



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**DIFERENCIAS EN LOS NIVELES DE TESTOSTERONA EN SALIVA Y  
MADURACIÓN BIOLÓGICA ENTRE JUGADORES DE FÚTBOL SUB  
17 DE DIFERENTES NIVELES COMPETITIVOS**

MARÍA IGNACIA AICHELE PASCHEN  
CATALINA STOCK CRISTI  
FRANCISCA BEATRIZ VEGA CONTADOR

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad  
FinisTerrae para optar al título de Kinesiólogo

Profesor Guía: Dr. Hermann Zbinden Foncea

Santiago, Chile

2017

Formulario de aprobación

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos profundamente a nuestro profesor guía Dr. Hermann Zbindenn por su gran ayuda y al apoyo incondicional de la Dra. Natalia Monárdez, quienes juntos potenciaron este estudio, junto con ello al laboratorio de Fisiología del ejercicio de la Universidad Finis Terrae por la disposición de quienes lo conforman para ayudarnos en la realización de nuestra Tesis, a Ignacio Contador por su solidaridad.

También a cada uno de los participantes de este estudio, parte fundamental para el desarrollo de este, sumando al plantel técnico de la Selección Chilena sub 17, al entrenador del Club Deportivo Universidad de Chile sub 17 y al entrenador de fútbol del colegio San Ignacio el Bosque por facilitarnos el acceso a sus equipos.

A nuestras familias por impulsarnos desde el primer día en este camino y que hoy gracias a ellos estamos cerca de lograr nuestras metas y por entregarnos el valor de la perseverancia y la responsabilidad.

A todos ustedes dedicamos esta Tesis.

## INDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
GLOSARIO Y ABREVIATURAS.....	9
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Adolescencia.....	3
1.2 Maduración biológica.....	3
1.2.1 Escalas de maduración biológica.....	4
1.2.2 Edad relativa.....	6
1.3. Testosterona.....	7
1.4 Saliva.....	9
1.4.1 Mediciones de saliva.....	10
1.5. Ejercicio físico.....	10
1.5.1 Fútbol.....	11
1.5.2 Selección de jugadores.....	13
1.6. Justificación del problema de investigación.....	15
1.6.1. Problema de investigación.....	15
1.6.2 Pregunta de investigación.....	15
1.6.3 Objetivo general.....	15
1.6.4 Objetivo específico.....	16
1.6.5 Hipótesis.....	16

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
2.1 Tipo de estudio.....	17
2.2 Universo y tipo de muestreo.....	17
2.3 Criterios de inclusión y exclusión	
2.3.1 Criterios de inclusión.....	17
2.3.2 Criterios de exclusión.....	17
2.4 Metodología de investigación.....	18
2.5 Variables	
2.5.1 Variable dependiente.....	20
2.5.2 Variable independiente.....	20
2.5.3 Variable desconcertante.....	20
2.6 Análisis de datos.....	20
 CAPÍTULO 3. RESULTADOS.....	 22
 CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN.....	 25
 CAPÍTULO 5. CONCLUSIÓN.....	 29
 BIBLIOGRAFÍA.....	 30
 ANEXOS.....	 37
Anexo n°1.....	37
Anexo n° 2.....	38
Anexo n°3.....	44
Anexo n°4.....	45
Anexo n°5.....	47
Anexo N 6°.....	49

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

Tabla 1. Descripción de la muestra: Edad, peso, altura, índice de masa corporal.....	22
Figura 1. Concentraciones de testosterona en escolares, cadetes y jugadores de la selección chilena sub-17.....	23
Tabla 2. Estado puberal, según grupo de estudio usando encuesta PDS.....	24

## RESUMEN

**Introducción:** En la adolescencia se manifiesta el desarrollo muscular y biológico, el cual parece ser importante en la selección de jugadores, estos cambios están dados principalmente por la hormona testosterona y la maduración biológica. Sin embargo existe escasa literatura sobre la relación de estas dos variables.

**Objetivo:** Comparar los niveles de testosterona en saliva y maduración biológica en hombres entre tres grupos de jóvenes que practiquen fútbol: escolares, cadetes de club deportivo y futbolistas de la selección chilena sub 17.

**Materiales y métodos:** En este estudio participaron 75 hombres jugadores de fútbol con un promedio de  $16,2 \pm 0,6$  años, divididos en tres grupos de 25 sujetos cada uno; escolares, cadetes y seleccionados, con promedio de edad similar para cada grupo. Cada sujeto contestó la encuesta Pubertal Development Scale (PDS) para estimar su maduración biológica y se recolectó 3 ml de saliva para medir niveles de testosterona para ser analizada por test de ELISA.

**Resultados:** El promedio de testosterona en escolares fue  $257,5 \pm 54,3$  pg/ml, en cadetes  $252,02 \pm 74,4$  pg/ml y en la selección chilena fue de  $160,9 \pm 57,3$  pg/ml; siendo esta última estadísticamente menor ( $p < 0.001$ ). En relación a la maduración biológica existió predominio de la “etapa de pubertad casi completa” en los 3 grupos, ya que en cada uno de los grupos la probabilidad de que un sujeto elegido al azar se encuentre en pubertad casi completa es mayor al 50%.

**Conclusión:** Los valores de testosterona variaron en relación al nivel competitivo, ya que los seleccionados obtuvieron los menores valores en relación a los otros dos grupos, además la maduración biológica no refleja los niveles de testosterona y tampoco incide en el proceso de selección, dado que se observó una similitud del estado puberal entre los tres grupos.

**Palabras clave:** Testosterona, Maduración biológica, Edad relativa, Fútbol, Adolescencia.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** Biological and muscular development occurs during adolescence, and this seems to be important to be considered in soccer player's selection. These changes are given mainly by the testosterone hormone and biological maturation. However, there's few publications including these two issues together.

**Goals:** To compare saliva and biological maturation testosterone levels within following group: schoolchildren, soccer club trainees and professional sub-17 men soccer players from the national team.

**Methods and materials:** This study involved 75 men, soccer players with average age of  $16,2 \pm 0,6$  years old, divided in three groups of 25 people each; schoolchildren, trainees and players from the national team, with similar average age for each group. Each human subject answered the Pubertal Development Scale PDS to estimate their biological maturation and 3ml of saliva were collected to measure levels of testosterone, analyzed by the ELISA Test.

**Results:** The average in schoolchildren testosterone level was  $257,5 \pm 54,3$  pg/ml; in trainees:  $252,02 \pm 74,4$  pg/ml ; while the national team got  $160,9 \pm 57,3$  pg/ml, showing this last group a statistically lower result ( $p < 0.001$ ). There was predominance of the "almost complete puberty stage" within the three groups, with a minimal difference. Besides, within each group, the probability of having complete puberty stage in a random chosen human subject is higher than 50%.

**Conclusion:** Competitive level might influence testosterone levels. Given by the lower hormonal levels found in the national team players when compared to the other two groups. Furthermore, biological maturation doesn't necessarily reflect testosterone levels, nor does this affect the player's selection of elite soccer teams, given the similar puberty stage observed within the three groups.

**Keywords:** Testosterone, Biological maturation, Relative age, Soccer, Adolescence.

## **GLOSARIO Y ABREVIATURAS**

GnRH: Hormona liberadora de gonadotropina

LH: Hormona Luteinizante

PDS: Pubertal Development Scale / Escala de desarrollo puberal

ERR: Efecto de edad relativa

## **INTRODUCCIÓN**

Desde hace algunos años se ha puesto interés en investigar la estrecha relación que existe entre los niveles hormonales y el ejercicio físico así como también su relación con la maduración biológica. La dificultad radica en lo escaso de la literatura respecto a la descripción de la relación entre el ejercicio físico y ambas variables.

Para poder desarrollar esta investigación , tuvimos que acotar el universo de los deportes y/o ejercicios físicos, inclinándonos finalmente por el fútbol, dado que este deporte se considera como uno de los más practicados en Chile, volviéndose a la vez más exigente y competitivo. Esto último ha llevado a los clubes a destinar más recursos para reclutar y formar mejores jugadores desde edades tempranas, estando aún en proceso de estandarización el proceso de selección.

En la mayoría de los procesos de selección de jugadores jóvenes en los equipos de fútbol, son consideradas variables como el crecimiento antropométrico además de un desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, así como también un desarrollo muscular y biológico en el cual existe influencia de una hormona llamada testosterona.

Para realizar mediciones hormonales, existen diferentes métodos, uno de estos es el análisis de la saliva, el cual se está desarrollando rápidamente como una herramienta útil y no invasiva, ya que puede ser recopilada en poco tiempo, con frecuencia y sin estrés (Peñailillo, Maya, Nino, Torres, & Zbinden-Foncea, 2015). Este procedimiento no necesita entrenamiento especial y se puede realizar en casa o en el campo deportivo (Buttler et al.,2016).

Las concentraciones hormonales en saliva varían con el ejercicio agudo y crónico, por lo que la medición de estas otorga información útil sobre cómo las hormonas esteroides se comportan en cada sujeto (Papacosta & Nassis, 2011).

Por otra parte, existen varios métodos para cuantificar la maduración biológica, uno de estos es el PDS (Pubertal Development Scale), la cual es una encuesta auto-administrada, no invasiva y económica, que se basa en categorizar el desarrollo de caracteres secundarios. También es altamente aprobado en los

administradores escolares y padres, por lo que el PDS es una alternativa para evaluar el estado puberal en estudios epidemiológicos.

En base a esto, los niveles hormonales en saliva y la maduración biológica son variables a considerar en el ámbito deportivo, ya que podrían complementar entre otras mediciones, una selección objetiva de jugadores. Lo que justifica comparar niveles de testosterona y PDS entre sujetos de diferentes niveles de competición en edad de formación.

# **CAPÍTULO 1**

## **MARCO TEÓRICO**

### **Adolescencia**

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define la adolescencia como la etapa que transcurre entre los 11 y 19 años, considerándose dos fases, la adolescencia temprana 12 a 14 años, caracterizada por el crecimiento y desarrollo somático acelerado, inicio de los cambios puberales y los caracteres sexuales secundarios; y la adolescencia tardía 15 a 19 años, fase en la cual se culmina gran parte del crecimiento y desarrollo. En cada una de las etapas se presentan cambios tanto en el aspecto fisiológico (estimulación y funcionamiento de los órganos por hormonas, femeninas y masculinas), cambios estructurales anatómicos y modificación en el perfil psicológico y de la personalidad. Sin embargo, la condición de la adolescencia no es uniforme, variando entre individuos por factores genéticos y ambientales (OMS, 2014).

### **Maduración Biológica**

Maduración es el progreso hacia el estado biológicamente maduro. Todos los tejidos, órganos y sistemas del cuerpo maduran. La maduración, o el proceso de maduración, se puede ver en dos contextos: el tiempo y el tempo. El tiempo se refiere a los eventos maduracionales específicos que ocurren, mientras que el tempo se refiere a la velocidad con la que progresa la maduración. El tiempo y el tempo varían considerablemente entre los individuos con la misma edad cronológica (Williams, 2013). Este es un proceso de desarrollo clave, que marca la transición de la niñez a la edad adulta con cambios físicos y fisiológicos. La pubertad es un período significativo de cambios fisiológicos y la maduración sexual de la transición de la infancia a la adolescencia (Chan et al., 2010).

La maduración sexual comienza con la liberación pulsátil de las hormonas liberadoras de gonadotropina (GnRH) para estimular la producción de estrógenos y andrógenos que son responsables del desarrollo de características sexuales

secundarias, como el desarrollo mamario y la menstruación en las niñas, y la barba, el pene y los testículos en los niños (Papacosta & Nassis, 2011).

Los cambios fisiológicos incluyen un brote de crecimiento, con un aumento de la altura, masa ósea, masa grasa y masa muscular, junto con el desarrollo de vello corporal y olor corporal (Chan et al., 2010). Es por esto que existe un gran interés en investigación que explora las relaciones entre la maduración puberal y otros aspectos del desarrollo. En particular, la comprensión del impacto de los cambios físicos asociados con la pubertad, por lo que existen varios métodos para categorizar en qué nivel de desarrollo se encuentra un niño.

### **Escalas de medición de maduración biológica**

La sucesión de los cambios biológicos, psicológicos y cognitivos que se inician en la pubertad producen una gran cantidad de variaciones en la edad de aparición, tanto en la duración de esta, como en el ritmo de estos eventos en cada joven (Bond et al; 2006).

Esta variabilidad entre niños y adolescentes en relación a su maduración biológica justifica una clasificación individualizada de esta, ya que la edad cronológica por sí sola no es el único indicador de maduración de cada sujeto.

La búsqueda de metodologías para evaluar y clasificar la maduración biológica ha sido constante, por lo que existen múltiples indicadores de desarrollo puberal y que a su vez presentan diferentes ventajas y desventajas, dadas por factores como: simplicidad, fiabilidad, accesibilidad y costo (Gómez et al., 2013).

Algunos de los indicadores más usados para valorar la maduración biológica son:

A) Maduración esquelética: constituye el indicador de madurez biológica más útil para caracterizar ritmos o “tiempos” de maduración durante el crecimiento, ya que otros indicadores tradicionalmente utilizados se limitan a ciertas etapas de la vida y muestran gran variabilidad en especial durante la pubertad.

La principal desventaja es el alto costo, requiere de un equipo especializado, siendo necesario durante su interpretación considerar la decisión de al menos dos observadores experimentados, evitando errores de interpretación por falta de

experiencia, sumado a esto la exposición a radiación (Gómez et al.,2013).

B) La valoración de la maduración sexual: También conocida como escala de Tanner, se basa en la observación de las características sexuales secundarias de los adolescentes. En líneas generales, la valoración de la maduración sexual permite a los profesionales de la salud determinar el grado de maduración puberal que se produjo en los adolescentes, independientemente de su edad cronológica, convirtiéndose en un indicador de rutina, tanto en la clínica como en la escuela y en los clubes deportivos (Gómez et al., 2013).

Este método utiliza fotografías o dibujos de etapas progresivas de crecimiento, se mide el desarrollo de genitales masculinos y el vello púbico. Es una herramienta clínica ampliamente utilizada diseñada para su uso por evaluadores capacitados que llevan a cabo un examen físico, pero esta evaluación es en gran medida poco práctica en entornos no clínicos como estudios epidemiológicos a gran escala, en los exámenes físicos pueden ser poco atractivo e invasivos para los padres y los participantes y además costoso ya que requiere de profesionales médicos con expertiz en esta área (Gómez et al, 2013; Marshall & Tanner, 1970).

C) Pubertal Development Scale: Es una medida continua auto administrada, que tiene como objetivo categorizar el desarrollo puberal mediante una encuesta que utiliza la categorización de Tanner, presentando 5 posibles estados: Pre pubertad, Cercano a la pubertad, Mitad de la pubertad, Pubertad casi completa, Post pubertad. Este incluye 7 preguntas de selección múltiple, 4 generales y 3 específicas para el sexo masculino las cuales consideran crecimiento, cambios en la piel (presencia de acné), crecimiento de vello facial y corporal y profundización de la voz (Crockett & Petersen et al; 1988).

Un estudio realizado en jóvenes chinos tuvo como objetivo validar 3 preguntas del PDS en relación a la escala de Tanner, y según el algoritmo de Crockett el PDS modificado era extrapolable a los resultados de Tanner (Chan et al; 2010).

El PDS resulta ser más económico, menos invasivo y se ha logrado validar con el paso del tiempo.

Como se mencionó anteriormente en un grupo de jóvenes de la misma edad pueden existir distintos estados de maduración biológica para cada uno, y en casos como en el deporte se tiende seleccionar a los con mayor desarrollo físico, fenómeno que podría estar relacionado con el efecto de la edad relativa.

### **Edad Relativa**

Las diferencias de edad cronológica (EC) en una línea de tiempo de menos de 12 meses tienen poca importancia en la edad adulta, pero puede ser relevante durante la adolescencia, ya que un sujeto nacido en los primeros meses de un año, podría expresar un desarrollo diferente al de un sujeto nacido en los últimos meses del mismo año. Esta diferencia en EC entre los sujetos nacidos en el mismo año se llama efecto de la edad relativa (EER) (Muller et al., 2015).

La principal explicación del EER ha sido la existencia de diferencias en la maduración física y biológica. Generalmente los atletas de mayor edad tienden a mostrar características físicas superiores al entrar en la pubertad en comparación con sus pares relativamente más jóvenes, lo que lleva a los entrenadores a seleccionar físicamente a los atletas, lo cual podría generar un problema en la selección de varios tipos de deporte. Su presencia fue documentada por primera vez en el hockey sobre hielo canadiense, y, desde entonces, se ha investigado en otros deportes, como el fútbol, baloncesto y tenis (Müller, Müller, Hildebrandt & Raschner, 2016; (Matta, Figueiredo, Garcia, Werneck & Seabra, 2015).

Para investigar este concepto, se debe distribuir la fecha de nacimiento de los deportistas en cuartiles. El primer cuartil (Q1) incluye jugadores nacidos en Enero, Febrero y Marzo; El segundo cuartil (Q2), los nacidos en Abril, Mayo y Junio; El tercer cuartil (Q3), los jugadores nacidos en Julio, Agosto y Septiembre; Y el cuarto cuartil (Q4) incluidos, los nacidos en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre (Matta et al; 2015).

Un estudio realizado en la selección de fútbol belga arrojó como resultado que existe una influencia del ERR en los niveles altos de competencia de fútbol juvenil. Es decir, los jugadores nacidos en el primer trimestre (40,1 a 43,8%) son más

propensos a ser seleccionados en comparación con sus compañeros nacidos en los otros cuartos del mismo año de nacimiento (Deprez et al., 2013). En deportes como el fútbol y el hockey sobre hielo, se ha demostrado que los atletas más maduros físicamente fueron seleccionados para los equipos de élite con altos niveles de competencia (Müller et al., 2016).

Con respecto a lo anterior, es que se crea un problema con el proceso de selección la cual se orienta por mayor edad y maduración de atletas en los deportes competitivos juveniles, puesto que puede ser contraproducente a largo plazo, ya que se corre el riesgo de excluir a los individuos igualmente cualificados de oportunidades para alcanzar el nivel de élite debido a sus características físicas retrasadas en comparación con sus homólogos relativamente mayores (Fragoso, Massuca, & Ferreira, 2015; Müller, Müller, Hildebrandt & Raschner, 2016). Sin embargo, la literatura es contradictoria en cuanto a la posible ventaja de rendimiento físico dada por la antropometría de los atletas nacidos en el primer cuartil. Hay estudios que demuestran que los atletas relativamente mayores son más altos y fuertes que los relativamente más jóvenes (Matta et al., 2015), mientras que otros estudios no encuentran diferencias significativas en la antropometría, la maduración biológica, el rendimiento físico y técnico en comparación con los nacidos en la segunda mitad del año (Müller et al., 2015).

Respecto a lo anterior sería interesante investigar en los jóvenes futbolista chilenos de élite los estados de maduración biológica y niveles testosterona.

### **Testosterona**

Es una de las más potentes hormonas andrógeno-anabólicas secretada de forma natural, que inicia la señal para la producción y liberación en el hipotálamo, este es inervado por el sistema nervioso central (SNC) y, por lo tanto, proporciona un vínculo directo entre los sistemas nervioso y endocrino. En el hipotálamo se produce y secreta la hormona liberadora de gonadotropina (GNRH). La GNRH viaja directamente a la glándula pituitaria anterior, donde estimula la producción y liberación de la hormona luteinizante (LH) y la hormona folículo-estimulante (FSH). Estas ingresan a la circulación y son transportadas a las gónadas. En los hombres

específicamente viajan a las células de Leydig, ubicadas en los testículos, donde se estimula la producción de testosterona, y en el caso de las mujeres, este proceso ocurre en las células teca, las cuales son producidas en los ovarios y en menor cantidad en las glándulas suprarrenales. (Vingren et al., 2010; Papacosta & Nassis, 2011).

La mayor parte de la testosterona circulante está unida a la albúmina y a las globulinas sexuales (95-98%), mientras que una pequeña cantidad (2-5%) permanece libre en la circulación. Sin embargo, las concentraciones libres reflejan la fracción de testosterona biológicamente disponible para los tejidos (Papacosta & Nassis, 2011).

Sus efectos biológicos incluyen la promoción del crecimiento del músculo y fuerza en hombres y mujeres en respuesta al entrenamiento de resistencia (Maya et al., 2016). Y a su vez esta promueve el desarrollo de características masculino-sexuales secundarias, como la barba y el crecimiento del vello corporal, la retención de nitrógeno y el crecimiento muscular (Banfi, & Dolci, 2006). Además del efecto anabólico, se cree que la testosterona tiene un efecto anti-catabólico, ya que podría incluir una inhibición de la señalización de cortisol mediante el bloqueo de los receptores de glucocorticoides (Vingren et al., 2010).

Las concentraciones de testosterona en saliva comienzan a aumentar gradualmente durante la pubertad la cual tiene inicio alrededor de los 8 años, y esta continúa aumentando hasta alcanzar concentraciones de adultos durante los siguientes 10 años (Buttler et al., 2016; Gatti & De Palo., 2011). Los valores de los niveles de testosterona total y testosterona libre varían según la edad, siendo entre los 15-18 años donde se puede observar el peak de testosterona (Ver Anexo nº6).

La testosterona y su relación con la actividad física ha sido últimamente un tema de relevancia en muchos estudios, ya que se ha demostrado que existe variación en la concentración de testosterona después del ejercicio y que estos cambios son dependiente del tipo de deporte, intensidad, duración y género (Bowen, Turner, & Lightfoot, 2011; Spiering et al., 2009; Vingren et al., 2010). Algunos estudios demuestran la disminución de concentraciones de testosterona en hombres

futbolistas adultos de elite (Peñailillo et al., 2015), mientras que en las mujeres, también futbolistas de elite, se vio un aumento de esta post partido (Maya et al., 2016). Pero existe escasa literatura respecto a esta relación en jugadores de fútbol adolescentes que están en constante variación hormonal y el efecto a largo plazo del ejercicio sobre los niveles de testosterona, en este contexto es que se hace importante realizar estudios al respecto.

### **Saliva**

La saliva es una secreción de líquido exocrino que se compone de aproximadamente 99% de agua, que contiene una variedad de electrolitos (calcio, magnesio, sodio, potasio, cloruro, bicarbonato, fosfato) y diversas proteínas representadas por enzimas, inmunoglobulinas y otros factores antimicrobianos, glucoproteínas mucosas, trazas de albúmina y algunos polipéptidos y oligopéptidos. También contiene glucosa y algunos productos metabólicos nitrogenados, como la urea y el amoníaco. Estos componentes interactúan y son responsables de las diversas funciones atribuidas a la saliva.

La saliva total se refiere a la mezcla compleja de fluidos de las glándulas salivales. Su función es preservar y mantener la salud de los tejidos orales y se ha utilizado como una fuente no invasiva de investigación (Elmongy & Abdel-Rehim, 2016; Gatti & De Palo., 2011). En relación a la difusión de la saliva, existen componentes que no forman parte de los constituyentes salivales normales (fármacos y hormonas) estos pueden alcanzar la saliva mediante mecanismos de transferencia incluyendo las vías intracelular y extracelular. La vía intracelular más común es la difusión pasiva, aunque también se ha informado del transporte activo. La vía extracelular más común es la ultrafiltración, que se produce a través de las uniones estrechas entre las células. Los compuestos liposolubles como las hormonas esteroides no conjugadas (entre ellos, la testosterona), pueden pasar libremente a las células y difundirse a través de la saliva (Gatti & De Palo., 2011).

## **Mediciones en saliva**

La recopilación y el análisis de la saliva se está desarrollando rápidamente como una herramienta para evaluar el estrés fisiológico en el deporte (Peñailillo et al, 2015). La medición de la testosterona mediante este método puede proporcionar una alternativa útil y no invasiva para la colección de suero y plasma, ya que puede ser recopilada rápidamente, con frecuencia y sin estrés. Además, las muestras de saliva son fácilmente recolectadas, ya que se debe depositar la saliva en un tubo estéril. Este procedimiento no necesita entrenamiento especial y se puede realizar en casa o en el campo deportivo (Buttler et al., 2016; Gatti & De Palo., 2011).

Existe una variación diurna en relación a la concentración de testosterona, cortisol e inmunoglobulina A (Iga) con valores más altos en la mañana. Por lo tanto, la monitorización de la saliva debe hacerse en los mismos tiempos para controlar esta variación (Papacosta, Gleeson & Nassis 2013).

## **Ejercicio físico**

El ejercicio es un factor de estrés físico el cual activa los sistemas hormonales, como la hormona hipotalámica liberadora de corticotropina, la hormona adrenocorticotrópica pituitaria anterior y los glucocorticoides suprarrenales. Además, la respuesta adrenocortical en el ejercicio agudo o crónico está influenciada por factores fisiológicos y psicológicos (Gatti & De Palo., 2011).

El ejercicio agudo y crónico provoca cambios en los niveles de hormonas y compuestos inmunológicos, por lo que las muestras salivales de las hormonas esteroides pueden proporcionar una referencia para sus respectivas concentraciones en sangre y pueden dar información útil sobre cómo las hormonas esteroides se modifican en respuesta al ejercicio (Papacosta & Nassis, 2011).

Se ha demostrado que los ejercicios de resistencia muscular generan un aumento agudo de las concentraciones de testosterona (Vingren et al., 2010). Los resultados de un estudio en un equipo de rugby sugirieron que las diferencias

observadas en la testosterona antes de la competencia discriminan fuertemente entre los resultados del juego. Esto llevó a cabo una clasificación más subjetiva y detallada del resultado del juego, ya que se vio que los niveles de testosterona antes de la competencia fueron significativamente mayores en los partidos ganados y también hubo un aumento de testosterona posterior a los partidos (Gaviglio, Crewther, Kilduff, Stokes, & Cook, 2014).

Está bien documentado que jugar al fútbol exige una gran capacidad aeróbica y anaeróbica, así como una gran fuerza muscular en términos de velocidad, que son características que, desde el punto de vista del fitness físico, deben ser considerados sólo después de la pubertad y nunca antes (Fragoso et al., 2015).

Se ha observado que después de un partido de fútbol, se correlaciona la distancia recorrida de los jugadores con los cambios en las concentraciones de testosterona, donde se reflejó que los jugadores con menor disminución de los niveles de testosterona fueron aquellos que corrieron una mayor distancia durante el partido (Peñailillo et al., 2015). Sumado a esto se ha visto que hombres con deficiencia de testosterona se asocian con una disminución en el rendimiento físico, relacionado con un mayor porcentaje de grasa corporal y menor contenido de masa muscular (Zitzmann, 2008).

## **Fútbol**

El fútbol sigue siendo la forma de deporte más popular del mundo y forma parte integral del ámbito social y cultural de muchos países. En las últimas décadas, ha habido una notable expansión de la ciencia del deporte tanto como disciplina académica como en el campo de práctica aplicada. Hoy en día existen instituciones en todo el mundo que ofrecen programas académicos formales específicamente relacionados con el fútbol. Estos programas académicos cuentan con el apoyo de grupos de investigación cada vez más productivos, que ayudan a actualizar los conocimientos pertinentes sobre cómo se puede mejorar el rendimiento en el fútbol y cómo el deporte puede tener un impacto más amplio en la sociedad. En el campo aplicado, muchos clubes profesionales y asociaciones nacionales ahora emplean sistemáticamente equipos de apoyo que involucran a

profesionales de las diversas subdisciplinas (Williams, 2013).

En Chile en la encuesta CERC (Centro de estudios de realidad contemporánea) del 2010 se pudo concluir que un 32% de los chilenos practica un deporte, siendo fútbol el preferido con un 49%, un 9% menciona el tenis, 5% el basquetball, 4% la natación.

Según la Asociación Nacional de Fútbol Profesional (ANFP) el fútbol tanto para hombres como para mujeres, se divide en selección absoluta, sub 23, sub 20, sub 17 y sub 15. Los seleccionados en su mayoría participan de un club deportivo específico en el cual entrenar a diario, y son citados a la selección cuando deben representar al país. A nivel de clubes estos se dividen en primera división, constituido por 16 equipos, Primera B, constituido por 15 equipos y Segunda división, constituido por 12 equipos. El Ministerio de educación (MINEDUC) exige a los establecimientos educacionales realizar educación física entre 2-4 horas escolares semanales, el objetivo de esta asignatura es que los alumnos logren una condición física adecuada a su nivel de desarrollo y manejen los principios del entrenamiento (tipo de ejercicio, intensidad, frecuencia, progresión y tiempo). Algunos colegios cuentan con una selección de fútbol de diferentes categorías con fines recreacionales o competitivos, con el objetivo de desarrollar al máximo las aptitudes físicas y tácticas específicas para este deporte. Lo anterior justifica la existencia de ligas escolares donde se desarrolla la competencia a nivel escolar.

Es importante tener en cuenta que las distancias recorridas en un nivel superior están en el orden de 10 a 12 km para los jugadores de campo y unos 4 km para el portero, los centrocampistas corren distancias más grandes durante el juego y también que los jugadores profesionales corren distancias más largas que los no profesionales (Stølen, T., Chamari K., Castagna, C. & Wisløff, U. 2005) por lo que según esta información, los niveles de testosterona pueden variar en un mismo grupo debido a su posición en el juego y entre los grupos debido a los niveles deportivos en los que juegan.

Existe una estrecha relación entre los niveles de testosterona y el rendimiento deportivo, pero de ésta no se puede establecer como un factor único determinante en el rendimiento, ni en la expresión de cualidades propias del desarrollo

biológico, ya que en primer lugar se desconoce si esta variación en las concentraciones de testosterona es por un factor genético de cada jugador (Zitzmann & Nieschlag, 2001), o también podría aumentar o disminuir en ellos producto del entrenamiento, porque existe una fuerte influencia de factores ambientales en la determinación de la variabilidad de la testosterona (Caramaschi, Booij, Petitclerc, Boivin, & Tremblay, 2012). Además, existen características y habilidades propias de los jugadores que pueden justificar el buen rendimiento por sí solas.

Por último, se debe agregar que la testosterona es lo que alimenta la motivación para alcanzar el triunfo en la competencia, despertando así comportamientos para alcanzar la meta (Jimenez, Aguilar, & Alvero-Cruz, 2012).

### **Selección de jugadores**

La selección de jugadores es el proceso a través del cual se individualizan personas dotadas de talento y actitudes favorables para el deporte en cuestión. Esto solo puede ser resuelto con éxito a base de un conjunto de métodos de investigación correctamente escogidos que suponga el estudio de los distintos aspectos propios del deportista, mediante los métodos pedagógicos, médico - fisiológicos, y psicológicos (Patiño, Girón & Arango, 2007).

La identificación y selección de talentos jóvenes en el fútbol es una tarea que comienza a edades cada vez más tempranas debido a que estos individuos deberían tener una formación temprana ajustada a su crecimiento y desarrollo.

Este deporte exige un alto nivel técnico, táctico y físico, por lo que se hace esencial llevar a cabo un proceso que permita seleccionar a los jóvenes más dotados a partir de parámetros concretos que les permita adquirir y desarrollar las capacidades propias del futbolista, las cuales no pueden ser logradas de forma espontánea por todos, ya que la receptividad no es la misma (Patiño, Girón & Arango, 2007).

La propuesta existente en la selección de jugadores, por lo general, está basada en factores inespecíficos, generales y subjetivos. Williams & Frank (1998) proponen un esquema con 4 ítems principales para predecir un potencial talento

en el fútbol, estos son predictores físicos como la altura, peso, crecimiento muscular, y somatotipo entre otros. Predictores sociológicos como apoyo paterno, educación, nivel socio-económico, horas de práctica, etc. Predictores psicológicos, como atención, inteligencia en el juego, anticipación, etc. Por último predictores fisiológicos como capacidad aeróbica, resistencia anaeróbica, etc. (Williams & Frank, 1998).

Los futbolistas jóvenes deben realizar su desempeño competitivo acorde y exclusivamente al definido por su edad cronológica (año en el que nacen) (Deprez et al., 2013; Fragoso et al., 2015; Muller et al., 2015).

La Federación Internacional de Fútbol (FIFA) ha propuesto que cualquier jugador de fútbol joven nacido entre 1 de Enero y 31 de Diciembre del respectivo año participa en una categoría competitiva definida, destinado a proporcionar una formación y competencia deportiva más equilibrada, donde las oportunidades de lograr el éxito son similares entre practicantes. Sin embargo, existen variaciones significativas interindividuales en relación con el crecimiento, el desarrollo y la maduración biológica, que son evidentes especialmente en el periodo de la infancia y la adolescencia. Aunque todos los jóvenes experimentan los mismos pasos en el proceso de crecimiento y desarrollo, algunos de ellos muestran los eventos de maduración más temprano o más tarde que sus compañeros de la misma edad cronológica.

## **JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **Problema de Investigación**

El fútbol tanto en Chile como a nivel mundial es considerado uno de los deportes más practicados, por lo que cada vez se utilizan más herramientas y recursos al momento de elegir de manera correcta y selectiva a los jugadores de cada equipo, proceso que comienza a edades tempranas.

Se ha visto mediante múltiples estudios, que existe variación en los niveles hormonales de testosterona en saliva en el ejercicio, pero hay escasa evidencia del efecto crónico de ejercicio en jóvenes futbolistas adolescentes, por lo que la medición de ésta nos permite tener información de cómo se comporta la testosterona en diferentes sujetos en edades donde existen las mayores variaciones hormonales y como la práctica de fútbol puede intervenir sobre estos cambios hormonales. Por otra parte, dentro del fútbol hay distintos niveles competitivos de los cuales, por lo general, se selecciona a quienes presentan una apariencia física más desarrollada, además de otras cualidades que son subjetivas al momento de la selección. Todas estas variables al ser medidas podrían ser consideradas en el ámbito deportivo para permitir una selección más objetiva.

### **Pregunta de investigación**

¿Existen diferencias en los niveles hormonales de testosterona en saliva y maduración biológica entre futbolistas seleccionados nacionales, cadetes de club deportivo y escolares de la misma edad?

### **Objetivo General**

Comparar los niveles de testosterona en saliva y maduración biológica entre jóvenes escolares, cadetes de club deportivo y futbolistas de la selección chilena sub 17.

## **Objetivos Específicos**

1. Determinar edad relativa en hombres de la selección sub 17 de Chile
2. Seleccionar sujetos entre edad de 15 y 17 años con una distribución de fechas de nacimiento similar a los de la selección sub 17.
3. Determinar niveles de testosterona en saliva en Chile.
4. Comparar los niveles testosterona en saliva de cada grupo.
5. Determinar nivel de maduración biológica de cada grupo según escala de medición PDS.

## **Hipótesis**

El grupo de selección de fútbol sub 17 presentará mayores niveles de testosterona y maduración biológica que el grupo de cadetes y escolares.

## **CAPÍTULO 2**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Tipo de estudio**

Transversal, analítico, prospectivo, observacional y de alcance descriptivo.

#### **Universo y tipo de muestreo**

El tipo de muestreo es por conveniencia. El tamaño de la muestra es 75 jóvenes de sexo masculino entre 15 y 17 años que practiquen fútbol y sean normo peso.

Se formarán tres grupos A, B y C, de 25 adolescentes cada uno, el Grupo A será constituido por la selección de fútbol sub 17, el Grupo B está conformado por cadetes del club deportivo Universidad de Chile y el Grupo C por escolares que practican fútbol en el colegio de forma competitiva. Además, cada grupo fue distribuido según edad relativa, (grupo 1: Enero-Marzo, grupo 2: Abril-Junio, grupo 3: julio-septiembre, grupo 4: de octubre –diciembre) esto con el fin de obtener un porcentaje similar de edades entre los 3 grupos, los cuales tuvieron como referencia la selección sub 17, además de arrojar un promedio de edad similar entre cada grupo.

#### **Criterios de inclusión**

- Sujetos hombres sanos.
- Normopeso.
- Edad entre 15 y 17 años.
- Sujetos capaces de comprender de las instrucciones del estudio.
- Consentimiento leído y firmado por los padres y jóvenes respectivamente.

#### **Criterios de exclusión**

- Padecimiento de enfermedad de base o lesión que lo haya mantenido restringido en su entrenamiento durante 3 meses o más previos a la recopilación de las muestra

- Cadetes del Club Deportivo Universidad de Chile que hayan sido citados para la Selección Chilena de fútbol sub 17.
- Utilización de medicamentos permanentes, exceptuando el Salbutamol
- Sujetos que se encuentren en un periodo de stress y/o depresión, declarado por sí mismos
- Alteración hormonal diagnosticada
- Quienes no tengan ganas de participar en el estudio
- Responder “No lo sé” en 3 o más preguntas en el cuestionario PDS.

### **Metodología de Investigación**

Los niveles de testosterona fueron medidos a través de la saliva, la maduración biológica fue determinada a través del PDS.

Para este estudio se requirió de 25 escolares, 25 cadetes de la Universidad de Chile y 25 seleccionados nacionales de fútbol sub 17.

De los 25 escolares seleccionados, 19 pertenecen al equipo de fútbol Sub 17 de un colegio y los 6 restantes pertenecen a la selección de diferentes colegios y fueron reclutados por las investigadoras personalmente.

El acceso al Club deportivo Universidad de Chile fue por contacto directo con el entrenador y plantel técnico.

Todos los jugadores de la selección sub 17 fueron reclutados mediante el contacto directo del profesor guía, quien ya ha realizado estudios anteriores con dichos jóvenes y plantel técnico.

En el caso de los escolares se entregó una carta de autorización al Director y entrenador de la institución, para así poder realizar el estudio dentro del establecimiento. Los cadetes de la Universidad de Chile fueron citados en el Centro Deportivo Azul por el entrenador. En el caso de los seleccionados nacionales fueron citados por su entrenador en la institución deportiva Juan Pinto Durán.

Cada grupo fue citado en la mañana y en ayuna según sus propios horarios de conveniencia para una reunión, donde se realizó una charla introductoria, en la cual se explicó el objetivo del estudio, se entregó un Asentimiento para ser leído y

un Consentimiento Informado para ser firmado por ellos y sus apoderados, sumado a esto se dieron las instrucciones para la recolección de saliva y para completar el PDS. En el caso de los 6 escolares restantes se realizó el mismo procedimiento en sus domicilios instruidos por una de las investigadoras, a los 2 días se retiró la muestra de saliva, el PDS y el Consentimiento informado.

El consentimiento fue firmado por los participantes y sus padres o tutores legales, donde se explicó detalladamente el estudio y su confidencialidad, los consentimientos fueron retirados por las investigadoras 2 días después de la toma de muestras.

El PDS fue traducido al español y aplicada en 10 sujetos de diferentes edades con el objetivo de verificar que el contenido fuese entendido. Esta encuesta consiste en preguntas de selección múltiple que fueron completadas con lápiz pasta por los participantes, luego se obtuvo el puntaje por cada respuesta y se determinó el estado puberal de cada participante.

La recolección de saliva se realizó bajo la supervisión de las autoras en la institución correspondiente de cada sujeto:

- 1) Las muestras se tomaron durante la mañana en ayunas.
- 2) A cada participante se le dio un vaso con 50 ml de agua destilada para enjuagar la boca.
- 3) Posteriormente cada sujeto estimuló saliva por dos minutos y esta fue recolectada en posición sedente en tubos plásticos.

Las muestras fueron llevadas en cooler para mantener la cadena de frío, hacia el laboratorio de investigación de la Universidad Finis Terrae donde fueron congeladas. Una vez recopiladas todas las muestras se centrifugaron a 1.500 g durante 15 min y se almacenaron.

Las mediciones salivales de testosterona fueron determinadas utilizando un kit disponible comercialmente (Salimetrics, PA, USA) en los 3 grupos utilizando la misma placa.

### **Variables dependientes**

Niveles de maduración biológica: reflejan el estado en que se encuentra el sujeto según la puntuación obtenida por cada uno de ellos en la encuesta de PDS el cual indica la maduración biológica que consiste en la transición de la niñez a la edad adulta con cambios físicos y fisiológicos. Dimensiones: pre-pubertad: 3 pts., cercano a la pubertad: 4- 5 pts. (Sin tener alguna respuesta con puntaje 3), mitad de la pubertad: 6, 7 u 8 pts. (Sin tener alguna respuesta con puntaje 4), pubertad casi completa: 9-11 pts. y post-pubertad: 12 pts. Indicadores: puntuación de la PDS medida en puntos. Instrumento: PDS, la cual es una encuesta de auto-inspección que consiste en preguntas de selección múltiple donde hay 3 generales y 4 específicas para el sexo masculino.

Niveles de testosterona: corresponde a la concentración de testosterona encontrada por cada 3 ml de saliva de cada sujeto, la cual es depositada en un tubo de plástico y luego analizado con el test de ELISA. Dimensiones: valores normales en adolescentes de 15 años: 16.2-177 pg/mL, en adolescentes de 16 años: 29.3-195 pg/mL y en adolescentes de 17 años: 42.8-209 pg/mL. Indicadores: 3 mL de testosterona depositados en un tubo medidos en pg/mL se mide en Pg/ml. Instrumento: Kit Salimetrics PA, USA, Gelpacks y laboratorio para procesamiento de las muestras.

### **Variable independiente**

Nivel competitivo, dado por la categorización de escolares, cadetes y seleccionados.

### **Variable desconcertante**

Subjetividad de los sujetos al completar la PDS

### **Análisis de datos**

Los datos obtenidos fueron ingresados en una planilla Excel dividida por grupo. A cada participante se le asignó un código único de identificación. Los datos fueron exportados a STATA donde se realizó el análisis estadístico. Para cada uno de

los tres grupos se calculó la media de testosterona en saliva y paralelamente se calculó el puntaje individual del PDS para determinar el estado de maduración. Se utilizó el test de análisis de varianza (ANOVA) para evaluar si la diferencia de las medias de niveles de testosterona de los diferentes grupos eran estadísticamente significativas. Para evaluar cuál grupo presentaba mayores diferencias se utilizó el test de Tukey.

Además se realizó 3 intervalos de confianza para obtener proporciones y para obtener diferencia de proporciones, con nivel de confianza de valor alpha: 0.05 (nivel de significancia 95%) para cada intervalo.

## CAPÍTULO 3

### RESULTADOS

La descripción de los participantes se puede observar en la Tabla 1. Se observan diferencias significativas en la edad entre el grupo de escolares vs. cadetes. Los promedios para escolares fue de 16,6 años  $\pm$  0,6, para cadetes de 17,1 años  $\pm$  0,5 y de los seleccionados de 16,9 años  $\pm$  0,7. También existen diferencias significativas en el peso entre los mismos grupos donde los promedios fueron: escolares 63,28 kg  $\pm$  5,9, cadetes de 69 kg  $\pm$  6,2 y seleccionados de 66,72 kg  $\pm$  6,4. En relación al IMC el promedio de escolares fue 20,4 Kg/m<sup>2</sup>  $\pm$  1,8, cadetes 22,34 Kg/m<sup>2</sup>  $\pm$  1,6 y seleccionados 21,8 Kg/m<sup>2</sup>  $\pm$  1,8. El peso se muestra en la siguiente Tabla.

	<b>Escolares</b>	<b>Cadetes</b>	<b>Selección Chilena</b>
<b>N</b>	25	25	25
<b>Edad (Años)</b>	16,6 $\pm$ 0,6	17,1 $\pm$ 0,5*	16,9 $\pm$ 0,6
<b>Peso (Kg)</b>	63,28 $\pm$ 5,9	69 $\pm$ 6,2*	66,72 $\pm$ 6,4
<b>Altura (M)</b>	1,742 $\pm$ 0,04	1,737 $\pm$ 0,06	1,731 $\pm$ 0,04
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	20,4 $\pm$ 1,8	22,34 $\pm$ 1,6*	21,8 $\pm$ 1,8

Tabla1. Descripción de la muestra: Edad, Peso, altura e Índice de masa corporal (IMC). Datos presentados en promedio  $\pm$  desviación estándar

\*p < 0,05 versus Escolares.

Respecto a las concentraciones de testosterona de los tres grupos (Figura 1), los datos obtenidos fueron de distribución normal. El promedio de testosterona para el grupo de escolares fue de  $257,5 \pm 54,3$  pg/ml, para el grupo de cadetes fue  $252,02 \pm 74,4$  y para la selección chilena fue de  $160,9 \pm 57,3$ . El análisis Anova nos muestra que existe diferencias estadísticamente significativa entre grupos ( $p < 0.01$ ). Al realizar el test de Turkey, se observa que las concentraciones de testosterona en saliva del grupo selección fue estadísticamente más bajo que los otros dos grupos ( $p < 0.001$ ).

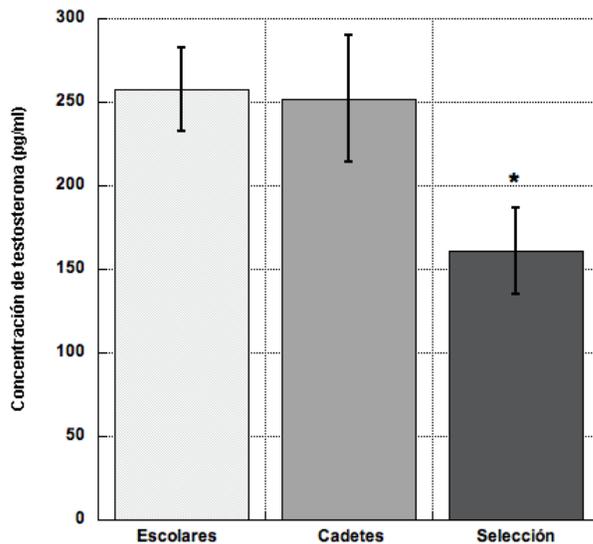


Figura 1. Concentraciones de testosterona en escolares, cadetes y jugadores de la selección de chilena Sub-17. Datos son presentados como promedio  $\pm$  Desviación estándar. \*  $p < 0.001$  en comparación a escolares y cadetes. N = 25 por grupo

Respecto a los datos obtenidos de la encuesta PDS se observa un predominio de valores en “etapa de pubertad casi completa” en los 3 grupos. En el caso de los escolares se observa que un 64% se encuentra en predominio de pubertad casi completa ( $n = 16$ ) y un 36% en mitad de pubertad ( $n = 9$ ). En cadetes se observa un equilibrio entre el número de sujetos en estado mitad de pubertad correspondiente al 40% ( $n = 10$ ) y un 52% en pubertad casi completa ( $n = 13$ ) con solamente dos sujetos (8%) cercano a la pubertad. En el caso de la selección se encuentran 64% principalmente en pubertad casi completa ( $n = 16$ ), un 24% en mitad de pubertad ( $n = 6$ ) y tres sujetos (12%) en post-pubertad. Los datos de

manera específica se muestra en la Tabla 2.

	<b>ESCOLARES</b>	<b>CADETES</b>	<b>SELECCIÓN</b>
<b>Prepubertad</b>	0	0	0
<b>Cercano a la pubertad</b>	0	2	0
<b>Mitad de la pubertad</b>	9	10	6
<b>Pubertad casi completa</b>	16	13	16
<b>Postpubertad</b>	0	0	3
<b>Total</b>	25	25	25

Tabla 2. Estado puberal según grupo de estudio usando encuesta PDS. Número corresponde a la cantidad de sujetos en ese estadio.

Se ordenaron los datos del PDS, se agrupó por sus respectivos puntajes y se realizó 3 intervalos de confianza para obtener proporciones, con nivel de confianza de valor  $\alpha$ : 0.05 (nivel de significancia 95%) para cada intervalo. Para los 3 grupos se obtuvo un rango aproximado de [0.51-0.78], por lo tanto en cada uno de los grupos la probabilidad de que un sujeto elegido al azar se encuentre en pubertad casi completa es mayor al 50%.

Además, se realizó 3 intervalos de confianza para obtener la diferencia de proporciones, también con  $\alpha$ : 0,5 y se observó que la diferencia de estas tres están en un rango [0.25-0.38], esto explica que al haber una diferencia mínima el valor es casi idéntico para las 3 muestras.

## **CAPÍTULO 4**

### **DISCUSIÓN**

El objetivo de nuestro estudio fue comparar si existen diferencias en los niveles de testosterona y en el estado de maduración biológica entre jóvenes jugadores de fútbol de distintos niveles competitivos, donde esperábamos encontrar una mayor cantidad de testosterona y mayor maduración biológica en la selección chilena sub 17, al ser ellos quienes realizan este deporte a un nivel de alto rendimiento y se tiende seleccionar en estos grupos a quienes se encuentran físicamente más desarrollados (Muller et al, 2016) seguidos por los cadetes y por último los escolares. No obstante al obtener los resultados de este estudio se observó que existe una variación significativa de los niveles de testosterona según el nivel deportivo, siendo la Selección chilena sub 17 el grupo que reflejó los menores niveles de testosterona en comparación a los otros dos grupos de estudio, mientras que los estados de maduración biológica fueron similares entre todos los adolescentes siendo el estado de “pubertad casi completa” el con mayor incidencia.

El aumento de la testosterona está altamente relacionada con el ejercicio agudo. En general, el ejercicio cardiovascular y el entrenamiento de resistencia aumentan transitoriamente las concentraciones de testosterona en hombres y mujeres (Maya et al., 2016) aunque existe un estudio que reporta efectos nulos (Wood & Stanton, 2012). Según Zitzmann, (2008) el aumento de testosterona se vio reflejado inmediatamente y después de 5 minutos de ejercicio de fuerza, al igual que Di Luigi et al., (2006) quienes vieron en atletas jóvenes masculinos un aumento de concentraciones de testosterona después de 90 minutos de ejercicio. Crewther, Cronin, Keogh, & Cook (2006) realizaron un protocolo de entrenamiento de hipertrofia el cual generó un aumento post ejercicio tanto en la testosterona como en el cortisol. Como se puede observar en los estudios antes mencionados, las muestras de saliva fueron tomadas después del ejercicio agudo, en cambio los sujetos de nuestro estudio no realizaron ejercicio el día previo a la toma de

muestras, buscando de esta forma el efecto crónico del ejercicio. Existe controversia en cuanto a su efecto a nivel hormonal, ya que los resultados pueden variar según el volumen, intensidad, frecuencia, días de descanso, velocidad de repetición, etc. Kraemer , (2003) señala que hay elevaciones significativas de las concentraciones de testosterona en reposo después de 4 semanas de un programa de entrenamiento de resistencia, pero se observó que las concentraciones en reposo reflejan el estado del tejido muscular, de tal manera que pueden producirse incrementos o disminuciones dependiendo del volumen de entrenamiento. Por otra parte, Nicklas (1995) realizó un entrenamiento de resistencia de un promedio de 16 semanas en adultos, y no hubo alteraciones significativas en las concentraciones hormonales antes y después del entrenamiento, por lo que no está claro el efecto del ejercicio prolongado en relación a su respuesta endocrina (Vingren et al., 2010). Existen además otros factores relevantes que podrían incidir directamente en la diversidad de resultados, es por esto que variables como el sobreentrenamiento y stress mental nos hacen pensar que pueden ser igual de relevantes que las características mencionadas anteriormente y podrían ser un elemento explicativo de nuestros resultados. Filaire, Bernain, Sagnol , Lac (2001) mostraron que un programa de entrenamiento de alta intensidad indujo un significativo aumento de niveles de cortisol, biomarcador de estrés físico, y junto con esto disminuyó las concentraciones de testosterona, de igual forma en que Vingren et al. (2010) quien señaló que el entrenamiento de resistencia produjo un aumento del cortisol, por lo que el sobreentrenamiento y la competencia generan una exposición a dicho estrés, y tuvo como resultado una disminución en los niveles de testosterona en corredores de ultramaratón. Además Zitzmann et al. (2008) sostiene esta idea afirmando que se genera un impacto negativo en la secreción de testosterona y explica que la glándula pituitaria no responde de manera suficiente para compensar dicha disminución en situaciones de estrés.

En el caso de nuestro estudio las tomas de muestra fueron realizadas en el período de término de temporada de competición. En relación al entrenamiento cabe mencionar que cada jugador tanto de la selección como los cadetes, tienen

protocolos de entrenamiento personalizados en base a objetivos determinados por el preparador físico, por lo que no se puede determinar una carga de entrenamiento grupal. Además los seleccionados deben cumplir tanto para la selección como para sus respectivos clubes, por lo que se encuentran sometidos a una mayor carga de entrenamiento como también a un mayor nivel de estrés mental y físico que podría explicar una baja concentración de testosterona en comparación a los otros dos grupos. Futuros estudios que midan la variable de cortisol podrían dar mayor sustento a esta hipótesis. Además, la testosterona tiene directa relación con la maduración biológica, ya que esta es la principal encargada del desarrollo sexual en los hombres (Banfi & Dolci 2006) por lo que el hecho de presentar una diferencia significativa en los niveles de testosterona, y no así en la maduración biológica, permite cuestionarnos sobre este fenómeno y abre una posible línea de investigación a desarrollar en el futuro.

Existe directa relación entre el desarrollo físico y la edad, conocido como edad relativa, ampliamente estudiado en fútbol (Mujika et al, 2011). Se ha demostrado que en etapa juvenil la gran mayoría de los jugadores son nacidos los primeros 3 meses del año, es por esto que decidimos homogeneizar los grupos en base a las edades de la selección sub 17 y observar si había diferencias en la maduración biológica según el nivel competitivo. Se ha observado que en un grupo de adolescentes de la misma edad, tener una maduración biológica avanzada se asocia a ventajas deportivas, lo que los predispone a una mayor probabilidad de ser seleccionados (Fragoso et al., 2015). En cambio la maduración biológica en nuestro estudio, no fue asociado al nivel competitivo, al ser similar en los tres grupos, al igual que el estudio de Tsolakis et al. (2003) que a pesar de tener la misma maduración biológica los niveles de testosterona variaron, pero este estudio fue realizado en otros deportes excluyendo el fútbol. Es importante mencionar que esta al ser la una variable subjetiva para la percepción de cada sujeto, la encuesta PDS puede generar resultados muy diferentes dentro de un mismo grupo. Una limitación importante de nuestro estudio es que si bien existe bastante literatura científica sobre la encuesta PDS, ésta no ha sido validada en nuestra población.

Nuestros resultados aportan entregando información no estudiada en Chile, específicamente en jugadores juveniles de elite, entregando resultados interesantes para realizar futuros estudios. Para esto, es necesario profundizar la combinación de estas variables con fenómenos de entrenamiento como también el periodo cuando se hace esta evaluación. Además, considerar otros deportes que permitan entender el rol de la testosterona como marcador biológico de maduración y rendimiento deportivo.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIÓN**

Este estudio demostró que el nivel competitivo podría incidir en los niveles de testosterona, ya que los seleccionados obtuvieron los menores valores hormonales en saliva en ayuna, siendo estadísticamente significativos en relación a los otros dos grupos. Estos resultados podría explicarse debido a un posible fenómeno de sobreentrenamiento de los adolescentes de la selección. Por otra parte la maduración biológica no refleja necesariamente los niveles de testosterona y tampoco incide en el proceso de selección de los equipos de elite en relación a equipos con menor nivel competitivo, dado que se observó una similitud del estado puberal entre los tres grupos.

Este estudio deja en evidencia la importancia de continuar investigando al respecto, ya que es necesario tener mayor claridad de los reales efectos del ejercicio, controlando así las variables que afectan en los niveles de testosterona.

## BIBLIOGRAFÍA

- Banfi, G., & Dolci, A. (2006). Free testosterone/cortisol ratio in soccer: usefulness of a categorization of values. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(4), 611-616.
- Bond, L., Clements, J., Bertalli, N., Evans-Whipp, T., McMorris, B. J., Patton, G. C., Catalano, R. F. (2006). A comparison of self-reported puberty using the Pubertal Development Scale and the Sexual Maturation Scale in a school-based epidemiologic survey. *J Adolesc*, 29(5), 709-720.
- Bowen, R. S., Turner, M. J., & Lightfoot, J. T. (2011). Sex hormone effects on physical activity levels: why doesn't Jane run as much as Dick? *Sports Med*, 41(1), 73-86.
- Buttler, R. M., Peper, J. S., Cro ne, E. A., Lentjes, E. G. W., Blankenstein, M. A., Heijboer, A. C. (2016). Reference values for salivary testosterone in adolescent boys and girls determined using Isotope-Dilution Liquid-Chromatography Tandem Mass Spectrometry (ID-LC- MS/MS). *Clinica Chimica Acta*, 456, 15-8
- Caramaschi, D., Booij, L., Petitclerc, A., Boivin, M., & Tremblay, R. E. (2012). Genetic and environmental contributions to saliva testosterone levels in male and female infant twins. *Psychoneuroendocrinology*, 37(12), 1954-1959.
- Carskadon, M. A., & Acebo, C. (1993). A self-administered rating scale for pubertal development. *J Adolesc Health*, 14(3), 190-195.
- Chan, N. P., Sung, R. Y., Nelson, E. A., So, H. K., Tse, Y. K., & Kong, A. P. (2010). Measurement of pubertal status with a Chinese self-report Pubertal Development Scale. *Matern Child Health J*, 14(3), 466-473.

- Crewther B, Cronn J, Keogh J and Cook C. (2008). The salivary testosterone and cortisol response to three loading schemes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 250–255
- Crockett, L., & Petersen, A. C. (1987). Pubertal status and psychosocial development: Findings from the early adolescence study. In R. F. T. Lefner (Ed.), *Biological and psychological interactions in early adolescence* (pp.173–188). Hillsdale, NJ: Erlbaum..
- Deprez, D., Coutts, A. J., Franssen, J., Deconinck, F., Lenoir, M., Vaeyens, R., & Philippaerts, R. (2013). Relative age, biological maturation and anaerobic characteristics in elite youth soccer players. *Int J Sports Med*, 34(10), 897-903
- Di Luigi, L., Baldari, C., Gallotta, M. C., Perroni, F., Romanelli, F., Lenzi, A., & Guidetti, L. (2006). Salivary steroids at rest and after a training load in young male athletes: relationship with chronological age and pubertal development. *Int J Sports Med*, 27(9), 709-717.
- Elmongy., H & Abdel-Rehim, M., Saliva as an alternative specimen to plasma for drug bioanalysis: A review. *Trends in Analytical Chemistry* , 83,70–79
- Fragoso, I., Massuca, L. M., & Ferreira, J. (2015). Effect of birth month on physical fitness of soccer players (Under-15) according to biological maturity. *Int J Sports Med*, 36(1), 16-21.
- Gastin, P. B., Bennett, G., & Cook, J. (2013). Biological maturity influences running performance in junior Australian football. *J Sci Med Sport*, 16(2), 140-145.
- Gatti, R., De Palo, E. F. (2011). An update: salivary hormones and

physicalexercise. *Scand J Med Sci Sports*. 21, 157–169.

- Gaviglio, C. M., Crewther, B. T., Kilduff, P. L., Stokes, K. A. & Cook, C. J. (2014). Relationship Between Pregame Concentrations of Free Testosterone and Outcome in Rugby Union. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 9, 324 -331.
- Gil, S. M., Badiola, A., Bidaurrezaga-Letona, I., Zabala-Lili, J., Gravina, L., Santos-Concejero, J. Granados, C. (2014). Relationship between the relative age effect and anthropometry, maturity and performance in young soccer players. *J Sports Sci*, 32(5), 479-486.
- Gómez-Campos R, Arruda M, Hobold E, Abella C, Camargo C, Martínez C & Cossio-Bolaños M. Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Rev Andal Med Deporte*. 6(4):159-168
- Jimenez, M., Aguilar, R., Alvero-Cruz, J. R. (2012). Effects of victory and defeat on testosterone and cortisol response to competition: Evidence for same response patterns in men and women. *Psychoneuroendocrinology*. 37, 1577-1581
- Kraemer, W. J., (2003). Endocrine responses and adaptations to strength training in: Komi, P.V. ed. *Strength and Power in Sport*. (pp. 291-304).Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1992.
- Lerman, I., Harrison, B. C., Freeman, K., Hewett, T. E., Allen, D. L., Robbins, J., & Leinwand, L. A. (2002). Genetic variability in forced and voluntary endurance exercise performance in seven inbred mouse strains. *J Appl Physiol* (1985), 92(6)
- Liu, Z., Liu, J., Shi, X., Wang, L., Yang, Y., & Tao, M. (2015). Dynamic alteration of

serum testosterone with aging: a cross-sectional study from Shanghai, China. *Reprod Biol Endocrinol*, 13, 111.

Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1970). Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child*, 45(239), 13-23.

Matta, M., Figueiredo, A. J., Garcia, E. S., Werneck, F., & Seabra, A. (2015). Relative age effect on anthropometry, biological maturation and performance of young soccer players. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 17, 257-268.

Maya, J., Marquez, P., Peñailillo, L., Contreras-Ferrat, A., Deldicque, L. & Zbinden-Foncea, H. (2016). Salivary Biomarker Responses to Two Final Matches in Women's Professional Football. *Journal of Sports Science and Medicine*. 15, 365-371.

Mayo Clinic (2017). *Mayo medical laboratories*, Recuperado el 3 de enero del 2017 desde internet: <http://www.mayomedicallaboratories.com/test-catalog/Clinical+and+interpretive/83686>

Moreira, A., Mortatti, A., Aoki, M., Arruda, A., Freitas, C., & Carling, C. (2013). Role of free testosterone in interpreting physical performance in elite young Brazilian soccer players. *Pediatr Exerc Sci*, 25(2), 186-197.

Mujika I, Vaeyens R, Matthys SP, Santisteban J, Goiriena J, Philippaerts R. (2009) The relative age effect in a professional football club setting. *J Sports Sci*. 27(11):1153-8

Müller, Müller, Hildebrandt & Raschner. (2016) The Role of a Relative Age Effect in the 12<sup>th</sup> Winter European Youth Olympic Festival in 2015 *Perceptual and*

- Muller, L., Muller, E., Hildebrandt, C., Kornexl, E., & Raschner, C. (2015). Influential Factors on the Relative Age Effect in Alpine Ski Racing. *PLoS One*, *10*(8).
- Oliveira, T., Gouveia, M. J., & Oliveira, R. F. (2009). Testosterone responsiveness to winning and losing experiences in female soccer players. *Psychoneuroendocrinology*, *34*(7), 1056-1064.
- Organización mundial de la salud (2014). Salud de la madre, el recién nacido, del niño y del adolescente. Recuperado el 10 de marzo del 2017 desde internet: [http://www.who.int/maternal\\_child\\_adolescent/topics/adolescence/dev/es/](http://www.who.int/maternal_child_adolescent/topics/adolescence/dev/es/)
- Papacosta, E., Gleeson, M., & Nassis, G. P. (2013). Salivary hormones, IgA, and performance during intense training and tapering in judo athletes. *J Strength Cond Res*, *27*(9), 2569-2580.
- Papacosta, E., & Nassis, G. P. (2011). Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. *J Sci Med Sport*, *14*(5), 424-434.
- Patiño, W., Girón, V., & Arango, A., (2007) Parámetros técnico- tácticos para la selección de jugadores de fútbol en las categorías sub 13- sub 16 con miras al alto rendimiento. Liga antioqueña de fútbol. 3-59
- Peñailillo, L., Maya, L., Nino, G., Torres, H., & Zbinden-Foncea, H. (2015). Salivary hormones and IgA in relation to physical performance in football. *J Sports Sci*, 1-8.

- Raizman, J. E., Quinn, F., Armbruster, D. A., & Adeli, K. (2015). Pediatric reference intervals for calculated free testosterone, bioavailable testosterone and free androgen index in the CALIPER cohort. *Clin Chem Lab Med*, 53(10), e239-243.
- Schipper, R. G., Silletti, E., & Vingerhoeds, M. H. (2007). Saliva as research material: biochemical, physicochemical and practical aspects. *Arch Oral Biol*, 52(12), 1114-1135.
- Spiering, B. A., Kraemer, W. J., Vingren, J. L., Ratamess, N. A., Anderson, J. M., Armstrong, L. E., Maresh, C. M. (2009). Elevated endogenous testosterone concentrations potentiate muscle androgen receptor responses to resistance exercise. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 114(3-5), 195-199.
- Stølen, T., Chamari K., Castagna, C. & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer an update. *Sports Med*, 35 (6): 501-536
- Tsolakis, C., Xekouki, P., Kaloupsis, S., Karas, D., Messinis, D., Vagenas, G., Dessypris, A. (2003) The influence of exercise on growth hormone and testosterone in prepubertal and early-pubertal boys. *Exercise and hormones in children*. 2(2),103-112
- Vaeyens, R., Philippaerts, R., & Malina, R. M., (2005). The relative age effect in soccer: A match-related perspective. *Journal of Sports Sciences*, 23, 747 – 756.
- Vingren, J. L., Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., Anderson, J. M., Volek, J. S., & Maresh, C. M. (2010). Testosterone physiology in resistance exercise and training: the up-stream regulatory elements. *Sports Med*, 40(12), 1037-1053.
- Wang, C., Jackson, G., Jones, T. H., Matsumoto, A. M., Nehra, A., Perelman, M.

A., Cunningham, G. (2011). Low testosterone associated with obesity and the metabolic syndrome contributes to sexual dysfunction and cardiovascular disease risk in men with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 34(7), 1669-1675.

Williams , A., M., (2013) *Science and Soccer: Developing Elite Performers*. New York: Routledge

Wood, R., & Stanton, S., (2012) Testosterone and sport: Current perspectives *Hormones and Behavior*. 61, 147–155+Zitzmann, M. (2008). Effects of testosterone replacement and its pharmacogenetics on physical performance and metabolism. *Asian J Androl*, 10(3), 364-372.

Zitzmann, M., & Nieschlag, E. (2001). Testosterone levels in healthy men and the relation to behavioural and physical characteristics: facts and constructs. *Eur J Endocrinol*, 144(3), 183-197.

Anexo N°1: Operacionalización de las variables

<b>Variable dependiente</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>
Niveles de Testosterona	Concentración de testosterona encontrada por cada 3ml de saliva de un sujeto, la cual es depositada en un tubo de plástico cumpliendo los requisitos para el procedimiento	Valores normales en adolescentes de 15 años: 16.2-177 pg/mL, en adolescentes de 16 años: 29.3-195 pg/mL y en adolescentes de 17 años: 42.8-209 pg/mL.	3 mL de testosterona depositados en un tubo medidos en pg/mL	Kit Salimetrics PA, USA.  Gelpacks  Cooler  Laboratorio para procesamiento y análisis de muestras
Maduración biológica	Se conoce como maduración al proceso mediante el cual cualquier ser vivo crece y se desarrolla hasta llegar a su punto de máxima plenitud	Puntaje mínimo= 3 pts. Puntaje máximo=12 pts. Suma del puntaje de cada encuesta y clasificación según el estado puberal al que corresponde.	pre-pubertad: 3 pts., cercano a la pubertad: 4- 5 pts. (Sin tener alguna respuesta con puntaje 3), mitad de la pubertad: 6, 7 u 8 pts. (Sin tener alguna respuesta con puntaje 4), pubertad casi completa: 9-11 pts. y post-pubertad: 12 pts	PDS (pubertal development scale), la cual es una encuesta de autoinspección que consiste en preguntas de selección múltiple donde hay 3 generales y 4 específicas para el sexo masculino.

## Anexo N°2: Consentimiento Informado

Santiago, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 2016

### Documento de Consentimiento Informado

Nombre del estudio: **DIFERENCIAS EN LOS NIVELES DE TESTOSTERONA EN SALIVA Y MADURACIÓN BIOLÓGICA ENTRE JUGADORES DE FÚTBOL SUB 17 DE DIFERENTES NIVELES COMPETITIVOS**

Patrocinador del Estudio / Fuente Financiamiento: Catalina Stock (7-8876165, Cristóbal Colón 4114, dpto. 23, las condes) María Ignacia Aichele (7-3072213, av. El bosque 154, dpto. 62, providencia) Francisca Vega (6-5943763, Quebrada de Macul 7700 casa 24)

Investigador responsable: Hermann Zbinden Foncea

Unidad académica: Laboratorio de Investigación en Salud de la Facultad de Medicina Universidad Finis Terrae. Dirección: Avenida Pedro de Valdivia 1590, Providencia, Santiago.

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de permitir participar a su hijo, familiar o representado o no en una investigación, y para autorizar el uso de muestras humanas o información personal (por ejemplo, información de la ficha clínica).

Lea cuidadosamente este documento, puede hacer todas las preguntas que necesite al investigador y tomarse el tiempo necesario para decidir.

Su hijo, familiar o representado ha sido invitado **a participar en este estudio que se realizará en Chile con más de 70 jóvenes de sexo masculino que jueguen fútbol en diferentes niveles competitivos.** Ya que cumple con las características que necesitamos para recopilar la información que será estudiada la cual consiste en: **tener entre 15 y 17 años, normopeso y con un volumen de entrenamiento de fútbol mayor o igual a 6 horas semanales.**

El objetivo de este estudio es comparar los niveles de la hormona testosterona (hormona esencial para el desarrollo de las características sexuales en hombres) y maduración biológica (etapa del desarrollo de la pubertad) entre jóvenes escolares que realicen fútbol metódicamente, cadetes de un club deportivo de fútbol y jugadores de la selección chilena sub 17, con el fin de verificar si existe relación entre ambas mediciones y su nivel de actividad física.

Para medir los niveles de testosterona se obtendrán muestras de saliva, y además se aplicará un cuestionario el cual medirá en qué etapa de la pubertad se encuentra el participante.

Las muestras de saliva deberán ser realizadas \_\_\_\_\_del 2016 durante la mañana y **en ayuno**, en su Club deportivo, guiados por las autoras, las cuales les explicarán cómo se realiza la toma de las muestras y están dispuestas a responder cualquier pregunta.

Además cada jugador deberá responder un el cuestionario llamado PDS (escala de desarrollo puberal) el cual se les entregará impreso a cada uno de los jóvenes. Este consiste en 5 preguntas específicas, en relación a su desarrollo biológico (por ejemplo, crecimiento de vello) y 2 generales (peso y altura) y se le explicará a cada uno de forma detallada el procedimiento para contestar el cuestionario. Este contiene ejemplos para contestar las preguntas con el objetivo de que sea entendido de la mejor manera posible para la persona que lo realizará.

Para el procedimiento de las muestras de saliva se les pedirá depositar 3 ml (una cucharadita aproximadamente) de saliva dentro de un pequeño frasco. Este procedimiento durará aproximadamente 5 minutos. Luego, cada muestra se pondrá en un recipiente y se congelará. Las muestras se llevarán al laboratorio de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Finis Terrae para ser analizados.

El tiempo que exigirá el estudio para cada participante dependerá del tiempo que le tome a cada niño realizar la muestra de saliva y responder el cuestionario PDS, lo que se estima que no deberían ser más de 30 min. En total. Las muestras obtenidas serán usadas

únicamente para el propósito de esta investigación. No se harán estudios genéticos.

Las muestras serán almacenadas por 1 año, en el Laboratorio de Investigación en Salud de la Facultad de Medicina – Universidad Finis Terrae., bajo la responsabilidad del Dr Hermann Zbinden Foncea. Si en el futuro son usadas para propósitos diferentes a los de esta investigación, se le solicitará un nuevo consentimiento.

Su hijo, familiar o representado no se beneficiará por participar en esta investigación de salud. Sin embargo, la información que se obtendrá gracias a su participación será de utilidad para conocer de forma más detallada las variables que se podrían tener en consideración al momento de seleccionar deportistas para formar un equipo de fútbol.

Esta investigación de salud no tiene riesgos para su hijo, familiar o representado, pero dentro de las posibles complicaciones existe la posibilidad de que el participante se sienta intimidado con el cuestionario de PDS.

De surgir algún problema relativo a la investigación, el participante será derivado al profesional correspondiente.

Todos aquellos procedimientos/tratamientos/gastos necesarios por la participación en el estudio serán pagados por el patrocinante.

La información obtenida se mantendrá en forma **confidencial**.

Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo el nombre de su hijo, familiar o representado no será conocido.

Su participación en esta investigación es **completamente voluntaria**.

Usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su consentimiento y retirarse (o retirar a su hijo, familiar o representado) de

esta investigación en el momento que lo estime conveniente. Al hacerlo, su hijo, familiar o representado no pierde ningún derecho que le asiste como paciente de esta institución y no se verá afectada la calidad de la atención médica que merece.

Si usted retira su consentimiento, las muestras de saliva de su hijo, familiar o representado serán eliminadas y la información obtenida no será utilizada.

Queremos hacer especial énfasis en que la firma de este consentimiento informado es totalmente voluntaria, también se garantiza que el rechazo a participar no tendrá consecuencias negativas, pero tampoco será un beneficio o antecedente para su desarrollo académico.

Si tiene preguntas acerca de esta investigación médica puede contactar o llamar al Dr.: Hermann Zbinden Foncea, Investigador Responsable del estudio, al teléfono 9 88078339

Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad Finis Terrae. Si tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en una investigación médica, usted puede escribir al correo electrónico: [cec@uft.cl](mailto:cec@uft.cl) del Comité ético Científico, para que el presidente, Dr. Patricio Ventura-Juncá lo derive a la persona más adecuada.

- Se me ha explicado el propósito de esta investigación, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten (o a mi hijo/hija, familiar o representado) y que me puedo retirar (o a mi hijo/hija, familiar o representado) de ella en el momento que lo desee.
- Firmo este documento voluntariamente, sin ser forzado/forzada a hacerlo.

- 
- No estoy renunciando a ningún derecho que me asista (o a mi hijo, familiar o representado).
  - Se me comunicará de toda nueva información relacionada con el estudio del fármaco / equipo / otro que surja durante la investigación y que pueda tener importancia directa para mí o mi representado (o a mi hijo, familiar o representado).
  
  - Se me ha informado que tengo el derecho a reevaluar mi participación (o la de mi hijo, familiar o representado) en esta investigación según mi parecer y en cualquier momento que lo desee.
  - Yo autorizo al investigador responsable y sus colaboradores a acceder y usar los datos contenidos en la ficha clínica de mi hijo, familiar o representado para los propósitos de esta investigación. Y el uso de material humano de mi propiedad si el estudio lo amerita.
  - Al momento de la firma, se me entrega una copia firmada de este documento

-Participante:

Nombre:

Firma:

Fecha:

-Padre, madre o representante/tutor legal:

Nombre:

Firma:

Fecha:

Investigadoras:

Investigadora 1

Nombre: Catalina Stock Cristi

Firma:

Fecha:

Investigadora 2

Nombre: Francisca Vega Contador

Firma:

Fecha:

Investigadora 3

Nombre: María Ignacia Aichele

Firma:

Fecha:

-Director de la Institución o su Delegado: nombre, firma y fecha

---

Ninguna persona con discapacidad psíquica o intelectual que no pueda expresar su voluntad podrá participar en una investigación científica.

En los casos en que se realice investigación científica con participación de personas con discapacidad psíquica o intelectual que tengan la capacidad de manifestar su voluntad y que hayan dado consentimiento informado, además de la evaluación ético científica que corresponda, será necesaria la autorización de la Autoridad Sanitaria competente, además de la manifestación de voluntad expresa de participar tanto de parte del paciente como de su representante legal.

En contra de las actuaciones de los prestadores y la Autoridad Sanitaria en relación a investigación científica, podrá presentarse un reclamo a la Comisión Regional indicada en el artículo siguiente que corresponda, a fin de que ésta revise los procedimientos en cuestión.

## Anexo N°3: Asentimiento

Santiago, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 2016

### Asentimiento

Nombre del estudio: **DIFERENCIAS EN LOS NIVELES DE TESTOSTERONA EN SALIVA Y MADURACION BIOLÓGICA ENTRE JUGADORES DE FUTBOL SUB 17 DE DIFERENTES NIVELES COMPETITIVOS**

El objetivo de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar o no en una investigación en la cual utilizaremos datos personales y muestras biológicas.

Lea cuidadosamente este documento, puede hacertodas las preguntas que necesite al investigador y tomarse el tiempo necesario para decidir.

Usted ha sido invitado a participar de este estudio en el cual participará más de 70 jóvenes de sexo masculino que tengan entre 15 y 17 años y que jueguen fútbol 6 o más horas a la semana en diferentes niveles: escolar, clubdeportivo o selección chilena sub 17.

El objetivo de este estudio es comparar los niveles de la hormona testosterona (hormona esencial para el desarrollo de las características sexuales en hombres) y maduración biológica (etapa del desarrollo de la pubertad) entre jóvenes que jueguen fútbol, con el fin de ver si existe relación entre ambas mediciones y su nivel de actividad física.

Se tomarán muestras de saliva, para obtener los niveles de testosterona y se aplicará un cuestionario el cual medirá en qué etapa de la pubertad se usted se encuentra.

Las muestras de saliva deberán ser realizadas el día \_\_\_\_\_ durante la mañana y en **ayuno** (no tomar desayuno antes de la muestra de saliva). Para realizarlo deberá enjuagar la boca con agua destilada, luego tendrán que estar sentado con la cabeza levemente hacia adelante y con los ojos abiertos para depositar el máximo de saliva posible en 2 minutos dentro de un pequeño frasco. Luego, cada muestra la pondrá en un recipiente y la congelará. Las muestras se llevarán al laboratorio de Fisiología del Ejercicio de la Universidad Finis Terrae para ser analizados. Los autores estarán dispuestos a contestar cualquier duda que usted tenga antes de hacer entrega de cada instrumento para el estudio, además le daremos un instructivo junto a este consentimiento con el objetivo de explicar paso a paso la toma de la muestra.

Por otra parte deberá responder un el cuestionario con respuestas de alternativas llamado PDS (escala de desarrollo puberal) el cual se les entregará impreso a cada uno. Este consiste en 5 preguntas específicas, en relación a su desarrollo biológico (por ejemplo, crecimiento de vello corporal), y 2 generales (ej. peso y altura). El tiempo que exigirá el estudio dependerá del tiempo que le tome realizar la muestra de saliva y responder el cuestionario PDS, lo que se estima como máximo 30 minutos.

Toda la información que se obtenga será confidencial su participación es totalmente voluntaria y tiene todo el derecho a no aceptar a participar de esta investigación y no perderá ningún derecho como parte de que le asiste como paciente de esta institución y no se verá afectada la calidad de la atención médica que merece.

## Anexo N°4: Carta al director o entrenador

Sr Director / Entrenador:

A través de esta carta nos dirigimos hacia usted con el fin de invitar a algunos estudiantes de su colegio o cadetes de su club deportivo a participar en un estudio para tesis de pregrado, el cual tiene como nombre: DIFERENCIAS EN LOS NIVELES DE TESTOSTERONA EN SALIVA Y MADURACIÓN BIOLÓGICA ENTRE JUGADORES DE FÚTBOL SUB 17 DE DIFERENTES NIVELES COMPETITIVOS. Dicho estudio cuenta con un investigador responsable: Dr. Hermann Zbinden Foncea. Los datos obtenidos serán estudiados en el Laboratorio de Investigación en Salud de la Facultad de Medicina Universidad Finis Terrae. Dirección: Avenida Pedro de Valdivia 1590, Providencia, Santiago.

Solicitamos su cooperación como institución en este estudio, que se realizará en Chile con más de 70 jóvenes sexo masculino de edades entre 15 y 17 años que jueguen fútbol en diferentes niveles competitivos con un volumen de entrenamiento mayor o igual a 6 horas semanales.

Este estudio tiene como objetivo comparar los niveles de la hormona testosterona y maduración biológica, entre jóvenes escolares que realicen fútbol metódicamente, cadetes de un club deportivo de fútbol y jugadores de la selección chilena sub 17 , con el fin de verificar si existe relación entre ambas mediciones y su nivel de actividad física. Posterior a su autorización cada sujeto que cumpla con los criterios de inclusión y esté interesado en participar se le entregará una carta de consentimiento y asentimiento informado. Los niveles hormonales se obtendrán con muestras de saliva, y

además se aplicará un cuestionario con el fin de medir en qué etapa de la pubertad se encuentra el participante.

La obtención de muestras de saliva deberán ser realizadas por los mismos jóvenes en su domicilio lo cual será explicado detalladamente por los autores y las encuestas serán entregadas en formato carta.

Su institución no se beneficiará por participar en esta investigación. Sin embargo, la información que se obtendrá gracias a su participación será de utilidad para conocer de forma más detallada las variables que se podrían tener en consideración al momento de seleccionar deportistas para formar un equipo de fútbol.

A pesar de que el nombre de los participantes no será conocido, solicitamos autorización para poder utilizar el nombre de su institución dentro de esta investigación.

**En caso de cualquier duda o de interés sobre el mayor conocimiento del procedimiento de la recolección de datos y del estudio propiamente tal, puede contactarse directamente con las investigadoras vía mail. (Francisca Vega: [fvegac@uft.edu](mailto:fvegac@uft.edu), María Ignacia Aichele: [maichelep@uft.edu](mailto:maichelep@uft.edu) y Catalina Stock: [cstockc@uft.edu](mailto:cstockc@uft.edu))**

De antemano agradecemos su colaboración.

Saluda atentamente,

Ma. Ignacia Aichele, Catalina Stock y Francisca Vega

Internas de kinesiología UFT

## Anexo N°5: Pubertal Development Scale

### Pubertal Development Scale (PDS)

#### Escala de desarrollo puberal

Este conjunto de preguntas tiene que ver con su salud y desarrollo. Por favor, conteste todas las preguntas lo mejor que pueda.

Para la mayoría de las preguntas, verá un cuadrado similar a la siguiente:

Por favor marque con una X en el cuadro que va con la respuesta que elija. La X debe quedar así

1. ¿Cuánto mides? \_\_\_\_\_ cms

2. ¿Cuánto pesas? \_\_\_\_\_ Kg

Las siguientes preguntas son acerca de los cambios que pueden estar ocurriendo en tu cuerpo. Estos cambios son normales que pasen a la los jóvenes en diferentes edades. Si no entiendes alguna pregunta o no sabes la respuesta, sólo marca no lo sé.

Por favor marca una X en el cuadrado que está delante de la respuesta que describe lo que te está pasando a ti. Por favor sólo elige una respuesta.

3. Podrías decir que tu crecimiento en altura:

a) No ha iniciado

b) Apenas ha iniciado

c) Definitivamente ya ha iniciado

d) Parece completo

e) No lo sé

4. En relación al crecimiento del vello corporal (vello en otro lugar diferente a la cabeza, como por ejemplo, bajo las axilas)

- a) No ha iniciado
- b) Apenas ha iniciado
- c) Definitivamente ya ha iniciado
- d) Parece completo
- e) No lo sé

5. ¿Has notado cambios en la piel, específicamente espinillas?

- a) No ha iniciado
- b) Apenas ha iniciado
- c) Definitivamente ya ha iniciado
- d) Parece completo
- e) No lo sé

6. ¿Has notado una profundización de la voz?

- a) No ha iniciado
- b) Apenas ha iniciado
- c) Definitivamente ya ha iniciado
- d) Parece completo
- e) No lo sé

7. ¿Te ha comenzado a crecer vello en cara?

- a) No ha iniciado
- b) Apenas ha iniciado
- c) Definitivamente ya ha iniciado
- d) Parece completo
- e) No lo sé

Anexo N°6: Valores normales de testosterona libre según edad en hombres.

TESTOSTERONA LIBRE	
AÑOS	VALORES
1-8 años	<00.4-11 pg/ml
9 años	<00.4-45 pg/mL
10 años	<00.4-126 pg/mL
11 años	<00.4-552 pg/mL
12 años	<00.4-928 pg/mL
13 años	<00.4-126 pg/mL
14 años	04.8-153 pg/mL
15 años	16.2-177 pg/mL
16 años	29.3-195 pg/mL
17 años	42.8-209 pg/mL
18 años	54.0-218 pg/mL
19 años	53.6-212 pg/mL