares, variando en 3% aproximadamente. Debido a que las características antropométricas entre ambos grupos son similares, no se puede considerar éstas como causa de las diferencias en los resultados obtenidos. La explicación a esto podría estar ligada a la especificidad de entrenamiento, tal como explicaron Balciunas, M., Stonkus, S., Abrantes, C., Sampaio, J. (2006), que demostraron que un entrenamiento de 16 semanas enfocado en el entrenamiento de potencia, separadas en 3 entrenamientos semanales de 90 minutos diarios, en jóvenes basquetbolistas de 15-16 años, produjeron mejoras significativas en el 5to y 6to sprint de un test de Rast de 20mt. Lo mismo, pudo ser comprobado por Karahan, M. (2012), quien sometió a

tres grupos de 12 mujeres jugadoras elite, de primera división de futsal, y mujeres deportistas a un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad por un periodo de 8 semanas, encontrando mejoras en el índice de fatiga en un 10,7%, 22,1% y 9,6% de mejora respectivamente.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

En base a los resultados obtenidos por medio de los instrumentos de evaluación, se encontró que no existe una correlación significativa entre fuerza explosiva máxima, medida a través de P_{Ma} (W) evaluado por SJ de test de Boso, e índice de fatiga (W/s) evaluado por medio de test de Rast, ya que los valores de coeficiente de Perason son de 0,009 debiendo haber sido menores que 0,05, y correlación de significancia bilateral de 0,982, debiendo ser menor que 0,5. Esto establece una confirmación de la hipótesis nula establecida en la investigación, la cual establecía que existía no correlación significativa entre estas variables para la población estudiada. Sin embargo, en cuanto a las variables por separado se establece que:

1. La fuerza explosiva de tren inferior, manifestada como PMR es similar a otros estudios encontrados en poblaciones de similares características, y considerablemente mayor a poblaciones femeninas de misma disciplina.
2. Los valores de fuerza explosiva de tren inferior pueden ser considerados normales (p50), pero bajos para obtener un adecuado rendimiento deportivo en fútbol.
3. Los valores de índice de fatiga (%) son similares a poblaciones de similares masculinas de similares características.

Luego de realizada la investigación presentada y pasado por un proceso de reflexión y de retroalimentación, se sugiere para futuros estudios considerar estas ambas variables en su correlación, ya que actualmente, al año 2018, no existen investigaciones que realicen esta tarea, que pudiese ser útil para una variedad de deportes.

En cuanto a las limitaciones metodológicas del estudio presentado se plantean las siguientes:

4. Periodo de entrenamiento del equipo: La investigación fue cursada en un periodo de competencia, en la que el foco, era más el componente táctico que físico, por lo que capacidades como fuerza explosiva, no se encuentran en su máxima capacidad.
5. Descansos inadecuados. Debido al mismo periodo de competencia, los jugadores pudiesen estar sometidos a constante estrés que pudiese influir en el rendimiento de las capacidades físicas.
6. El componente motivacional de fatiga: La fatiga, tal como indica López-Chicharro, J., Fernández, A. (2006), tiene un gran componente motivacional, por lo que, en muchas ocasiones, es el factor psicológico el que puede incidir en la aparición de la fatiga más que factores fisiológicos como tal.

Como ideas para futuras investigaciones relacionadas con el presente tema, planteamos la necesidad de estudiar la correlación entre ambas variables, ya que, así como los resultados de este estudio arrojó que no existía correlación significativa, otras investigaciones, podrían confirmar o refutar dichos resultados, sirviendo de utilidad para las poblaciones en cuestión. Además, se plantea la necesidad de establecer el porqué de la relación encontrada, ya que al ser éste un estudio de tipo descriptivo no logra abarcar una explicación real de lo encontrado, ni cómo se pueden contribuir ambas variables. También, se podría recomendar agregar factores fisiológicos que expliquen las variables, verificando si existe relación también con estos. Recordar también que la fatiga evaluada desde el punto de vista práctica tiene un gran componente emocional que pudiese influenciarla (López-Chicharro, J., Fernández, A. 2006).

BIBLIOGRAFÍA.

Anselmi, H. (2011). Actualizaciones sobre el entrenamiento de la potencia. Pilometría

Acevedo, Y; Hincapie, F; Sanchez, J. (2008) Valoración de la manifestación reactiva de los miembros inferiores a las integrantes de la selección Antioquia de voleibol categoría junior rama femenina. Universidad de Antioquia. Medellín

Balciunas, M., Stonkus, S., Abrantes, C., Sampaio, J. (2006). Long term effects if different training modalities on power, speed, skills and anaerobic capacity in Young male basketball players. J. sport science. Med. 5(1): 163-170. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3818669/>

Bangsbo, J.; Mohr, M.; Krustep, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match- play in the elite football players. J. Sport Science. 24(7):665-74.

Barbany, J. (2002). Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento. Paidotribo. España.

Bisquerra, R. (2012). Metodología de la Investigación Educativa. Madrid: La Muralla.

Blanco, C., (2009). Encuesta y estadística: métodos de investigación cuantitativa en ciencias sociales y comunicación. Argentina: Brujas.

Burgess, K., Holt, T., Munro, S., Swinton, P. (2016). Reliability and validity of running anaerobic sprint test (RAST) in soccer players. Journal of trianology (5) 24-49. Recuperado de: https://www.istage.ist.go.jp/article/trainology/5/2/5_24/_pdf

Calderón, X., Montero, M. (2004). Correlación entre torque isocinético máximo de cuádriceps y potencia de la cadena muscular de la extremidad inferior. Tesis de pregrado. Universidad de Chile. Recuperado de: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2004/calderon_x/sources/calderon_x.pdf

Bosco, C. (1990). Aspectos fisiológicos de la preparación de los futbolistas. España: Paidotribo.

Brown, T., Vescovi, J., VanHeest, J. (2004). Assesment of lineal spriting performance: a theoretical paradigm. Journal of science and medicine. 24(10), 2715- 2722

Comfort, P.; Stewart, A., Bloom, L.; Clarkson, B. (2013). Relationship between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. Journal of strength and conditioning research. 28(1) /173-177

Díaz, I., García, C., León, M., Ruiz, F., Torres, F (2014). Guía de asociación entre variables (Pearson y Spearman en SPSS). Universidad de Chile.

De Andrade, V., Santiago, P., Campos, E., Papoti, M. (2016). Reproducibility of running anaerobic sprint test for soccer players. J sports med phys fitness. 56(1-2) Epub. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25373469>

De Helsinki, D. (2013). Declaración de Helsinki de la AMM- Principios éticos para las investigaciones éticas en seres humanos. Recuperado de: <http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-investigacion/fd-evaluacion/fd-evaluacion-etica-investigacion/Declaracion-Helsinki-2013-Esp.pdf>

Federación internacional de handball (2016). Reglamento de juego. Edición 1. Recuperado de: <http://panamhandball.org/pathf/wp-content/uploads/2016/09/Reglas-Handball-2016-ESP.pdf>

Federation Internationale de Football Association. (2015). Reglas de Juego 2015-2016. Recuperado de <http://bit.ly/2sek0BW>.

García, C. (2016). Fatiga muscular. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/290605725_FATIGA_MUSCULAR

García-López, J., Vicente, J. G. V., Rábago, J. C. M., & Pascual, C. M. (2001). Influencia del entrenamiento de pretemporada en la fuerza explosiva y velocidad de un equipo profesional y otro amateur de un mismo club de fútbol. *Apunts. Educación física y deportes*, 1(63), 46-52

Girard, O., Brochaire, F., Millet, G. (2015). Can analysis of performance and neuromuscular recoveries from repeated sprints shed more light on its-fatigue-causing mechanisms. *Front physiology*. v.6. Recuperado de:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4309176/>

Gómez, R., Cossio, M., Brousett, M., y Hochmuller, R. (2010). Mecanismos implicados en la fatiga aguda. *Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y el deporte*. Vol. 10 (40) pp. 537-555. Recuperado de :
<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista40/artmecanismo171.htm>

Gonzales, B. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones en el entrenamiento. *Revista de entrenamiento deportivo*. 14 (1) 5-16.

Grosser, M.; Muller, H. (1992). Desarrollo muscular. Un nuevo concepto de musculación. Hipoano-Europea. Barcelona.

Guillén del Castillo, M., Linares, D. (2003). Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano. Panamericana.

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2003). Metodología de la Investigación. 3ra edición. México D.F: Mcgraw Hill.

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación. México D.F: Mcgraw Hill.

Hernández, R., Fernández, C & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación Educativa. (5ta. ed.). México D.F: Mcgraw Hill.

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. 6ta. edición. México D.F: Mc Graw Hill.

Hernández R, Pérez, J (2013). Importancia para la adaptación al cambio de horario para el rendimiento deportivo. Instituto de Medicina Deportiva. Cuba.

Recuperado de:

<http://www.imd.inder.cu/adjuntos/article/119/Importancia%20de%20la%20adaptaci%C3%B3n.pdf>

Huerta, N., Pino, R. (2003). Índice de fatiga muscular local en hombres y mujeres, determinados a través de electromiografía de superficie, en extensores de rodilla. Tesis de pregrado. Universidad de Chile. Chile. Recuperado de: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/110579/huerta_n.pdf?sequence=4

Jaimes, F. (s.f). Determinación de un modelo predictivo de la fuerza explosiva máxima en estudiantes de educación física. Tesis doctoral. Granada, España. Recuperado de: <https://hera.ugr.es/tesisugr/20688374.pdf>

Jimenez, R., Parra, G., Pérez, D., Granade., I. (2008). Valoración de la potencia de salto en jugadores semiprofesionales de fútbol y comparación de resultados por puestos. Recuperado de: http://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/3261/Kronos_15_1_2.pdf?sequence=1

Juárez, D.; Navarro, F., Aceña, R.; Gonzales, J., Arijá, A.; Muñoz, M. (2005). Relacion entre la fuerza máxima en squat y accion de salto, sprint y golpeo de balón. International journal of sport science. España. 10(4): 1-12

Juárez, D.; López de Subijana, C., de Antonio, R., Navarro, E. (2008). Valoración de la fuerza explosiva general y específica en futbolistas juveniles de alto nivel.

Kalva, C., Loures, J., Holtz, V., Iltaru, E., Moura, A., Papoti, M. (2013), Comparison of anaerobic power measured by the Rast test at different footwear and Surface conditions. Rev. Bras. Med. Esporte, vol.19, no.2. Brasil. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-86922013000200014&script=sci_arttext&lng=en

Karahan, M. (2012). The effects of skills- based maximal intensity Interval training on aerobic and anaerobic performance of female futsal players. Biology of sport, vol.29, (3): 223-227. Recuperado de: <http://web.a.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=0860021X&AN=85103224&h=wwjrQW7ExQQM2L9t2aHeGqgP%2fTHPh5q0q0jprVvQjNyn85qLx20rr4qusPJTjGpi5CUeuzqxbCMHbpPjx%2b7Skg%3d%3d&crI=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrINotAuth&crIhAshurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authtype%3dcrawler%26jrnl%3d0860021X%26AN%3d85103224>

Knuttgén, H.; Komi, P. (2003). Basic considerations for exercise in strength and power in sport. Blackwell scientific publications. 3-7. PV editor.

López-Chicharro, J., Fernández, A. (2006). Fisiología del ejercicio. 3ra edición. Panamericana.

Martin, D; Carl, K; Lehnertz, L. (2007) Manual de metodología de entrenamiento deportivo. 1ra edición Paidotribo. España.

Martín, R.; Fernández, M., Viana, O.; Aguado, X., Vizcaya, F. (2008). DSJ: Salto vertical sin contramovimiento desde flexión máxima. 22(1). 27-33. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2574284>

Maulén, J. (2005). Estudio de fatiga muscular mediante estimulación de baja frecuencia. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. Recuperado de: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1129/JMA_TESIS.pdf

Mirella, R. (2009). Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad. (2da. ed.). Paidotribo.

Naclerio, F., Santos, J. & Pantoja, D. (2004). Relación entre los parámetros de fuerza potencia y velocidad en jugadoras de softball. Kronos. 6 (23-20). Cuba. Recuperado de:

http://abacus.universidadeuropea.es/bitstream/handle/11268/1819/kronos_6_2.pdf?sequence=2

Naranjo, J., de Dios, J. (2013). Valores de referencia para saltos en plataforma dinamométrica en una población de deportistas andaluces. Tesis doctoral. Sevilla. Recuperado de:

https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/781/ramon_antonio_centeno_tesis.pdf?sequence=1

Osorio, H. (2011). Efecto de programa de entrenamiento para la saltabilidad basado en multisaltos con vallas en jugadoras de voleibol a nivel univesitario

Parra, R & Toro, I. (2006). Método y Conocimiento: Metodología de la Investigación. Medellín: Universidad Eafit.

Panoutsakopoulos, V., Papachatzis, N., y Kollias, IA (2014). Los antecedentes de especificidad deportiva afectan la estructura del componente principal del rendimiento del salto vertical en sentadilla de atletas femeninas jóvenes adultas. *Journal of Sport and Health SCIENCE*, 3 (3), 239-247.

Perez, C. (s.f) Metodología y valoración del entrenamiento de fuerza. Universidad de Murcia. Recuperado de: <http://www.isshinryutemuco.cl/archivos/fuerza.pdf>

Queiroga, M.; Cavazzotto, T.; Katamaya, K.; Portela, B.; Tartatuga, M.; Ferreira, S., (2013). *Validity of the RAST for evaluating anaerobic power performance as compared to wingate test in cycling athletes*. Motriz, Rio claro, v.19, n.4, p.696-702. Recuperado de: <http://www.scielo.br/pdf/motriz/v19n4/a05v19n4>

Rampinini, E., Bishop, D., Castagna, C., Ferrari, D. Tibaudi, A.; Wisloff, U., Impellizzeri, F. (2008). *Validity of a repeated-sprint test for football*. Sport. Med. 29:899-905.

Reyes, G. (2007). *Fuerza específica de alto rendimiento aplicada al fútbol*. Madrid: Esteban Sanz.

Reyes, C.; Carvajal, J; Despaigne, E.; Menéndez, S.; Portoundo, G. (2011). *Ejercicios específicos para el desarrollo de la fuerza en el voleibol*. Efdeportes. N161. Buenos aires. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd161/ejercicios-de-la-fuerza-en-el-voleibol.htm>

Redondo, C. (2011). Las cualidades físicas básicas. Revista Digital Innovación y experiencias educativas, 40. Recuperado de: <https://goo.gl/puWgZE> .

Rodríguez, P. (1997). Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. Recuperado de: <http://www.um.es/univefd/fuerza.pdf>

Rojas, H. (2011) Avalicao da potencia, capacidade anaeróbia e índice de fadiga em jogadoras de futsal categoría principal antes e após do período preparatório. Curitiba. Recuperado de: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/32845/HECTOR%20ANDRE%20ROJAS%20GUEVARA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Romero, D. (2007). Actividades de la Vida Diaria. Anales de la Psicología, 2 (23). 264-271.

Rosa, A. (2013). Metodología de entrenamiento de fuerza. Efdeportes, revista digital. N186. Argentina. Recuperado de: <http://www.efdeportes.com/efd186/metodologia-de-entrenamiento-de-la-fuerza.htm>

Sáenz, T. (2014) *Revisión sobre la capacidad de repetir esprints o RSA en jugadores de futbol*. Universidad de país vasco.

Tamayo, M. (1997). El Proceso de la Investigación Científica. México D.F: Limusa.

Trujillo, F. (2009). El trabajo de fuerza en la enseñanza secundaria- Revista digital, Buenos Aires. Argentina. Recuperado de: <https://goo.gl/Lc4cbR>

Vasconcelos, A. (2009) Planificación y organización del entrenamiento deportivo. 2da edición. Paidotribo. España.

Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. Revista de Entrenamiento Deportivo (R.E.D.), 4 (3), 2-8.

Weineck, J. (2005). Entrenamiento total. (2da ed.). España: Paidotribo.

Weineck, J. (2009). Entrenamiento total. (5ta. ed.). España: Paidotribo.

Zelanti, A.; Sanchez, A.; y Alexandre, C. (2008). Determinacoes e relacoes dos parametros anaeróbios do RAST, do limiar anaeróbio e da resposta lactadimeica obtida no início, no intervalo e ao final de uma partida oficial de handebol. Laboratorio de fisiología aplicada ao esporte

ANEXOS.

Anexo 1: Carta Gantt

		Carta Gantt															
		Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
N	Actividades																
1	Idea y pregunta de investigación (Cap. I)		X	X													
2	Estudio de estado de la cuestión (Cap. I)		X	X	X	X											
3	Planteamiento del problema (Cap. I)			X	X												
4	Hipótesis (Nula y alterna) y objetivos. (Cap. I)				X												
5	Marco teórico (Cap. I)		X	X	X	X	X	X	X	X							
6	Marco metodológico (Cap. II)				X												
7	Selección de muestra y solicitud de permiso para toma de muestra				X												
8	Entrega de carta consentimiento informado					X											
9	Aplicación de Test de Bosco y test de Rast							X	X	X							
10	Recolección de datos y tabulación.							X	X	X							
11	Análisis estadístico y elaboración de resultados.										X	X					
12	Elaboración de discusión y conclusión.												X				
13	Elaboración informe final														X	X	

Anexo 2: Carta de consentimiento informado.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO: “Relación entre índice de fatiga y fuerza explosiva del tren inferior en futbolistas de la selección masculina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción”.

Tesistas: Carlos Jiménez Gómez, Evelyn Diana Osorio Dominguez, Josefina Inés Rioseco Vallejos, Nelly Uribe Uribe.

I. Propósitos:

Analizar la relación entre la fuerza explosiva de tren inferior y la capacidad de repetir sprint en futbolistas universitarios.

II. Procedimientos:

1. Firma de consentimiento informado
2. Participación en test de rast y test de bosco
3. Entrega de resultados.

III. Participación voluntaria y abandono de la investigación

La participación en la investigación es voluntaria y no constituye ningún riesgo para su integridad personal. Puede desistir de su decisión en cualquier momento.

IV. Confidencialidad

Los datos obtenidos se mantendrán en privacidad y sólo los investigadores responsables, tendrá acceso a la información que usted entregue. Su nombre y otros datos personales no aparecerán cuando los resultados del estudio sean publicados.

V. Contactos

En caso de tener cualquier consulta relacionada con la investigación, puede comunicarse con Carlos Jiménez Gómez al correo cjimenez@educfisica.ucsc.cl.

Si está dispuesto a participar en este estudio, favor completar siguientes datos.

Participante

Firma

Fecha:

Anexo 3: Ficha de evaluación.

FICHA DE EVALUACIÓN.						
	FECHA					
1	¿Firma consentimiento informado?	SI	NO			
Antecedentes personales						
2	Nombres					
3	Apellidos					
4	Género					
5	Fecha de nacimiento					
6	Edad (años)					
Antecedentes deportivos						
7	¿Alguna lesión ósea, muscular, articular u de otra índole actualmente?	SI	NO			
	<i>Especifique cual:</i>					
8	¿Alguna lesión ósea, muscular, articular u de otra índole en los últimos 6 meses?	SI	NO			
	<i>Especifique cual:</i>					
9	Numero de sesiones semanales que participa con la selección	1	2	3		
10	¿Realiza alguna otra actividad deportiva?	SI	NO			
	<i>Especifique cual y con que frecuencia:</i>					
11	Años de estadía en el equipo	Menos de 6 meses	6 meses a 1 año	1 a 2 años	2 a 3 años	Más de 3 años
12	Posición de juego					
Datos de medición						
13	Peso (kg)					
14	Fecha evaluación test de Bosco					
15	Fecha evaluación test de Rast					