



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**ESCUELA DE KINESIOLOGÍA**

**COMPOSICIÓN CORPORAL Y CAPACIDAD  
CARDIORRESPIRATORIA EN ESTUDIANTES DE  
KINESIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE**

**CLAUDIA SCHÜLER**  
**MACARENA SOLA**

**2011**

# ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
ABREVIATURAS.....	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
Pregunta de investigación.....	3
OBJETIVOS .....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
MARCO TEÓRICO.....	5
Condición Física.....	5
IMC.....	6
Composición Corporal.....	7
Somatotipo.....	8
Antropometría.....	9
Capacidad Cardiorrespiratoria y consumo de oxígeno.....	10
MATERIAL Y MÉTODO.....	13
Diseño y tipo de investigación.....	13
Población de estudio.....	13
Criterios de inclusión.....	13

Criterios de exclusión.....	13
Variables.....	14
Procedimientos.....	15
Obtención de la población.....	15
Obtención de datos.....	15
RESULTADOS.....	17
CONCLUSIONES.....	22
DISCUSIÓN.....	24
PROYECCIONES.....	28
REFERENCIAS.....	29
ANEXOS.....	35
Anexo 1. Componentes de la Condición Física.....	35
Anexo 2. Clasificación de estado nutricional y riesgo para la Salud según OMS...35	
Anexo 3. Valores de referencia del porcentaje de grasa corporal total.....36	
Anexo 4. Métodos para determinar la Composición Corporal.....36	
Anexo 5. Somatocarta.....37	
Anexo 6. Fórmulas para la estimación de Endomorfía, Mesomorfía y Ectomorfía.....38	
Anexo 7. Escalas de Calificación del Somatotipo.....39	
Anexo 8. Protocolo de medición CC.....40	
Anexo 9. Ecuaciones de regresión de Durnin & Womersley diferenciadas por género.....42	

Anexo 10. Valores de referencia del consumo máximo de oxígeno según Astrand.....	43
Anexo 11. Nomograma de Astrand-Ryhming.....	43
Anexo 12. Consentimiento Informado.....	45
Anexo 13. Ficha Personal.....	46
Anexo 14. Ficha Antropométrica.....	47
Anexo 15. Ficha Consumo Máximo de Oxígeno.....	48
Anexo 16. Protocolo de Medición de la CCR.....	49
APÉNDICE.....	51
Tabla 1. Hábitos de actividad física, consumo de alcohol y cigarros de los estudiantes reclutados en el estudio.....	51
Tabla 2: Promedios y D.E de IMC de la población según nivel y género.....	51
Tabla 3. Promedio y D.E de porcentaje de grasa corporal según nivel y género ....	52
Tabla 4. Promedios y D.E de somatotipo de la población según género .....	52
Tabla 5. Promedio y D.E de somatotipo de hombres según nivel .....	52
Tabla 6. Promedio y D.E de somatotipo de mujeres según nivel .....	52
Tabla 7. Promedio y D.E del VO <sub>2</sub> máx de acuerdo a nivel de carrera y género .....	53

COMPOSICIÓN CORPORAL Y CAPACIDAD CARDIORRESPIRATORIA EN  
ESTUDIANTES DE KINESIOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Tesis  
Entregada a la  
UNIVERSIDAD DE CHILE  
En cumplimiento parcial de los requisitos  
para optar al grado de  
LICENCIADO EN KINESIOLOGIA

FACULTAD DE MEDICINA

por

CLAUDIA ANDREA SCHÜLER HILLMER  
MACARENA ANITA SOLA AYLWIN

2011

**DIRECTOR DE TESIS:** Dr. Osvaldo Garrido Varela

**PATROCINANTE DE TESIS:** Prof. Sylvia Ortiz Zúñiga

FACULTAD DE MEDICINA  
UNIVERSIDAD DE CHILE

INFORME DE APROBACION  
TESIS DE LICENCIATURA

Se informa a la Escuela de Kinesiología de la Facultad de Medicina que la Tesis de  
Licenciatura presentada por las candidatas:

CLAUDIA ANDREA SCHÜLER HILLMER  
MACARENA ANITA SOLA AYLWIN

Ha sido aprobada por la Comisión Informante de Tesis como requisito para optar al  
grado de Licenciado en Kinesiología, en el examen de defensa de Tesis rendido  
el 7 de Enero de 2011.

**DIRECTOR DE TESIS**

Dr. Osvaldo Garrido Varela

\_\_\_\_\_

**COMISION INFORMANTE DE TESIS**

Prof. Sylvia Ortiz Zúñiga

\_\_\_\_\_

Dra. Daniela Adjemian

\_\_\_\_\_

Klga. Hilda Hernandez

\_\_\_\_\_

Klgo. Matías Ossa

\_\_\_\_\_

## AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer especialmente a todas las personas que nos acompañaron y aportaron de una u otra manera en la realización de esta Tesis, en especial a:

Nuestro tutor Osvaldo Garrido por guiarnos en este proceso, por todo el tiempo entregado y por no dudar nunca de nuestro éxito.

Alejandro Bustamante, por su gran disposición a ayudarnos con las infinitas mediciones, por sus consejos y apoyo en la defensa de la Tesis.

Nuestro querido Profe Checho, por tranquilizarnos en los momentos más difíciles, aconsejarnos y animarnos cada día para seguir adelante con este proyecto.

Las mejores secretarias, la Adri y la Xime, por soportar nuestras constantes y molestas visitas a la Escuela de Kinesiología por uno u otro motivo.

Profesor Fernando Quevedo por ayudarnos con el análisis estadístico.

Profesor Marcelo Cano por compartir amablemente sus conocimientos con nosotras. Y a los profesores de la UDiR que nos permitieron utilizar las oficinas de la misma para trabajar y realizar las mediciones.

Finalmente queremos agradecer a todos los estudiantes de kinesiología que de manera desinteresada aceptaron formar parte de esta investigación y someterse a las mediciones, pues sin ellos no habría sido posible llevar a cabo esta Tesis.

### **PAUTA PARA LA PRESENTACION DE TRABAJOS DE TESIS.**

- 1.- La tesis deberá presentarse en un texto escrito a máquina, a doble espacio, en un máximo de 30 hojas tamaño carta, incluyendo bibliografía y excluyendo tablas, figuras y fotos. (en computador se recomienda fuente times New Roman de 12 puntos).
- 2.- El estudiante debe entregar 5 copias de tesis a la profesora encargada de la asignatura. Los 5 ejemplares que debe entregar el alumno no necesitan estar encuadernados, pero deben tener el formato de la versión final.
- 3.- La comisión informante de tesis, formada por tres profesores de la Universidad de Chile, podrá sugerir modificaciones o rechazar la tesis. En este caso el Director de la Escuela fijará una nueva oportunidad de presentación de la tesis, o del nuevo trabajo de tesis según corresponda.
- 4.- El alumno cuya tesis fuera aprobada con modificaciones, deberá incorporar las correcciones y presentar nuevamente su tesis en un período no mayor de 15 días.
- 5.- La profesora de la asignatura citará al candidato para la defensa de dicha tesis, lo que constituye parte de la evaluación de la tesis.
- 6.- El examen de defensa de tesis será privado y tendrá una duración de 30 minutos de exposición y 30 minutos de preguntas por parte de la comisión. Versará sobre la tesis y aquel conjunto de contenidos y actividades curriculares que constituyeron el plan de estudios realizados por el alumno en directa relación con el tema de la tesis.
- 7.- La comisión informante de tesis deliberará en privado sobre la nota del documento escrito y sobre el examen de defensa de tesis.
- 8.- El alumno será notificado de esta calificación una vez terminada la deliberación.
- 9.- El alumno deberá entregar una versión final de la tesis en 5 ejemplares los cuales deberán contener la página que contiene las firmas de la comisión informante de tesis y deberán estar empastados más un CD.  
El destino de estos ejemplares será el siguiente:
  - ❖ 2 copias quedarán en la Biblioteca de la Facultad de Medicina más
  - ❖ 1 copia quedará en poder del tutor de tesis.
  - ❖ 1 copia quedará en poder de la profesora de la asignatura (patrocinante de tesis).
  - ❖ La quinta copia será devuelta a alumno.
- 10.- La profesora encargada de la asignatura notificará mediante acta a la Dirección Académica la calificación final de la asignatura.

## RESUMEN

A partir del aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles junto con la mayor incidencia de estilos de vida poco saludables, como el sedentarismo y tabaquismo, surge el interés por conocer la condición física de los estudiantes que cursan actualmente la carrera de Kinesiología, de acuerdo a su composición corporal y capacidad cardiorrespiratoria. Esto, con el fin de obtener un primer diagnóstico del perfil de los estudiantes, y dejar el camino abierto para posteriores investigaciones sobre el tema, considerando el importante rol que tiene el kinesiólogo como promotor de salud. Esta investigación fue de tipo no experimental, de carácter descriptivo y de corte transversal. Consideró a todos los estudiantes que cursaron la carrera de Kinesiología en la Universidad de Chile durante el año 2010, de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. Se estudió una población de 42 estudiantes de ambos sexos. La composición corporal se estableció mediante la medición antropométrica de peso, talla, pliegues cutáneos, diámetros óseos y perímetros, obteniéndose el índice de masa corporal, el porcentaje de masa grasa a partir de las ecuaciones de Durnin-Womersley y Siri, y el somatotipo de Heath Carter. La capacidad cardiorrespiratoria se estimó mediante el Nomograma de Astrand-Rhyming, a partir de la Prueba del Escalón del mismo autor. Calculamos los valores promedio y desviación estándar de índice de masa corporal, porcentaje de masa grasa, somatotipo y consumo máximo de oxígeno, de acuerdo al género y el nivel cursado de la carrera. El promedio de edad del grupo estudiado fue 21,5 años. La mayoría de la población (83,3%) se encontró dentro del rango de índice de masa corporal considerado como normal, con un promedio y desviación estándar de  $22,7 \pm 1,9$ . Un 30,7% de mujeres y 37,5% de los hombres presentaron un porcentaje de masa grasa sobre los valores considerados como normales. Además las mujeres presentaron un somatotipo con tendencia endomórfica, mientras que los hombres tendían más hacia el mesomorfismo. Los valores de consumo máximo de oxígeno fueron similares en hombres y mujeres, con un promedio y desviación estándar de  $40,7 \pm 4,6$  ml/Kg/min para los hombres, y  $39,3 \pm 5,3$  ml/Kg/min para las mujeres. A partir de este estudio, se pretende abrir camino para futuras investigaciones en el tema, con el fin de observar el comportamiento de las variables estudiadas.

## ABSTRACT

From the increase in non-transmissible chronic diseases and the greater incidence of unhealthy lifestyles, like sedentarism and smoking, arises the interest of actually knowing the state of physical condition of the students currently enrolled in the career of Kinesiology, according to their body composition and cardiorespiratory capacity. This, with the purpose of developing a preliminary assessment of the student's profile, and also to leave an open trail for further investigations on this subject, considering the important role of the physical therapist as a health promoter. It was a non-experimental, descriptive and cross sectional research. It considered all the students that were studying Kinesiology at Universidad de Chile during the year 2010, according to specific inclusion and exclusion criteria. Thus, we obtained a final population of 42 students that included both genders. The body composition was established using anthropometric measurements that included weight, height, skin folds, body diameters and perimeters, obtaining the body mass index, body fat percentages according to Durnin & Womersley and Siri equations, and Heath – Carter somatotype. The cardiorespiratory capacity was estimated with the Astrand-Rhyming Nomogram, using heart rate values reached at the fifth minute of the Step Test (from the same author). We calculated the mean values and standard deviation of body mass index, body fat percentages, somatotype and maximal oxygen uptake, according to gender and level coursed of the career. The mean age of the group studied was 21,5 years. Most of the group (83,3%) was found in the category of body mass index considered as normal, with a mean  $\pm$  standard deviation of  $22,7 \pm 1,9$ . In terms of body fat percentages, 30,7% of the females and 37,5% of the males presented higher values than those considered as normal. Moreover females presented a tendency to have an endomorphic somatotype, while males tended more to the mesomorphism. The maximal oxygen uptake values were similar between males and females, with a mean  $\pm$  standard deviation of  $40,7 \pm 4,6$ ml/Kg/min in males, and  $39,3 \pm 5,3$ ml/Kg/min in females. It is intended that, through this study, a trail opens for future investigations of the subject; and even lead to a follow up research of the students that study Kinesiology at Universidad de Chile, with the purpose of observing the behavior of the studied variables.

## ABREVIATURAS

CC	Composición Corporal
CCR	Capacidad Cardiorrespiratoria
DS	Desviación Estándar
ECV	Enfermedades Cardiovasculares
EEII	Extremidades Inferiores
FC	Frecuencia Cardíaca
IMC	Índice de Masa Corporal
ISAK	International Society for the Advancement of Kinanthropometry
MINSAL	Ministerio de Salud de Chile
OMS	Organización Mundial de la Salud
PUCV	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
UDC	Universidad de Concepción
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxígeno
VO <sub>2</sub> max	Consumo máximo de oxígeno
%GC	Porcentaje de grasa corporal

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial y también en Chile, se han producido grandes cambios epidemiológicos en las últimas décadas. Ha ocurrido un aumento en la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles en la población como: la obesidad, Diabetes Mellitus Tipo 2, Hipertensión Arterial, enfermedades cardiovasculares (ECV) (Vio F. 1999, Mizón C. 2004, MacMillan N. 2007) y cáncer. A su vez, ha disminuido la carga de enfermedades infecciosas que prevalecían en los años '60. Se ha evidenciado un aumento en las tasas de sedentarismo, tabaquismo y obesidad asociados en parte a la urbanización, los avances en las comunicaciones y nuevas tecnologías, que han influido en los estilos de vida y hábitos de la población y consiguientemente en la condición física y de salud de ésta.

De acuerdo a los datos de la Encuesta de Calidad de Vida y Salud del año 2006 y de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) del año 2010 , alrededor del 90% de los chilenos son sedentarios, es decir, no realizan al menos 30 minutos de actividad física de intensidad moderada, 3 veces por semana. Además, según la ENS 2010, sobre un 64% de la población mayor de 15 años tiene sobrepeso u obesidad. Un 39,3% tiene sobrepeso, 25,1% obesidad y el 2,3% tiene obesidad mórbida. (Ministerio de Salud Chile. 2006, Ministerio de Salud Chile. 2010)

Estas cifras son muy importantes, considerando que tanto el sedentarismo como la obesidad son factores de riesgo cardiovascular, y que las ECV constituyen actualmente la principal causa de muerte de la población adulta en Chile y a nivel mundial. (Koch E, 2005)

Si bien la aparición de la sintomatología de las ECV ocurre a edades más avanzadas, la génesis de éstas comenzaría en edades más tempranas (Sánchez M, 2009) asociada a hábitos nocivos que se adquieren a lo largo de la vida como: tabaco, alcohol, inactividad física y alimentación rica en grasas, entre otros.

El año 2007 se valoraron los hábitos de un grupo de estudiantes universitarios en Chile, y se encontró que posiblemente, por falta de tiempo, falta de motivación o cansancio, durante este período se pierden algunos hábitos saludables y se adquieren otros perjudiciales, como una mala alimentación o el sedentarismo (MacMillan N. 2007), los cuales podrían causar un aumento en la obesidad y enfermedades crónicas relacionadas en su vida adulta.

Otro estudio nacional, cuya población también son estudiantes universitarios, arrojó resultados de inactividad física cercanos al 90% y de sobrepeso y obesidad cercanos al 30%. (Mc Coll P. 2002). Estas altas cifras son similares a los datos entregados en Chile el año 2003 por la primera ENS, que muestra para el rango comprendido entre los 17 y 24 años una prevalencia de 82,2% de sedentarismo, 16,8% de sobrepeso y 8,6% de obesidad (Ministerio de Salud Chile. 2003). Por su parte, la ENS 2010 indica que la prevalencia de sedentarismo, sobrepeso y obesidad es de 75,9%, 26,9% y 10,9% respectivamente, para el rango entre 15 y 24 años. (Ministerio de Salud Chile. 2010)

La carrera de Kinesiología de la Universidad de Chile ha enfatizado la importancia de la práctica de ejercicio, incluyendo dentro de su malla curricular 4 semestres de clases de educación física cuyos objetivos son, entre otros, desarrollar una condición física óptima del estudiante e incorporar el hábito de la actividad física sistemática. Además, a través de otras asignaturas se promueven estilos de vida saludables y se enseñan los beneficios de éstos. A su vez, se demuestran las consecuencias nefastas para la salud de hábitos como el sedentarismo, la mala nutrición y el tabaquismo, las cuales son perfectamente prevenibles.

### **Pregunta de investigación:**

Dadas las estadísticas nacionales relacionadas con estilos de vida poco saludables y considerando que el origen de la Kinesiología en Chile está ligado a la carrera de Educación Física y que el foco principal de interés de los kinesiólogos es el ser humano y el movimiento, y dado el interés de la Escuela de Kinesiología de la Universidad de Chile por promover en sus estudiantes la adquisición de una condición física y hábitos saludables, nace nuestra pregunta de investigación:

¿Cuál es la composición corporal y capacidad cardiorrespiratoria actual de los estudiantes de Kinesiología de la Universidad de Chile?

Esto, con el fin de obtener un primer perfil de los estudiantes, y para dejar el camino abierto a posteriores investigaciones sobre el tema, considerando que la composición corporal y capacidad cardiorrespiratoria son componentes de la condición física que se relacionan justamente con el estado de salud de los individuos, y teniendo en cuenta que el kinesiólogo, como profesional de la salud, tiene un rol en la promoción de un estilo de vida saludable, por lo que debiera ser un ejemplo de ello.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar la composición corporal y la capacidad cardiorrespiratoria de los estudiantes de Kinesiología de la Universidad de Chile, que cursan de primero a cuarto año de la carrera.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar el índice de masa corporal (IMC), el porcentaje de grasa corporal (%GC) y el somatotipo de cada estudiante.
- Determinar el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) de cada estudiante.
- Describir y analizar los resultados según curso y sexo.

## MARCO TEÓRICO

### Condición física

El concepto de “condición física” o “estado físico” ha sido definido en innumerables ocasiones por diferentes autores. Es la traducción al español del concepto inglés *physical fitness*, que hace referencia a la capacidad o potencial físico de una persona. (Devís J, 1992)

Según los Informes Técnicos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), un buen estado físico es la “capacidad de realizar satisfactoriamente un trabajo muscular en determinadas condiciones”, lo que implica la capacidad de los individuos de abordar con éxito una determinada tarea física dentro de un entorno físico, social y psicológico. Se deben considerar la intensidad, duración y naturaleza del esfuerzo máximo que el sujeto puede resistir; las relaciones entre el esfuerzo submáximo y la reacción del organismo a dicho esfuerzo; el tiempo de recuperación del sistema cardiorrespiratorio después de un esfuerzo máximo o submáximo; y el grado de fatiga después de una actividad prolongada (OMS, 1968).

Otra definición utilizada para referirse a un buen estado físico o una buena condición física es “la capacidad de llevar a cabo las tareas diarias con vigor y vivacidad sin excesiva fatiga y con suficiente energía para disfrutar del tiempo libre u ocio y para afrontar emergencias inesperadas” (Caspersen CJ, 1985).

Los componentes de la condición física se pueden diferenciar en dos grupos; aquellos relacionados mayormente con el rendimiento deportivo, que dependen principalmente de factores genéticos y aquellos relacionados con la salud, los cuales se ven influenciados favorable o negativamente por el nivel habitual de ejercicio físico. Estos últimos corresponden a la capacidad cardiorrespiratoria, resistencia y fuerza muscular, flexibilidad y la composición corporal (Haskell W. 2000, Caspersen CJ. 1985, Pate R.R. 1983, American College of Sport Medicine. 1991). (Anexo 1)

Dichos componentes contribuyen a un estado positivo de salud del organismo, reduciendo la posibilidad de enfermedades degenerativas, incrementando la eficiencia del trabajo y eliminando los dolores musculares. Entre ellos, los más importantes en relación a la salud, y más mencionados en la literatura científica son: la composición corporal (CC) y

la capacidad cardiorrespiratoria (CCR). (Aránguiz H. 2010, Barry A. 2009, Shephard R.J. 2009, Chong D.L. 1999)

## **IMC**

En general, el índice de masa corporal (IMC) es el indicador del estado nutricional más utilizado como método de tamizaje para hacer evaluaciones a nivel poblacional sobre el peso ideal de los individuos y es el punto de corte para definir la obesidad según la OMS. Esto es por ser un método sencillo, rápido y de bajo costo y porque puede agrupar a una población en diferentes estratos de acuerdo a su estado nutricional. (Kweitel S, 2007)

El IMC es el cociente entre la masa corporal y el cuadrado de la estatura. Evalúa la “normalidad” del peso de una persona, a partir de una fórmula que relaciona la masa corporal con la estatura (McArdle, 2004).

$$\text{IMC} = \text{Masa Corporal (Kg)} / \text{Estatura}^2 (\text{m}^2)$$

De acuerdo al resultado de la ecuación y según la clasificación internacional de la OMS del estado nutricional, se clasifica al individuo en las categorías de bajo peso, normal, sobrepeso y obesidad, determinando el riesgo para la salud. Se presentan tabulados la clasificación y el riesgo para la salud de acuerdo a los valores de IMC en el Anexo 2.

Si bien su gran ventaja es lo sencillo que resulta calcularlo, la limitante de este índice es que no toma en cuenta la composición corporal del cuerpo. Por lo tanto, no tiene por qué tener una relación absolutamente directa con la cantidad de grasa que posee un individuo (Marrodán M, 2006).

El IMC puede llevar a errores en la evaluación del estado nutricional, pues se considera que existe exceso de peso cuando la cantidad de grasa del cuerpo es superior a lo deseable, sin embargo este índice considera exclusivamente peso y talla, sin considerar la composición corporal de los individuos. Por esto, no puede diferenciar entre masa magra y masa grasa (Norton K. 2004, Kweitel S, 2007) y tampoco indica la distribución de la masa grasa. Por lo tanto dos personas de igual estatura y peso, tendrán un mismo IMC, pero la

cantidad de grasa puede diferir considerablemente. Es por esto que para realizar una valoración más detallada y adecuada de la situación nutricional de la persona, se debe acompañar el resultado con otras evaluaciones que consideren la composición corporal del individuo. (Marrodán M, 2006)

### **Composición Corporal**

La composición corporal es un índice para evaluar el estado nutricional. La composición corporal permite cuantificar los grandes componentes estructurales del cuerpo: tejido óseo, muscular y graso (McArdle, 1991), estableciendo una relación entre masa magra y masa grasa.

Los primeros estudios de la composición corporal dividían la masa corporal total en cuatro compartimientos que, sumados, correspondían al total de masa corporal (Brozek J, 2001); esqueleto, piel más tejido subcutáneo, tejido músculo-esquelético y lo que fue denominado como *el resto*.

Actualmente, se habla de un modelo de doble compartimiento, conformado de masa libre de grasa (masa magra) y la masa corporal compuesta de grasa. (Kamimura M. 2004).

### Masa Grasa

La masa grasa corporal total se divide en dos: la grasa esencial y la de almacenamiento. Los valores de referencia para ambas varían de acuerdo al género; en mujeres, por ejemplo, lo considerado normal se encuentra entre el 18% y 30% del peso corporal aproximadamente, y valores bajo y sobre dicho rango representan delgadez y obesidad respectivamente (McArdle, 2004). En el Anexo 3 se presenta una tabla con los valores de referencia del porcentaje de grasa corporal (%GC) para hombres y mujeres y su clasificación según la OMS.

Si bien algunos autores manejan estos valores de referencia, distintos estudios indican que no existe un consenso internacional sobre los porcentajes de grasa para determinar si un sujeto es obeso o no. (Flegal K, 2009)

## Masa Magra

Está constituida por la masa muscular, masa ósea y masa visceral y se calcula restándole a la masa corporal en kilos la masa grasa en kilos. La masa muscular corresponde entre el 40 y 50% del peso total de la masa magra (McArdle, 1991). También contiene una cierta cantidad de grasa esencial, alrededor de un 3% ubicada en cerebro y médula espinal, huesos y órganos internos.

Para el estudio de la composición corporal existen variados procedimientos científicos. Una forma de clasificar estos métodos para la determinación de la composición del cuerpo, es agrupándolos como métodos directos, indirectos y doblemente indirectos (Anexo 4). Dentro de estos últimos se encuentra la antropometría, que será usada en este estudio.

## **Somatotipo**

Se define como la cuantificación de la forma y composición actual del cuerpo humano, es decir, la conformación morfológica, forma, tamaño, composición y proporcionalidad del cuerpo (Carter J, 1990).

Sheldon clasificó el somatotipo en tres dimensiones, referidas como endomorfismo, mesomorfismo y ectomorfismo (Sheldon W. H, 1940), tomando como referencia las capas embrionarias de donde se derivan los tejidos (Sheldon W. H, 1961). El endomorfismo representa la adiposidad relativa, el mesomorfismo representa la robustez o magnitud músculo-esquelética relativa y, el ectomorfismo, la linealidad relativa o delgadez de un físico. (Duncan M.J, 2006)

El somatotipo está expresado en una calificación de tres números que representan los componentes endomórfico, mesomórfico, y ectomórfico, respectivamente, siempre en el mismo orden (López A, 1991). Luego, este somatotipo puede ser representado en una somatocarta, que es una gráfica bidimensional, explicada en el Anexo 5.

Para calcular el somatotipo antropométrico son necesarias diez mediciones: estatura en extensión máxima, peso corporal, cuatro pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal, y pantorrilla medial), dos diámetros óseos (biepicondilar del húmero y fémur), y dos perímetros (brazo flexionado, en tensión máxima, y pantorrilla). A estos resultados se aplican las fórmulas para endo-, meso- y ectomorffismo ( Norton K, 2004), que se muestran en el Anexo 6.

Las escalas de calificación del somatotipo y sus características se detallan en el Anexo 7.

### **Antropometría**

Los procedimientos antropométricos pueden estimar con éxito la grasa corporal. Este método indirecto de determinación de la composición corporal se basa en la medición de pliegues cutáneos y circunferencias. Su exactitud se puede ver limitada por problemas como redistribución de la grasa subcutánea, selección de la ecuación de regresión apropiada y la técnica de medición operador dependiente (Rodríguez A, 2001). Su ventaja con respecto a otros métodos de determinación de la composición corporal, es que es un método de fácil acceso y bajo costo. (Rufino M, 1996)

En la evaluación antropométrica se pueden utilizar dos “perfiles” generales, el total y el restringido. Para la obtención del perfil antropométrico total, se incluye la medición de peso, estatura, nueve pliegues cutáneos, trece perímetros, y dieciséis longitudes y diámetros. (Norton K, 2004). Tanto con el perfil total como con el perfil restringido (que se utiliza en esta investigación), se puede obtener el somatotipo, la grasa corporal relativa, el IMC, patrones de distribución de grasas, entre otros. Además se pueden realizar estimaciones de la obesidad y comparaciones entre poblaciones. (Norton K. 2004). Para obtener el perfil restringido se deben medir, además del peso y la estatura, nueve pliegues cutáneos, cinco perímetros y dos diámetros, que se mencionan en el Anexo 8 junto a las técnicas de medición. En esta investigación no se midió el pliegue axilar, que si bien está incluido en el perfil restringido, no es necesario para obtener el %GC ni el somatotipo.

Una vez obtenidos los datos, se aplican las ecuaciones de regresión. Para el cálculo del porcentaje de grasa y densidad corporal existen múltiples ecuaciones de regresión en la literatura. De acuerdo a las características de la población (heterogénea y de ambos sexos) en esta investigación se utilizan las ecuaciones diferenciadas por sexo de Durnin & Womersley (Norton K, 2004). Estas ecuaciones han sido validadas en distintas poblaciones, probando ser una herramienta útil para la evaluación de la grasa corporal (Carey D, 2000). El resultado de estas ecuaciones indica la densidad corporal, y esto es aplicado a la Ecuación de Siri, que estima el %GC. (Anexo 9)

### **Capacidad cardiorrespiratoria y consumo de oxígeno**

La capacidad cardiorrespiratoria (CCR) es uno de los principales componentes de la condición física relacionada con la salud. Ésta es un buen reflejo de una condición física saludable y un potente predictor de la mortalidad de toda causa y de ECV. En un meta-análisis realizado el año 2001 se concluyó que el estar desentrenado se debe considerar como un factor de riesgo cardiovascular por sí solo y que merece intervención. (Williams PT. 2001)

Según otro estudio, realizado en Estados Unidos a 21.925 hombres, aquellos individuos entrenados tuvieron una mayor longevidad que los desentrenados, independiente de su composición corporal. Por lo que se consideró que para lograr beneficios a largo plazo sobre la salud es fundamental mejorar la CCR. (Chong D.L, 1999).

Por otra parte, la aptitud para realizar trabajo físico intenso está relacionada con la máxima capacidad del sistema cardiorrespiratorio para absorber, transportar y ceder oxígeno a los tejidos del cuerpo (Coleman E.1978), lo que se conoce en otras palabras como el consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$ máx). Este parámetro es un índice válido para medir el límite de capacidad del sistema cardiorrespiratorio de transportar oxígeno (Hawkins M, 2007).

El  $VO_2$ máx se mide en litros de oxígeno por minuto (L/min) o en mililitros de oxígeno por kilogramo de masa del individuo, por minuto (ml/Kg/min). Es particular para

cada sujeto, pues depende de varios factores como: la genética, el género, la edad, la composición corporal, el estado de salud o el nivel de entrenamiento del individuo, entre otros. (Shephard R.J. 2009, Bouchard C. 1998, Ogawa T. 1992)

Aunque no fue posible encontrar valores estándar para la población local entre 18 y 29 años, se encontraron diferentes valores y rangos de normalidad para el  $VO_2$ máx. Algunos autores consideran que el  $VO_2$ máx de hombres y mujeres sedentarios entre 20 y 40 años debería encontrarse entre 35-45 ml/Kg/min y entre 30-40 ml/Kg/min respectivamente (López Chicharro J. 1995). En el Anexo 10 se presentan valores de referencia según Astrand, tabulados para hombres y mujeres entre 20 y 29 años (Heyward V. 1998, Astrand P.O. 1992).

Si bien es posible conocer de forma precisa el  $VO_2$ máx de un individuo a través de mediciones directas, éstas son técnicas complejas, pues requieren un equipamiento sofisticado y profesional capacitado, además son más costosas, y de alto requerimiento físico para el sujeto de experimentación - muchos de ellos lo asocian a disconfort o dolor- y generalmente se utilizan para evaluar a deportistas (Grant S. 1995, Sucianu A. 1980, Coleman E.1978). Es por esta razón que se han diseñado diferentes pruebas de campo para estimar el  $VO_2$ máx de manera indirecta, posibilitando la medición del  $VO_2$ máx en poblaciones de gran tamaño.

Las pruebas indirectas se basan en la relación lineal que existe entre la frecuencia cardíaca (FC) como indicador de la intensidad de ejercicio y el consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) (Gilman 1996), lo que permite estimar este último parámetro, aunque con menor exactitud. Los errores son mayores, pero este tipo de pruebas están al alcance de todos. Esta relación lineal entre FC y el  $VO_2$ , ocurre cuando la intensidad del ejercicio se encuentra en un rango de 60% - 90% del  $VO_2$ máx y mientras dicha carga de trabajo sea constante durante varios minutos (Navarro, 1998), para lograr un estado estable. Así, se presenta una primera fase de adaptación del organismo a la carga constante, hasta que se logra alcanzar la fase de estado estable. El consumo máximo de oxígeno es muy variable y depende de varios factores, como la edad, la cual afecta negativamente a partir de los 25 años aproximadamente o el género, pues en general es menor en mujeres que en hombres. (Shephard R.J. 2009)

Una alternativa para estimar el  $VO_2$ máx de una persona es utilizar la Prueba del Escalón desarrollada por Astrand y Rhyning en el año 1960. Ésta es una herramienta diseñada para determinar de forma indirecta la CCR, mediante la estimación del  $VO_2$ máx a partir de la FC y el peso corporal de los individuos. Consiste en subir y bajar un escalón de 33cm de altura para las mujeres y de 40cm para los hombres, durante cinco minutos. (Marley W.P. 1976, Astrand P.O. 1954). La subida y bajada del escalón se realiza en cuatro tiempos (subir un pie, subir el otro pie, bajar un pie, bajar el otro pie), los que equivalen a un ciclo completo. El ritmo determinado para cada ciclo completo está estandarizado en 24 ciclos por minuto para los hombres y 22 ciclos por minuto para las mujeres, lo cual se regula mediante un metrónomo a 96 y 88 pulsos por minuto respectivamente, donde cada señal del metrónomo corresponde a un movimiento.

A partir de la medición de la FC durante la prueba, se puede conocer el valor del  $VO_2$ máx estimado en L/min mediante el Nomograma de Astrand-Ryhming (Astrand P.O. 1954) (Anexo 11), el cual entrega este valor al integrar los datos obtenidos de FC en el último minuto de la Prueba del Escalón y el peso del sujeto. Para obtener el valor de  $VO_2$ máx relativo se debe dividir el valor absoluto de  $VO_2$ máx en L/min por la masa del individuo en Kg, resultando el valor del consumo de oxígeno en ml/Kg/min.

Si bien existen numerosas pruebas de campo validadas para estimar el  $VO_2$ máx, como el Test de Cooper, Navetta, entre otras, muchas de ellas demoran un tiempo considerable, requieren espacios más grandes para su realización, o son de mayor exigencia física, causas que podrían afectar el número de individuos interesados en participar. Es por esto que se escogió la Prueba del Escalón de Astrand, al ser una herramienta simple, de bajo costo, accesible y la cual no genera mayor rechazo por parte de la población, pues al ser una prueba submáxima no genera mayor desgaste físico. (Coleman E.1978.) Por lo tanto, es una prueba adecuada para medir a una población de gran tamaño, más aun considerando que en la investigación se evalúan estudiantes universitarios en período de clases, quienes disponen de poco tiempo y muchos no realizan ejercicio físico.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

### **Diseño y tipo de investigación**

Esta investigación es de tipo cuantitativa, no experimental, de carácter descriptivo y de corte transversal.

### **Población de estudio**

La población de estudio considera a todos los estudiantes que cursan actualmente la carrera de Kinesiología en la Universidad de Chile, los cuales corresponden a 274 estudiantes.

#### Crterios de inclusión

- Estudiantes matriculados en la carrera de Kinesiología de la Universidad de Chile, cursando de primero a cuarto año.
- Estudiantes cuya condición de salud sea compatible con la realización de la evaluación de capacidad cardiorrespiratoria.
- Estudiantes que accedan a participar voluntariamente en el estudio.

#### Crterios de exclusión

- Estudiantes que presenten alguna patología o lesión, que les impida realizar la prueba para determinar la capacidad cardiorrespiratoria.
- Estudiantes que no asistan a una o ambas evaluaciones luego de ser citados en tres oportunidades.
- Estudiantes que estén tomando fármacos que puedan alterar la frecuencia cardíaca.

## **Variables de estudio**

- Nivel cursado en la carrera

Definición conceptual: Nivel de la carrera, en el que se encuentra el estudiante durante su carrera universitaria. En una carrera estándar, que está estructurada en 5 años académicos, los niveles son I, II, III, IV y V.

Definición operacional: Nivel de carrera, de I a IV año, que está cursando el estudiante de Kinesiología durante el año académico 2010, de acuerdo a la Nómina Oficial de Alumnos Matriculados del año 2010.

- Capacidad cardiorrespiratoria

Definición conceptual: Capacidad de realizar tareas vigorosas que impliquen la participación de grandes masas musculares, durante períodos de tiempo prolongados. Se basa en la capacidad funcional de los aparatos circulatorio y respiratorio de ajustarse y recuperarse de los efectos del trabajo muscular.

Definición operacional: Consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ) estimado mediante el Nomograma de Astrand, a partir de la frecuencia cardíaca en el último minuto en la Prueba del Escalón de Astrand (5 minutos).

- Composición corporal

Definición conceptual: Ver Composición Corporal (Marco Teórico, página 7)

Definición operacional: Cálculo de IMC, porcentaje de masa grasa y clasificación por somatotipo, mediante la medición de peso, estatura, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros óseos.

### Variables desconcertantes:

- Estado anímico y/o motivación de los estudiantes al momento de la evaluación.

## **Procedimientos**

### Obtención de la Población

Para contactar a los participantes se realizó una invitación masiva a los estudiantes de Kinesiología de la Universidad de Chile a través de correo electrónico y de forma directa. Luego se contactó a cada estudiante interesado individualmente, vía telefónica o por correo electrónico, y se citó para que fuera evaluado dentro de las dependencias de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Participaron aquellos estudiantes que por voluntad propia aceptaron ser sometidos a las diferentes evaluaciones, firmando una carta de consentimiento informado (Anexo 12).

En los casos en que los participantes no asistieron a la primera cita, se realizó una nueva citación en un máximo de 2 oportunidades, de acuerdo con los criterios de exclusión

### Obtención de datos

La obtención de datos se realizó durante el periodo comprendido entre agosto y noviembre del año 2010, previo acuerdo con los participantes de la investigación, considerando su disponibilidad de tiempo. Se les solicitó que se presentaran a las evaluaciones con ropa cómoda; pantalón corto y polera para la evaluación de CC y zapatillas o zapatos cerrados para la evaluación de la CCR. Los datos obtenidos fueron registrados en fichas individuales. (Anexos 13,14 y 15).

La evaluación de CCR fue realizada por las propias investigadoras, en el laboratorio de Kinesiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, a través de un Test de Escalón (Anexo 16) basado en el protocolo de Astrand. Los valores de  $VO_2$ máx, se obtuvieron a partir de las mediciones de FC aplicadas al Nomograma de Astrand-Ryhming cuya interpretación se explica en el Anexo 11. Para la obtención de los valores de  $VO_2$ máx se utilizaron 2 escalones de madera, uno de 40cm y otro de 33cm de altura, cronómetro, metrónomo y un monitor de frecuencia cardíaca marca Polar.

La medición antropométrica de composición corporal (Anexo 8) fue realizada por un especialista ISAK 1, en una oficina de la Unidad de Deportes y Recreación de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, según el protocolo de marcaje y medición de la ISAK. Los materiales necesarios para la determinación del IMC consistieron en una balanza calibrada de la marca Condor, Modelo Detecto, que incluye un estadiómetro que se usó para la medición de la estatura. Esta balanza se encuentra en el gimnasio de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Para la medición de pliegues, perímetros y diámetros óseos, se utilizó el kit antropométrico argentino de la marca FAGA-CRL, que incluye antropómetros óseos, cinta métrica metálica y plicómetro.

Los datos se registraron en planillas de recolección manual y posteriormente traspasados a planillas del programa Microsoft Office Excel 2007.

## RESULTADOS

Para el análisis de los resultados y determinación de promedio, valor máximo, valor mínimo y desviación estándar (DS), se utilizó el programa Microsoft Excel 2007.

De un total de 274 estudiantes, la población reclutada inicialmente fue de 45 estudiantes de Kinesiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. De éstos, 2 estudiantes no se presentaron a una de las 2 evaluaciones, quedando fuera del estudio según los criterios de exclusión, y un participante no logró concluir la prueba del escalón, por lo que debió ser eliminado del estudio.

Finalmente el grupo evaluado estuvo constituido por 42 estudiantes, conformado por 16 hombres y 26 mujeres, distribuidos en los distintos niveles. Del I nivel se evaluó a 8 mujeres y 3 hombres, del II nivel se evaluó a 5 hombres y 5 mujeres, y del III y IV nivel se evaluó a 6 y 7 mujeres y 4 y 4 hombres respectivamente.

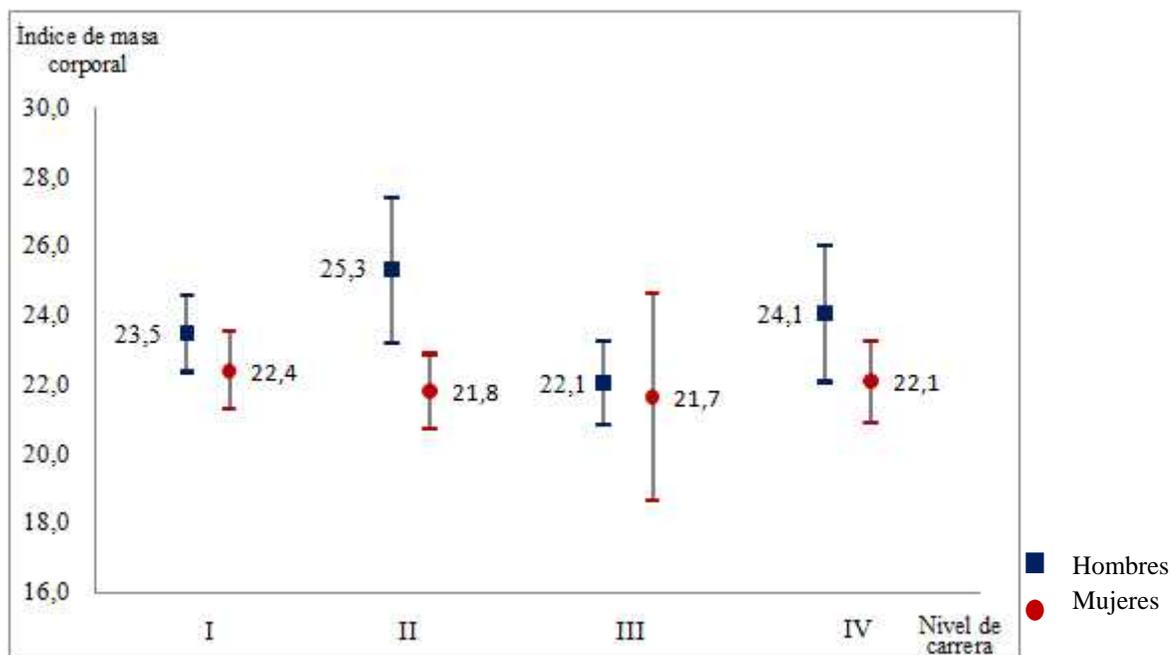
Con respecto a la caracterización general del grupo de estudio, el promedio de edad en hombres fue de 21,6 años, con un límite superior de 26 años e inferior de 19 años. En las mujeres, la edad promedio fue de 21,5 años, con un límite superior e inferior de 29 y 18 años respectivamente.

### IMC

El promedio y DS de IMC del grupo de estudio fue  $22,7 \pm 1,9$ . En hombres el IMC promedio fue  $23,8 \pm 1,9$  y en mujeres,  $22,0 \pm 1,6$ .

El 83,3% de la población, correspondiente a 35 estudiantes (24 mujeres y 11 hombres) se encontró dentro de los rangos normales de IMC, de acuerdo a la clasificación internacional de la OMS. El resto de la población (16,7%) se encontró con sobrepeso. No hubo estudiantes que se encontraran en los rangos de IMC correspondientes a obesidad y bajo peso.

Del total de los hombres, el 68,8% se encuentra dentro de un peso normal, mientras que un 31,3% presentan sobrepeso. Los porcentajes para las mujeres corresponden a un 92,3% y 7,7% respectivamente.

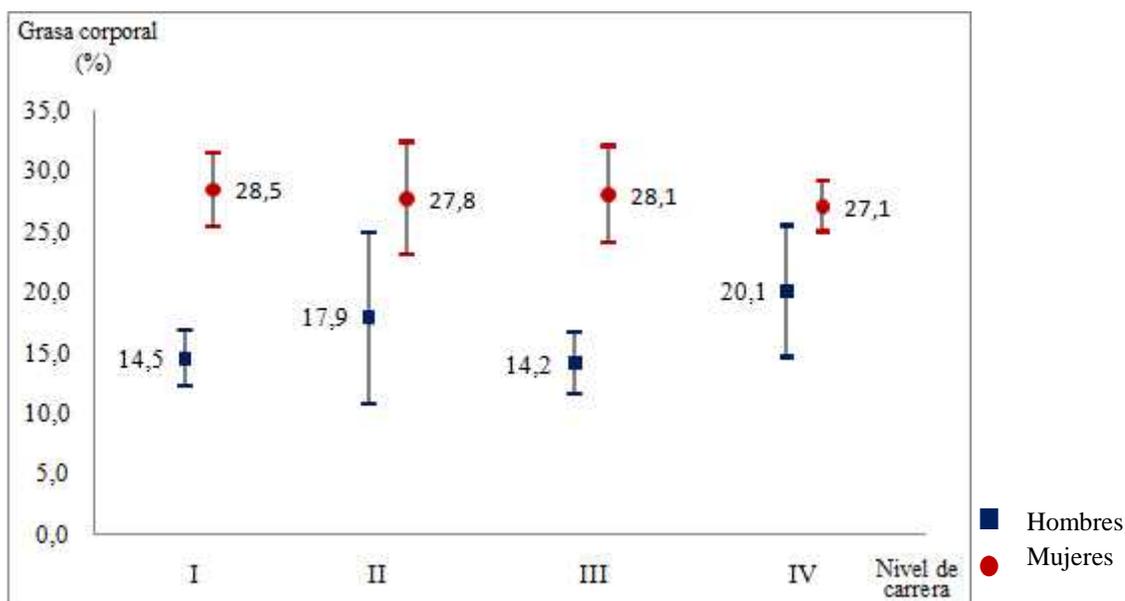


**Gráfico 1.** Índice de masa corporal por nivel de carrera según género. Los resultados graficados muestran el promedio y DS de índice de masa corporal (IMC) para cada nivel de la carrera, según el género. En todos los niveles los hombres presentan un IMC promedio mayor que las mujeres.

Tanto en hombres como en mujeres el valor menor de IMC promedio se encuentra en el III nivel. En hombres, el II y IV nivel presentan un IMC promedio mayor, aunque con una mayor DS que I y III. En mujeres el valor de IMC promedio es similar en todos los niveles, con una mayor DS en el III nivel.

## Porcentaje de Grasa

El promedio y DS de %GC en hombres fue  $16,9 \pm 4,8\%$ , mientras que en mujeres,  $27,9 \pm 3,3\%$ . Un 33% del grupo total se encontró sobre los rangos de %GC considerados como normales según la OMS; de estos, un 57% eran hombres. Del total de hombres, un 37,5% presentó más de un 20% de GC, mientras que en las mujeres, un 30,7% se encontró sobre el 30% de GC.

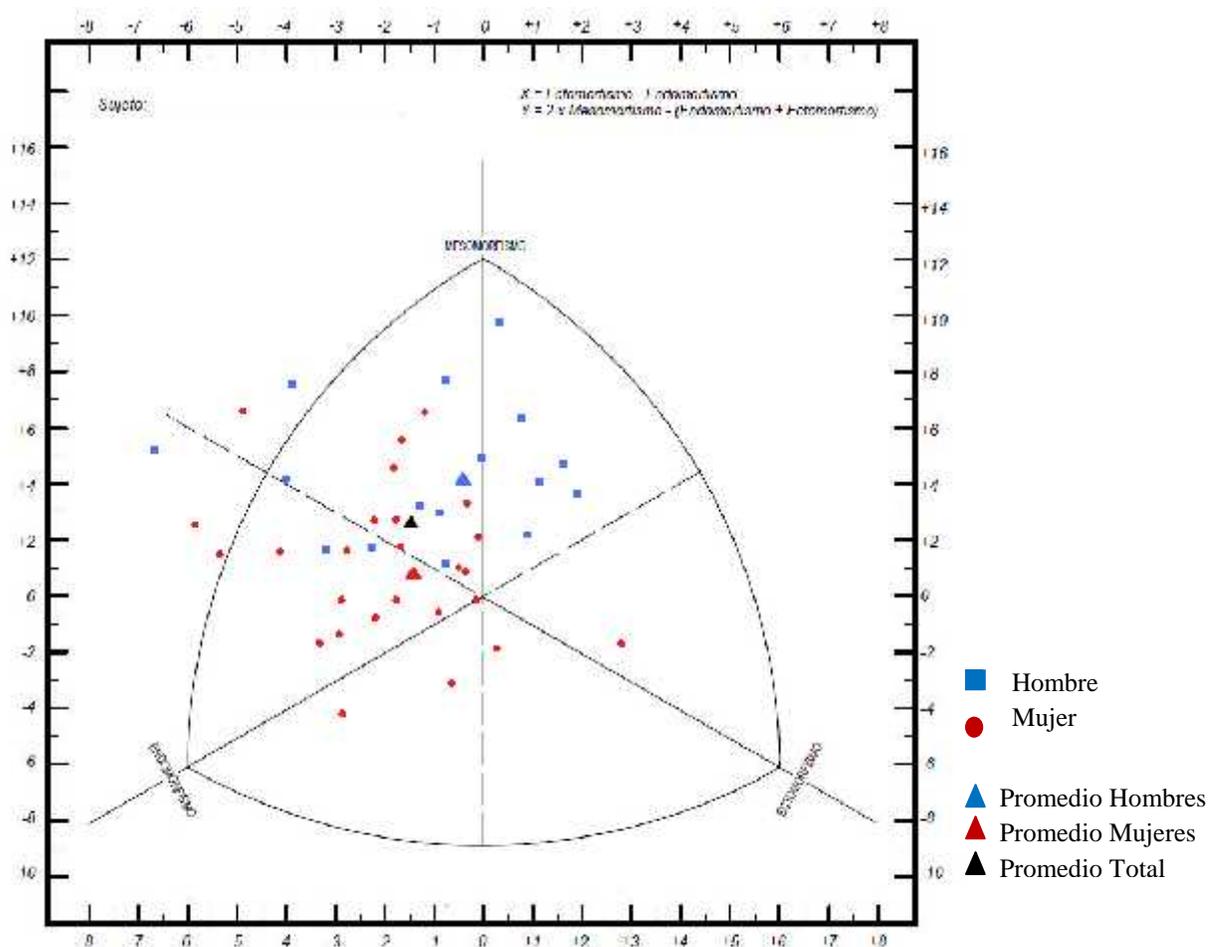


**Gráfico 2.** Porcentaje de grasa corporal por nivel según género. El gráfico presenta los valores promedio y DS de porcentaje de grasa corporal (%GC) por nivel de la carrera, según el género. Se observa en el gráfico que en todos los niveles el %GC promedio es mayor en mujeres que en hombres.

En hombres, el %GC promedio es mayor y con mayor DS en el II y IV nivel, en el I y III nivel el promedio y DE son menores y similares entre sí. En mujeres, el %GC promedio en los diferentes niveles es similar.

## Somatotipo

El valor promedio de somatotipo (endo-meso-ectomorfo) fue de 3,7-4,0-2,2, con una DS de 1,1-0,9-0,8 respectivamente. En los hombres, el valor promedio fue de 3,1-4,8-2,2 (DS 1,2-0,6-0,7), mientras que las mujeres presentaron un valor promedio de 4,0-3,5-2,2 (DS 1,0-0,9-0,9). (Detalle Tabla 5 y 6)

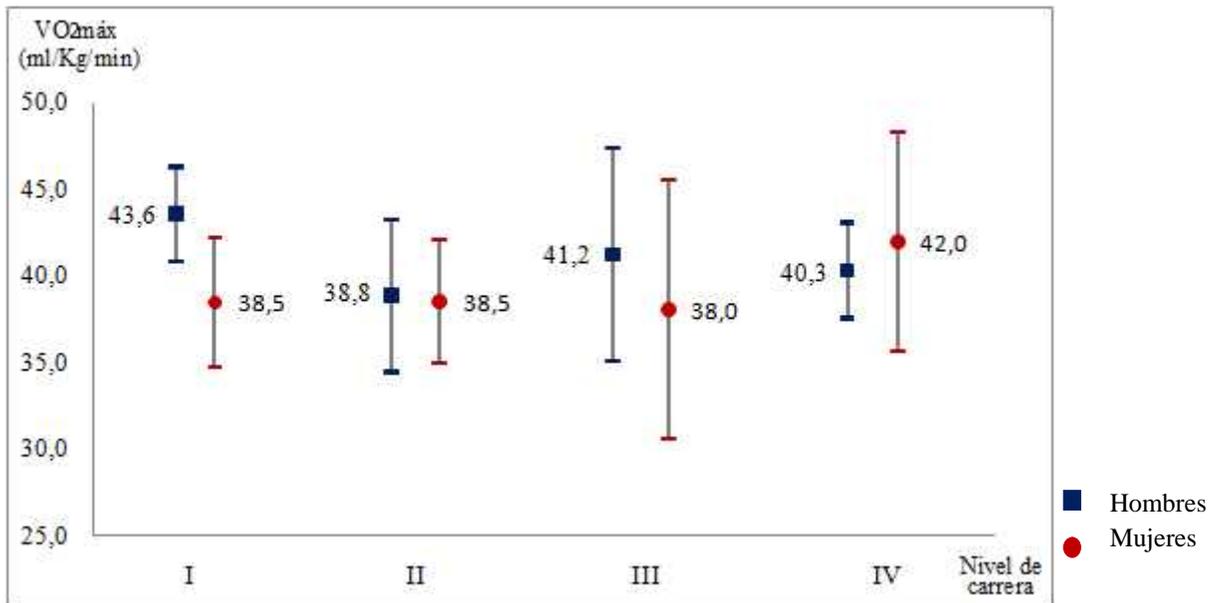


**Gráfico 3.** Somatotipo de los estudiantes según género. En la siguiente somatocarta se representa la distribución del somatotipo de cada individuo del grupo de estudio. En azul los valores de hombres y en rojo los de mujeres, además los triángulos representan los somatotipo promedio masculino (azul), femenino (rojo) y total (negro).

Se observa que la mayoría de la población masculina y femenina se concentra en los cuadrantes meso-endomórfico y endo-mesomórfico. El valor promedio de hombres presenta una tendencia hacia el mesomorfismo, mientras que el de las mujeres, hacia el endomorfismo. Dos individuos, tienen predominancia ectomórfica, ambos son mujeres.

### Consumo Máximo de Oxígeno

El consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2\text{máx}}$ ) promedio y DS de la población estudiada fue  $39,8 \pm 5,0$  ml/Kg/min. El valor promedio para los hombres fue  $40,7 \pm 4,6$  ml/Kg/min y, para las mujeres  $39,3 \pm 5,3$  ml/Kg/min.



**Gráfico 5.**  $VO_{2\text{máx}}$  por nivel según género. En el gráfico se presenta el promedio y DS de consumo máximo de oxígeno para hombres y mujeres de cada nivel de la carrera.

En hombres los valores promedio son mayores en el I y III nivel. En mujeres, los valores promedio son similares para I, II y III; en IV nivel el valor de  $VO_{2\text{máx}}$  es mayor. Las DS de III y IV nivel en mujeres y de III nivel en hombres son mayores que el resto de los niveles. (Ver Tabla 7)

## CONCLUSIONES

El grupo estudiado representa un 15% de la población total de estudiantes de Kinesiología de la Universidad de Chile, sin embargo, corresponde a un 18% de la población entre I y IV nivel, excluyendo a los 44 estudiantes de V nivel. Se observa un promedio de edad similar en ambos géneros del grupo estudiado, alrededor de los 21,5 años, con un rango de edad mayor en mujeres que en hombres.

De acuerdo al análisis de los resultados, la mayoría de la población (83.3%) se encuentra dentro de los rangos de normalidad de IMC, los demás (16,7%) presentan sobrepeso. Proporcionalmente los hombres presentaron mayor incidencia de sobrepeso que las mujeres, con un 31,2% y un 7,7% respectivamente. Los valores promedio de IMC en ambos géneros y en todos los niveles se encuentran dentro de los rangos de normalidad, según la OMS, a excepción del II nivel en hombres, cuyo promedio se encuentra dentro del rango de sobrepeso.

En relación al género se observa que la población femenina tiene un IMC promedio menor que la población masculina en todos los niveles de la carrera y éste es más homogéneo. En contraparte, los valores de %GC promedio son mayores en las mujeres, aunque también más homogéneos, en todos los niveles de la carrera, lo que se explicaría por las diferencias dadas por necesidades fisiológicas en las mujeres. Por este mismo motivo el %GC promedio del grupo de estudio no fue calculado, pues no aporta información relevante al considerar los valores de ambos géneros, tan dispares entre sí, debido a las diferencias en las necesidades fisiológicas de grasa en ambos géneros. Sin embargo, al considerar los valores límite de normalidad para cada género, se observa que un porcentaje mayor de hombres (37,5%) se encuentra sobre el %GC considerado como normal, en relación a las mujeres, quienes en un 30,7% presentan valores sobre el límite adecuado de normalidad según la OMS.

Con respecto al somatotipo, en todos los niveles hombres y mujeres presentan una tendencia hacia el mesomorfismo y endomorfismo respectivamente. Salvo excepciones,

todo el grupo de estudio se encuentra principalmente en los cuadrantes de meso-endomorfismo y endo-mesomorfismo. Los primeros niveles de la carrera presentan una población masculina y femenina con una mayor dispersión, que luego en el tercer y cuarto nivel se observan más homogéneas tendiendo al endomorfismo en mujeres y al mesomorfismo en hombres.

El somatotipo observado en hombres y mujeres podría relacionarse con los porcentajes de grasa corporal para ambas poblaciones; los hombres tienen una tendencia al mesomorfismo, con un IMC mayor y un porcentaje de grasa menor que las mujeres, quienes tienden al endomorfismo.

Con respecto a los resultados del  $VO_2max$ , los hombres en el I y III nivel presentan valores mayores que en II y IV nivel, en mujeres los niveles de  $VO_2max$  son similares entre I y III, y menores que en hombres. Sólo en el IV nivel, los valores de  $VO_2max$  son mayores en las mujeres, además se presentan casos aislados de mujeres, posiblemente muy entrenadas, las cuales presentan valores superiores, que se escapan a la normalidad de  $VO_2max$  para su género.

Finalmente, en los hombres se podría sugerir la presencia de una relación entre los valores de IMC y %GC promedio mayores y un  $VO_2max$  menor en el II y IV nivel con respecto a los niveles I y III, donde el IMC y %GC son menores y el  $VO_2max$  es mayor, lo que sería interesante de investigar y determinar en futuros estudios.

## DISCUSIÓN

Los resultados de distribución del grupo estudiado, de acuerdo a los rangos de IMC, se asemejan a los encontrados en la Encuesta Nacional de Salud el año 2003 en Chile para el rango comprendido entre los 17 y 24 años, y a otra investigación nacional en estudiantes de dos universidades, donde los valores promedios y DS de IMC fueron  $23,2 \pm 3,1$  y  $21,0 \pm 3,0$  en hombres y  $22,4 \pm 2,8$  y  $22,6 \pm 2,7$  en mujeres (Aránguiz H, 2010), lo que podría indicar que nuestro grupo de estudio no presentaría características diferentes a la población general de esa edad. El hecho que en nuestro estudio no haya resultados en los rangos extremos del IMC (obesidad y bajo peso), podría deberse a la falta de participación masiva por parte de los estudiantes, considerando que se realizó una invitación masiva, y que algunos estudiantes podrían haber preferido no ser parte del estudio, por ejemplo, por tener una percepción de que su IMC o %GC no es adecuado, o por temor a tener un bajo rendimiento en la evaluación de CCR.

Concordamos con otros estudios (Flegal K. 2009, Gallagher D. 2000, Ok-Kyeong Yu, 2010) en que, si bien el IMC es una herramienta utilizada a nivel mundial como medida del estado nutricional, no se corresponde necesariamente con el porcentaje de grasa corporal, por lo que basarse sólo en este resultado podría no ser adecuado. Sería preferible utilizar el IMC como un método rápido de tamizaje para poder pesquisar a la población que se encuentra en riesgo.

Si bien la antropometría es un método accesible para realizar estimaciones del %GC, sería interesante utilizar, en el futuro, otro método más preciso para conocer con mayor exactitud la composición corporal del grupo de estudio (Ok-Kyeong Yu,2010). Además sería interesante conocer el valor relativo de otros componentes del cuerpo, como masa muscular o masa ósea, con el fin de poder clasificar de mejor manera a los individuos.

Las tendencias observadas en torno al somatotipo en hombres y mujeres podrían relacionarse con los resultados del porcentaje de grasa corporal. Sin embargo creemos que, si bien el somatotipo es una herramienta interesante para conocer la conformación

morfológica del cuerpo, no aporta gran información para describir a una población en relación a su estado de salud, pues más allá de entregar una mayor tendencia hacia el endo, meso o ectomorfismo, no parece mostrar relaciones claras con riesgos para la salud en este tipo de población, sino que se podría relacionar con poblaciones de edad más avanzada (Malina R. 1997).

Con respecto a la capacidad cardiorrespiratoria, nuestro estudio arrojó valores promedio de  $VO_2$ máx muy similares entre los hombres y las mujeres. Esto se contrasta con lo que se podría esperar, considerando que en general los hombres presentan un mayor consumo de oxígeno que las mujeres (Ogawa T, 1992). En otro estudio realizado también en población universitaria chilena, donde se estimó el  $VO_2$ máx en dos Universidades en base al Test UKK (caminata de 2Km), el  $VO_2$ máx promedio y su DS fue de  $37,4 \pm 9,2$ ml/Kg/min y  $42,8 \pm 10,1$ ml/Kg/min para los hombres y  $30,4 \pm 4,8$ ml/Kg/min y  $30,5 \pm 7,1$ ml/Kg/min para las mujeres. (Aránguiz H, 2010)

Las diferencias entre este estudio y el nuestro podrían deberse, por ejemplo, a los distintos métodos utilizados para la estimación del  $VO_2$ máx, al bajo número de estudiantes reclutados en nuestro estudio, y/o a que las mujeres de nuestro estudio en general se podrían encontrar en mejores condiciones físicas, y por lo tanto haber obtenido un mejor consumo máximo de oxígeno.

Por otra parte, consideramos que en el resultado de la Prueba del Escalón de Astrand no sólo influiría la CCR del individuo, sino también afectarían factores biomecánicos, que no son considerados al momento de calcular los resultados. Con esto nos referimos a que la altura de los escalones esté estandarizada según género, sin considerar la altura de cada sujeto y, específicamente, el largo de sus extremidades inferiores. Esto genera que dentro de un mismo género, el esfuerzo realizado por 2 sujetos podría diferir de acuerdo a su altura; para un sujeto con extremidades inferiores de mayor longitud el nivel de exigencia sería menor. Por lo tanto esta sería un aspecto negativo de la prueba utilizada, con respecto a otras evaluaciones directas e indirectas para determinar el  $VO_2$ máx. Otro aspecto negativo de esta prueba es que permite obtener el resultado del  $VO_2$ máx sólo de los sujetos que logran completarla satisfactoriamente, por lo que no es posible obtener un

registro del  $VO_2$ máx de aquellos que no son capaces de finalizar la prueba. En este sentido, un estudiante debió ser excluido del estudio por no lograr terminar la prueba.

En base a otros datos registrados en la ficha personal, el 67% del grupo de estudio es sedentario, de acuerdo a la definición de sedentarismo del Ministerio de Salud. Los estudiantes que no realizan ningún tipo de ejercicio físico corresponden al 40,5%. Sería interesante de estudiar en futuras investigaciones si, tal vez los resultados de CC y CCR de nuestro estudio podrían tener una relación con este alto porcentaje de sedentarismo pesquisado a partir de la ficha personal. (Anexo 13)

Si bien la cantidad total de datos es adecuada para hacer un análisis por género sin dividir los datos por nivel, observamos que en algunos casos al separarlos por nivel y género, se obtienen categorías con muy pocos datos, por lo que consideramos se podría realizar un análisis utilizando mediana, el valor mínimo y el valor máximo en vez de utilizar el promedio  $\pm$  DS.

Se debe destacar el bajo número de estudiantes que logró reclutar el estudio, lo que podría deberse, entre otros motivos, a los métodos de obtención de la población y al período en el que se realizaron las mediciones, el cual corresponde a un período de múltiples actividades universitarias, como pruebas, trabajos y exámenes, y consiguientemente de menos tiempo libre para los estudiantes.

Debido a que el número de estudiantes reclutados corresponde a un porcentaje bajo de la población total de estudiantes de Kinesiología de la Universidad de Chile, consideramos que no es posible extrapolar los resultados a toda la población. Además, se debe considerar que no hubo una selección aleatoria, sino que se trató de una participación voluntaria, por lo que se produjo una *autoselección* por parte de la población, situación que seguramente excluyó a muchos estudiantes, que sintieron que no obtendrían buenos resultados en las pruebas. Todo esto hace que nuestra muestra no sea representativa, por lo que no sería adecuado realizar conclusiones sobre todos los estudiantes de Kinesiología de la Universidad de Chile a partir de nuestros resultados.

Finalmente, considerando que durante la época universitaria se irían adquiriendo algunos hábitos poco saludables, como una mala alimentación, falta de ejercicio físico y tabaquismo, entre otros, sería interesante realizar un estudio de cohorte a lo largo de la carrera, para determinar si los resultados arrojados en el estudio se relacionan directamente con el nivel de carrera cursado.

## PROYECCIONES

Con la información obtenida en esta investigación pretendemos incentivar futuras investigaciones en esta materia. Sería interesante poder contar con la participación de todos los estudiantes de la carrera, e incluso poder hacer estudios comparativos entre Kinesiología y otras carreras relacionadas o no con el área de la salud, para observar si existen diferencias entre ellas, o si la tendencia de la población universitaria sigue en general un mismo camino. Para esto sería fundamental contar con el apoyo de la Escuela de Kinesiología de la Universidad de Chile y de otras carreras. Además sería de gran interés transformar este estudio transversal en un estudio de cohorte, que incluya un seguimiento de los estudiantes a lo largo de su período universitario, con el fin de conocer cuál es la evolución de los estudiantes, y si existe una tendencia general de cambio durante la carrera. Incluso se podría realizar un análisis más profundo, que considerara relacionar lo planteado en esta investigación, con otras variables, como por ejemplo: la cantidad de ejercicio físico que realizan los estudiantes u otros hábitos, como los hábitos alimentarios, el consumo de tabaco, alcohol y/o drogas, con el fin de obtener un perfil más completo de los aspectos de la condición física estudiados y sus hábitos.

Todos estos estudios serían importantes para luego poder generar cambios a partir de ellos, nuevas políticas de Escuela, en base a objetivos y el perfil de egreso que se busca.

Además, en futuras investigaciones se podrían utilizar los datos que fueron registrados en las fichas personales de este mismo estudio, para hacer una relación entre las variables de nuestra investigación. Esto estuvo fuera de nuestro alcance debido al carácter descriptivo de ésta. Así, se podría obtener un perfil más acabado de cada estudiante e investigar la influencia de los diferentes factores, como también la utilización de las FC obtenidas post ejercicio, que en el caso particular de este estudio fueron consignados pero no analizados y relacionados.

## REFERENCIAS

American College of Sports Medicine. 1991. Guidelines for Exercise Testing and Prescription, 4 th ed. Philadelphia, Pa: Lea & Febiger.

Aránguiz H, García V, Rojas S, Salas C, Martínez R, MacMillan N. 2010. Estudio descriptivo, comparativo y correlacional del estado nutricional y condición cardiorrespiratoria en estudiantes universitarios de Chile. Rev. Chil. Nutr. 37(1): 70-78

Astrand P.O, Ryhming I. 1954. A Nomogram for calculation of aerobic capacity from pulse rate during submaximal work. Journal of Applied Physiology. 7: 218-221

Astrand P.O, Rodahl K. 1992. Fisiología del Trabajo Físico, 3ª Edición. Editorial Panamericana

Brozek J, Prokopec M. 2001. Historical note: of the anthropometry of body composition. American Journal of Human Biology. 13(2): 157-8.

Bouchard C, Daw W, Rice T, Pèrusse L, Gagnon J, Province M, Leon A, Rao D.C, Skinner J, Wilmore J. 1998. Familial resemblance for [spacing dot above] VO<sub>2</sub>max in the sedentary state: the Heritage family study. Medicine & Science in Sports & Exercise. 30(2): 252-258

Carey D. 2000. The validity of anthropometric regression equations in predicting percent body fat in collegiate wrestlers. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 40(3): 254-259.

Carter J, Heath B. 1990. Somatotyping: Development and Application. 1º Edición. New York: Cambridge University Press.

Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. 1985. Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health related Research. Public Health Reports. 100(2): 126-31

Chong D.L, Blair S.N, Jackson AS. 1999. Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Am J Clin Nutr.* 69: 373–380

Coleman E.1978. Validez de un examen sub-maximal como pronóstico del consumo máximo de oxígeno. *Ap. Med. Dep.* 15(60): 203-207

Devís J, Peiró C. 1992 El ejercicio físico y la promoción de la salud en la infancia y la juventud. *Gaceta Sanitaria;* 33(6): 263-268.

Dorland: Diccionario Enciclopédico Ilustrado de Medicina. 1997. Editorial Mc Graw-Hill. 28ª Edición. Vol 1 y 2. España

Duncan M.J, Woodfield L, Nakeed Y. 2006. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. *British Journal of Sports Medicine.* 40(7): 649-651

Flegal K, Shepherd J, Looker A, Graubard B, Borrud L, Ogden C, Harris T, Everhart J, Schenker N. 2009. Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults. *American Journal of Clinical Nutrition;* 89(2): 500–508.

Gallagher D., Heymsfield S, Heo M, Jebb S, Murgatroyd P, Sakamoto Y. 2000. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 72: 694–701.

Grant S, Corbett K, Amjad A M, Wilson J, Aitchison T. 1995. A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine.* 29: 147-152

Haskell W, Kiernan M. 2000. Methodologic issues in measuring physical activity and Physical Fitness when evaluating the role of dietary supplements for physically active people. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 72: 541S-550S

Hawkins M, Raven P, Snell P, Stray-Gundersen J, Levine B. 2007. Maximal Oxygen Uptake as a Parametric Measure of Cardiorespiratory Capacity. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 39(1): 103-107

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. 1998. Metodología de la Investigación. Editorial Mc Graw-Hill. 2ª Edición.

Heyward V, 1998. The Physical Fitness Specialist Certification Manual, The Cooper Institute for Aerobics Research, Dallas TX, 3rd Edition

Kamimura M, S Draibe, D Sigulem, L Cuppari. 2004. Methods of Body Composition assessment in patients undergoing hemodialysis. Revista de Nutrición 17(1): 124-127.

Koch E, Otárola A, Manríquez L, Kirschbaum A, Paredes M, Silva C. 2005. Predictores de eventos cardiovasculares no fatales en una comunidad urbana en Chile: experiencia de seguimiento Proyecto San Francisco. Revista Médica de Chile. 133(9): 1002-1012.

Kweitel S, 2007. IMC: Herramienta poco útil para determinar el peso útil de un deportista. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Argentina 7(28): 274-289.

López A., Franco L, Terreros J. 1991. Gimnasia Rítmica. Evolución fisiológica y antropométrica en una temporada. Archivos de Medicina del Deporte. 8(30): 127-133

López Chicharro J, Fernández Vaquero A. 1995. Fisiología del ejercicio. Editorial Panamericana

McArdle, W.D., Katch, F.I., and V.L. Katch. 1991. Exercise Physiology. Lippincott Williams and Wilkins. Baltimore, USA.

McArdle, W.D., Katch, F.I., and V.L. Katch. 2004. Fundamentos del Fisiología del Ejercicio. McGraw-Hill. Segunda Edición. Madrid, España.

MacMillan N. 2007. Valoración de hábitos de alimentación, actividad física y condición nutricional de estudiantes de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Rev Chil Nutr. 34(4): 330-336

Malina R, Katzmarzky P, Song T, Theriault G, Bouchard C. 1997. Somatotype and Cardiovascular Risk Factors in Healthy Adults. American Journal of Human Biology 9: 11-19

Mc Coll P, Amador M, Aros J, Lastra A, Pizarro C. 2002. Prevalencia de factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles en estudiantes de medicina de la Universidad de Valparaíso. *Revista Chilena de Pediatría*. 73(5): 478-482

Marley W.P, Linnerud A.C. 1976. Astrand-Ryhming Step Test Norms for College Students. *British Journal of Sports Medicine*. 10(2): 76–79.

Marrodán M, Mesa M, Díaz A, Ambrosio B, Barrio P.A, Drak L, Gallardo M, Lermo J, Rosa J.M, González-Montero M. 2006. Diagnóstico de la obesidad: actualización de criterios y validez clínica y poblacional. *Manuales de Pediatría*. Barcelona. 65(1): 5-14

Ministerio de Salud Chile. 2003. Resultados I Encuesta Nacional de Salud Chile 2003. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile.

Ministerio de Salud Chile. 2006. II Encuesta de Calidad de Vida y Salud, Chile 2006. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile.

Ministerio de Salud Chile. 2010. Resultados Encuesta Nacional de Salud ENS Chile 2009-2010. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile.

Mizón C., Atalah E. 2004. Transición epidemiológica en Chile: Lecciones aprendidas del Proyecto North Karelia. *Rev Chil Nutr* 31(3): 276-282

Norton K, Olds T, 2004. *Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses*. UNSW Press. Australia.

Ogawa T, Spina R, Martin III W, Kohrt W, Schechtman K, Holloszy J, Ehsani A. 1992. Effects of Aging, Sex, and Physical Training on Cardiovascular Responses to Exercise. *Circulation, Journal of the American Heart Association*. 86(2): 494-503

Ok-Kyeong Yu, Yang-Keun Rhee, Tae-Sun Park, Youn-Soo Cha. 2010. Comparisons of obesity assessments in over-weight elementary students using anthropometry, BIA, CT and DEXA The Korean Nutrition Society. *Nutrition Research and Practice*. 4(2): 128-135

OMS, 1995. *Physical Status: The use and interpretation of anthropometry*. Report of a WHO expert committee. Ginebra, Suecia.

OMS 1968. Serie de Informes Técnicos N° 388. Las pruebas de esfuerzo y la función cardiovascular; Org. Mund. Salud Ser Inf. Técn., 1968, 388

Pate RR.1983. A new definition of youth fitness. *The Physician and Sports Medicine*. 11: 77-83.

Pineda E. B, De Alvarado E. L, De Canales F. H. 1994. Metodología de la investigación. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C. E.U.A.

Rodríguez A, Santarém J, Jacob F, Souza E, Nunes M, Fátima M. 2001. Comparacao da gordura corporal de mulheres idosas segundo antropometría, bioimpedancia e DEXA. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 7(1): 49-59.

Rufino M, De Bonis E, Lorenzo V, García S, Gómez A, Hernández D, Rodríguez A, Torres A, Losada M, Maccira B. 1996. Análisis del estado nutricional mediante el uso del Dexa, Antropometría Estándar y Cinética de Creatinina en pacientes con Insuficiencia Renal. Estudio comparativo entre los diferentes métodos. *Revista de Nefrología*. España. 15(2)

Sánchez M, Moreno G., Marín M, y García L. 2009. Factores de Riesgo Cardiovascular en Poblaciones Jóvenes. *Revista de Salud Pública*. Bogotá. 11(1): 110-122.

Sheldon W.H, Stevens S.S, Tucker W.B. 1940. *The Varieties of Human Physique*. Harper and Brothers, New York.

Sheldon, W.H. 1961. New developments in somatotyping technique. Lecture delivered at Childrens Hospital, Boston.

Shephard R.J. 2009. Maximal oxygen intake and independence in old age. *British Journal of Sports Medicine*. 43: 342-346

Singh S.P. 2007. Somatotype and Disease: A review. *The Anthropologist International Journal Of Contemporary and Applied Studies of Man*. Special Issue. (3): 251-261.

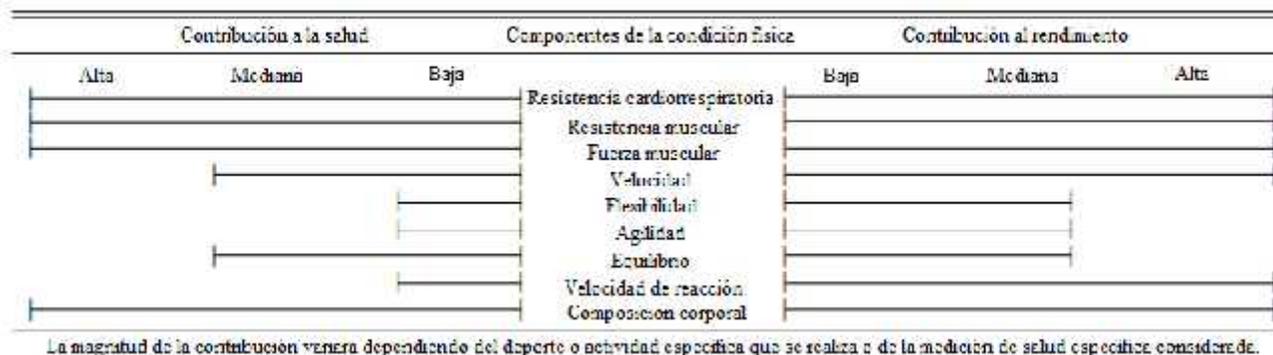
Sucianu A. 1980. Determinación indirecta del consumo máximo de oxígeno. *Ap. Medicina Deportiva*. 17(66): 77-83

Vio F, Albala C. 1999. Nutrition policy in the Chilean transition. *Public Health Nutrition*: 3(1): 49–55

Williams PT. 2001. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc*. 33(5): 754-761

## ANEXOS

### Anexo 1. Componentes de la Condición Física



Haskell W, 2000

### Anexo 2. Clasificación de estado nutricional y riesgo para la Salud según OMS

<b>Puntuación IMC</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Riesgo para la Salud</b>
<18,5	Bajo Peso	Mínimo*
18,5-24,9	Normal	Bajo
25,0-29,9	Sobrepeso	Moderado
>30,0	Obesidad:	
30,0-34,9	Grado 1	Elevado
35,0-39,9	Grado 2	Muy elevado
>40	Grado 3, extrema	Extremadamente elevado.

\*Valores <17 pueden implicar riesgo para la salud

### Anexo 3. Valores de referencia del porcentaje de grasa corporal total

Hombre (%)	Mujer (%)	Clasificación
5-10	10-15	Excelente (Estado Atlético)
11-14	16-19	Bueno
15-17	20-24	Aceptable
18-19	25-29	Regular
20	30	Obeso

Organización Mundial de la Salud, 2004

### Anexo 4. Métodos para determinar la Composición Corporal

- Métodos Directos:
  - o Disección de cadáveres: Análisis anatómico y químico de sus componentes, con disección por fracciones (piel, tejido subcutáneo, músculos, huesos y vísceras)
- Métodos Indirectos: Los resultados surgen de convertir los datos, mediante ecuaciones, en % o proporciones corporales
  - o Densitometría
  - o Determinación del agua corporal total
  - o Determinación del potasio corporal total.
  - o Absorciometría fotónica dual.
  - o Modelos cineantropométricos (fraccionamiento corporal en cuatro masas corporales Drinkwater Ross, modelo geométrico Drinkwater, fraccionamiento antropométrico en cinco masas corporales Kerr y Ross).
  - o Determinación de creatina plasmática total, de excreción de creatina urinaria y excreción de 3-metil histidina endógena.
  - o Tomografía axial computarizada
  - o Resonancia magnética nuclear.

- Métodos doblemente indirectos: se denominan así porque los datos sobre las proporciones y masas resultan de ecuaciones que utilizan a su vez datos originales corregidos o ajustadas por ecuaciones previas).
  - o Antropometría (y obtención de fórmulas de regresión a partir del modelo densitométrico, para obtener un valor de densidad corporal y de allí el porcentaje de masa grasa).
  - o Bioimpedancia eléctrica

### **Anexo 5. Somatocarta**

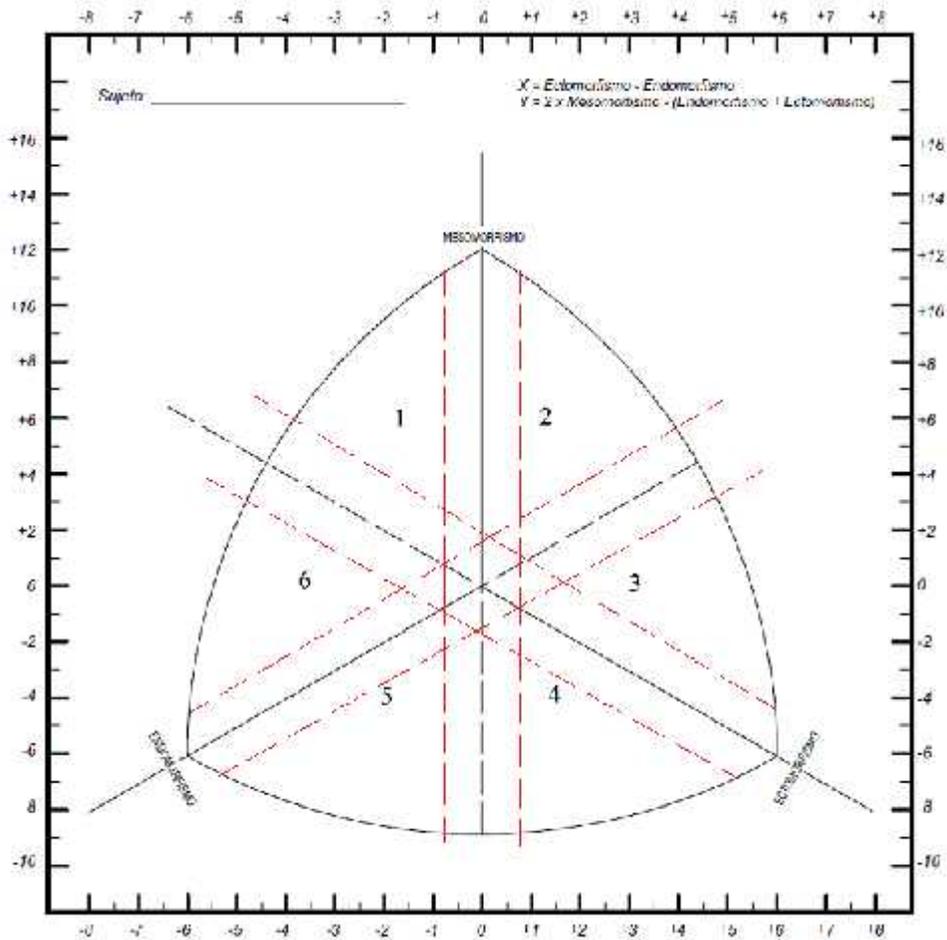
Tradicionalmente, la clasificación del somatotipo de 3 números se representa en una somatocarta de 2 dimensiones utilizando las coordenadas X e Y. Estas coordenadas se calculan de la siguiente manera:

$$X = \text{ectomorfismo} - \text{endomorfismo}$$

$$Y = 2 \times \text{mesomorfismo} - (\text{endomorfismo} + \text{ectomorfismo})$$

Obteniendo así un somatopunto, que representa la composición somatotípica del individuo.

La lectura de la somatocarta se hace considerando los cuadrantes en el que se encuentra el somatopunto. En la siguiente somatocarta, los cuadrantes están enumerados del 1 al 6 con fines explicativos. Si el somatopunto se encuentra dentro del cuadrante 1, el individuo tiene una tendencia meso-endomórfica, es decir, predomina el mesomorfismo y luego el endomorfismo, con un bajo componente ectomórfico. En el cuadrante 2, el sujeto es meso-ectomórfico, en el 3, ecto-mesomórfico y así sucesivamente. Si el somatopunto se encuentra entre las líneas rojas del cuadrante del endomorfismo, mesomorfismo o ectomorfismo, indica que el individuo se considera “endomorfo balanceado”, “mesomorfo balanceado” o “ectomorfo balanceado” respectivamente. Los somatopuntos ubicados al centro de la somatocarta, no tienen predominancia de un somatotipo en particular.



**Anexo 6. Fórmulas para la estimación de Endomorfía, Mesomorfía y Ectomorfía.**

**Endomorfía:**

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

donde: X =  $\Sigma$  de los pliegues cutáneos tricipital, subescapular y supraespinal (mm)

**Mesomorfía:**

$$Me = (0,858 \times (A) + 0,601 \times (B) + 0,188 \times (C) + 0,161 \times (D) - 0,131 \times (E) + 4,5$$

donde: A = diám. humeral, B = diám. femoral, C = perím. brazo - pliegue tricipital, D = perím. pantorrilla - pliegue pantorrilla medial y E = edad (años)

### **Ectomorfía:**

$$Ec = IP \times 0,732 - 28,58, \text{ donde } IP = \text{Talla (cm)} / \sqrt[3]{P \text{ (Kg)}}$$

Si el  $IP > 40,75$ , entonces Ectomorfía =  $(IP \times 0,732 - 28,58)$

Si el  $IP \leq 40,75$ , entonces Ectomorfía =  $(IP \times 0,463 - 17,83)$

## **Anexo 7. Escalas de Calificación del Somatotipo**

### Escala de Calificación del Endomorfismo y sus Características (masa grasa)

- **De 1 a 2.5:** baja adiposidad relativa, poca grasa subcutánea y los contornos óseos y musculares son visibles.
- **De 3 a 5:** Moderada adiposidad relativa, la grasa subcutánea cubre los contornos musculares y óseos, se percibe una apariencia mas blanda.
- **De 5.5 a 7:** Alta adiposidad relativa, la grasa subcutánea es abundante, se nota redondez en tronco y extremidades, hay mayor acumulación de grasa en el abdomen.
- **De 7.5a 8.5:** Extremadamente alta adiposidad relativa, se nota excesivamente acumulación de grasa subcutánea y grandes cantidades de grasa abdominal en el tronco, hay concentración de grasa proximal en extremidades.

### Escala de Calificación del Mesomorfismo y sus Características (robustez o prevalencia músculo-esquelética relativa a la altura)

- **De 1 a 2.5:** Bajo desarrollo músculo esquelético relativo, diámetros óseos y musculares estrechos, pequeñas articulaciones en las extremidades.
- **De 3 a 5:** Moderado desarrollo músculo esquelético relativo, mayor volumen muscular, huesos y articulaciones de mayores dimensiones.
- **De 5.5 a 7:** Alto desarrollo músculo esquelético relativo, diámetros óseos grandes, músculo de gran volumen, articulaciones grandes.

- **De 7.5a 8.5:** Desarrollo músculo esquelético relativo extremadamente alto, músculos muy voluminosos, esqueleto y articulaciones muy grandes.

Escala de Calificación del Ectomorfismo y sus Características (linealidad relativa)

- **De 1 a 2.5:** Linealidad relativa gran volumen por unidad de altura, son aquellos individuos que se notan redondos, con extremidades relativamente voluminosas, linealidad relativa moderada, menos volumen por unidad de altura, mas estirado.
- **De 3 a 5:** Linealidad relativa moderada, menos volumen por unidad de altura, más estirado.
- **De 5.5 a 7:** Linealidad relativa moderada, poco volumen por unidad de altura.
- **De 7.5a 8.5:** Linealidad relativa extremadamente alta, muy estirado, son aquellos individuos muy delgados, volumen mínimo por unidad de altura.

## **Anexo 8. Protocolo de medición CC**

Para la determinación de la CC, se aplica el método de Dheborra Kerr (Kerr, 1988), a partir de las mediciones antropométricas que incluyen la medición de peso, estatura de pie, perímetros corporales, diámetros óseos y pliegues cutáneos.

Se le solicita a cada participante que asista a la medición antropométrica con ropa adecuada que no estorbe las mediciones; en el caso de los hombres asistir con pantalón corto, y mujeres con pantalón corto y peto.

Por convención las mediciones se realizan en el hemicuerpo derecho (Norton K 2004), y bajo el protocolo de marcaje y medición de la ISAK, siempre por el mismo evaluador, especialista ISAK nivel I, capacitado para realizar el perfil antropométrico restringido de los estudiantes.

Para el cálculo del **IMC**, se realizan las mediciones de talla y peso y se aplican a la fórmula internacional de IMC ( $IMC = \text{Peso} / \text{Talla}^2$ ).

- Estatura: Definida como la distancia entre el vértex y el plano de sustentación. Para su medición se utiliza un estadiómetro y debe hacerse con el sujeto de pie, sin zapatos y completamente estirado. La medición se expresa en centímetros.
- Peso: Es la medición antropométrica más común, y se refiere a la masa corporal del individuo. Para su medición se utiliza una balanza, y requiere que el sujeto se encuentre con la menor ropa posible, de pie en el centro de la balanza. El resultado se expresa en kilogramos.

Para la medición de los **pliegues cutáneos**, se utiliza un calibrador de forma de pinza (plicómetro) para estimar la grasa ubicada a nivel subcutáneo (Norton K, 2004). Los pliegues medidos para la investigación son: tricípital, subescapular, bicípital, supraespinoso, cresta iliaca, abdominal, muslo anterior y pantorrilla medial. Con el sujeto a evaluar de pie, el evaluador identifica las zonas exactas de medición (marcas anatómicas) y las marca con un lápiz dermatológico. Luego de marcar los puntos, toma cada pliegue cutáneo firmemente entre el dedo pulgar e índice, cogiendo sólo piel y grasa subcutánea y separándolas del tejido muscular. Con la otra mano el evaluador mantiene el calibrador de forma perpendicular al pliegue, y luego se ejerce la presión sobre éste para hacer la medición; el calibrador ejerce una presión constante de 10 gramos por milímetro<sup>2</sup> en el punto de contacto de este con la piel. La lectura del resultado se hace en milímetros, inmediatamente después de dos segundos de haber ejercido la presión sobre el pliegue.

Para la medición de los **perímetros corporales** se utiliza una cinta métrica de acero, flexible e inextensible. La medición se hace con el sujeto de pie, con la cinta tensa rodeando todo el segmento, pero sin comprimir. Se mide en la zona de mayor diámetro de circunferencia los perímetros de brazo relajado, brazo contraído, glúteo y pantorrilla, y en la zona de mínima circunferencia para la medición del perímetro de cintura. La lectura se hace en centímetros.

Finalmente se realiza la medición de los **diámetros óseos**: en esta investigación se miden los diámetros humeral (codo) y femoral (rodilla). Son medidos con un instrumento llamado Vernier, y en este caso corresponden a la distancia medida entre los epicóndilos

medial y lateral del húmero y los cóndilos medial y lateral del fémur. Para la medición del diámetro humeral, el sujeto debe apoyar su mano derecha en la frente, con el codo en flexión de 90 grados. Para medir el diámetro femoral, el sujeto debe permanecer sentado, con flexión de 90 grados de rodilla. En ambos casos, el evaluador palpa las eminencias óseas, y sitúa el calibre directamente sobre éstas, de modo que las ramas del calibre Vernier se orienten de arriba hacia abajo en un ángulo de 45 grados con respecto al plano horizontal, manteniendo la presión firme con los dedos índices cuando se lee el valor (Norton K, 2004). La lectura se hace en centímetros.

Cada medición debe hacerse un mínimo de 2 veces, y realizarse una tercera vez en caso de que las 2 primeras mediciones tengan más de un 10% de diferencia entre sí. Los resultados de todas las mediciones son registrados por un anotador a medida que se van realizando, en una ficha antropométrica.

#### **Anexo 9. Ecuaciones de regresión de Durnin & Womersley diferenciadas por sexo**

Ecuación de regresión múltiple para hombres:

$$DC = 1,1765 - 0,0744 (\log_{10} X1)$$

Donde, X1 (mm): 4 pliegues cutáneos (tríceps, bíceps, subescapular y supra ilíaco, en mm)

Ecuación de regresión múltiple para mujeres:

$$DC = 1,1567 - 0,717 (\log_{10} X1)$$

Donde, X1 (mm): 4 pliegues cutáneos (tríceps, bíceps, subescapular y supra ilíaco, en mm)

Ecuación de Siri:  $\%GC = (4,95/D.C) - 4,5 * 100$

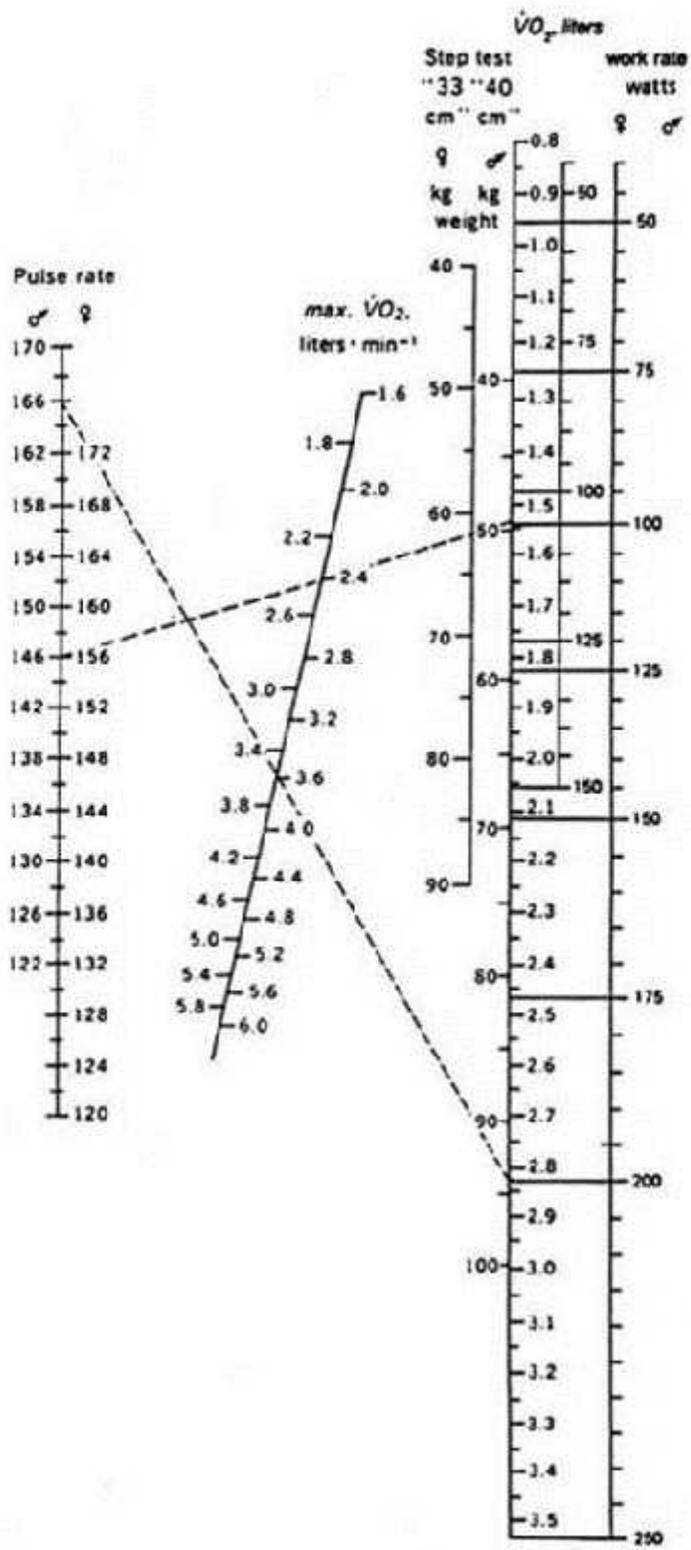
### Anexo 10. Valores de referencia del consumo máximo de oxígeno según Astrand

	HOMBRES	MUJERES
	20-29 años	20-29 años
Superior	>52.4	>41.0
Excelente	46.5-52.4	37.0-41.0
Bueno	42.5-46.4	33.0-36.9
Suficiente	36.5-42.4	29.0-32.9
Bajo	33.0-36.4	23.6-28.9
Muy bajo	<33.0	<23.6

Heyward V. 1998, Astrand P.O. 1992

### Anexo 11. Nomograma de Astrand-Ryhming

El Nomograma de Astrand-Ryhming es un diagrama bidimensional que consta de cinco escalas; 4 son paralelas en sentido vertical y una es diagonal. Para conocer el  $VO_2$ máx a partir de la Prueba del escalón se utilizan las tres primeras escalas desde izquierda a derecha. La primera escala corresponde a la FC del sujeto en el último minuto de la prueba del escalón, donde se hace diferencia por el género del individuo. Luego se encuentra la escala diagonal, con los valores de  $VO_2$ máx. La tercera escala, la cual es vertical, indica el peso del sujeto; a la izquierda de la escala las mujeres y a la derecha los hombres. Los valores de FC en el quinto minuto de la prueba del escalón de Astrand y el peso del sujeto se deben apuntar en la primera y la tercer escalas respectivamente, y luego se deben unir ambas escalas con una línea recta desde un punto al otro, cruzando la escala diagonal del consumo de oxígeno. En el punto donde intersectan la escala diagonal, con la recta trazada se realiza la lectura del valor estimado de  $VO_2$ máx del sujeto, obteniéndose el resultado en L/min.



## Anexo 12. Consentimiento Informado



Universidad de Chile

Facultad de Medicina

Escuela de Kinesiología

### DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

A través de la presente, con fecha \_\_\_\_\_ yo,

\_\_\_\_\_,  
cédula de identidad n° \_\_\_\_\_ declaro estar informado de los procedimientos y objetivos que implica mi participación de la investigación “Composición corporal y capacidad cardio-respiratoria en estudiantes de kinesiología de la Universidad de Chile”, realizada por las alumnas Claudia Schüller Hillmer y Macarena Sola Aylwin de IV año de Kinesiología de la Universidad de Chile, quienes optan al grado de Licenciatura en Kinesiología.

Declaro aceptar voluntariamente formar parte de la investigación, que consiste en participar de una medición antropométrica (que incluye peso, talla, pliegues, diámetros y perímetros corporales) y la ejecución de una prueba del escalón, las que tienen una duración estimada de 20 minutos cada una, y que cumpliré según lo establecido en el protocolo de la investigación. Ninguna de ellas tendrá perjuicio alguno para mi condición de salud, y los resultados obtenidos serán presentados de forma anónima.

Tengo conocimiento de que seré citado para ambas mediciones; en caso de no asistir a la primera citación, seré llamado en 2 nuevas oportunidades, quedando fuera del estudio luego de la tercera inasistencia.

Por último, al participar adquiero el derecho a retirarme de la investigación en cualquier momento, y a conocer los resultados de las evaluaciones que se me han efectuado. Para ello puedo solicitar en el momento de la entrevista que una vez terminada la investigación me envíen mis resultados a través de un correo electrónico.

\_\_\_\_\_  
Firma Estudiante

### Anexo 13. Ficha Personal

#### FICHA PERSONAL

Nombre:.....

Sexo:..... Nacionalidad:.....

Edad:.....Fecha de nacimiento:.....

Estatura (cm.):.....Peso (Kg.):.....

Nivel cursado en la carrera de Kinesiología:.....

Fecha y método de ingreso a la carrera de Kinesiología:.....

Estudios Previos:.....

Enfermedades: .....

Fármacos: .....

Lesión en los últimos 6 meses:.....

Hábitos:

Tabaco (si/no):..... Cantidad (cigarros/día):.....

Alcohol (si/no):..... Otras drogas:.....

Actividad Física (tipo):.....

Frecuencia (días/semana):.....Duración (horas):.....

Correo electrónico:..... Teléfono:.....

Observaciones:.....

.....

**Anexo 14.**

**FICHA ANTROPOMÉTRICA**

Nombre.....

Sexo.....Fecha de Nacimiento.....

Peso (Kg.).....Estatura (cm.).....

Fecha.....

**MEDIDAS**

<b>Circunferencia (cm)</b>	<b>Pliegues (mm)</b>	<b>Diámetros (cm)</b>
Bíceps Contraído -----	Tríceps -----	Humeral -----
Bíceps reposo -----	Subescapular -----	Femoral -----
Abdomen -----	Bíceps -----	
Glúteos -----	Supra ilíaco -----	
Pantorrilla -----	Supra espinal -----	
	Abdominal -----	
	Pantorrilla medial -----	
	Femoral -----	

**Anexo 15.**

**FICHA CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO**

Nombre.....

Sexo..... Curso.....

Fecha.....

FC reposo sentado: .....

FC reposo parado frente al escalón:.....

FC<sub>1</sub>: .....

FC<sub>2</sub>: .....

FC<sub>3</sub>: .....

FC<sub>4</sub>: .....

FC<sub>5</sub>: .....

FC post prueba: FC<sub>6</sub>: .....

FC<sub>7</sub>: .....

FC<sub>8</sub>: .....

VO<sub>2</sub>máx (L/min): ..... VO<sub>2</sub>máx (ml/Kg/min): .....

## **Anexo 16. Protocolo de Medición de la CCR.**

### **PRUEBA DEL ESCALÓN**

Previo a la realización de la prueba, cada participante es examinado por un médico traumatólogo, quien, a partir de la evaluación de los componentes musculares y articulares de las extremidades inferiores (EEII) y medición de la presión arterial, verifica si el estudiante se encuentra en condiciones de salud compatibles para la realización de la prueba de CCR.

Los participantes deben vestir ropa cómoda y calzado adecuado (zapatillas). Para esta prueba no se realiza un calentamiento previo, sin embargo, antes de comenzar la prueba, se le permite al sujeto realizar un reconocimiento del lugar, subir al escalón para conocer sus dimensiones y adaptarse a las condiciones del laboratorio, con el fin de disminuir la ansiedad ante la situación de evaluación. Luego, el sujeto debe permanecer sentado por cinco (5) minutos, mientras se le instala el monitor de FC, se completa la ficha con sus datos y se le explica en qué consiste la prueba.

La banda transmisora del monitor de FC se ubica a nivel del pecho, a la altura del apéndice xifoides, mientras que uno de los evaluadores permanece cerca del sujeto durante la prueba, sosteniendo el reloj receptor. Se registran los valores de FC en reposo, sentado y de pie frente al escalón, antes de comenzar la prueba, luego se mide la FC durante toda la prueba registrándola a cada minuto.

El metrónomo se activa con el ritmo de pulsos requerido, de acuerdo al género del sujeto evaluado, y éste puede iniciar la prueba cuando se sienta preparado, comenzando la subida al escalón con cualquiera de las dos EEII. Cuando el individuo da el primer paso sobre el escalón se activa el cronómetro, dando inicio a la prueba. El sujeto debe subir y bajar el escalón durante cinco (5) minutos, extendiendo completamente las rodillas sobre el escalón y al volver al suelo. Es fundamental que mantenga el ritmo marcado por el metrónomo durante toda la prueba.

Los evaluadores no deben interactuar con el sujeto evaluado durante la prueba, ni dar ánimo al sujeto, solamente deben indicar en voz alta el tiempo a cada minuto hasta el quinto minuto, cuando finaliza la prueba. El sujeto debe sentarse mientras se mide por tres minutos más la FC, hasta el minuto 8.

En caso de existir alguna complicación durante el desarrollo de la prueba o si el sujeto siente cualquier malestar físico que le impida continuar, éste debe indicarlo a los evaluadores o simplemente detenerse.

El valor de la FC del quinto minuto se utiliza para estimar el  $VO_2$ máx mediante el Nomograma de Astrand.

## APÉNDICE

**Tabla 1.** Hábitos de actividad física, consumo de alcohol y tabaco en los estudiantes reclutados en el estudio.

Género \ Actividad Física	3/ sem	3 sem	No
	<b>Masculino</b>	6	4
<b>Femenino</b>	8	7	11
<b>Total</b>	14	11	17

Género \ Consumo de Alcohol	Si	No
	<b>Masculino</b>	10
<b>Femenino</b>	19	7
<b>Total</b>	29	13

Género \ Consumo Tabaco	Si	No
	<b>Masculino</b>	0
<b>Femenino</b>	2	24
<b>Total</b>	2	40

**Tabla 2:** Promedios y DS de IMC de la población según nivel de carrera y género.

Nivel de la carrera	IMC(Kg/ m <sup>2</sup> )*		
	Mujeres	Hombres	Total
<b>Primero</b>	22,41 (1,12)	23,47 (1,10)	22,70 (1,24)
<b>Segundo</b>	21,81 (1,08)	25,31 (2,10)	23,57 (2,33)
<b>Tercero</b>	21,65 (3,00)	22,05 (1,20)	21,37 (1,99)
<b>Cuarto</b>	22,09 (1,18)	24,05 (1,98)	22,80 (1,51)
<b>Total</b>	22,03 (1,64)	23,83 (1,91)	22,72 (1,87)

\*Promedio (DS)

**Tabla 3.** Promedio y DS de porcentaje de grasa corporal según nivel de carrera y género.

Nivel de la carrera	%GC*	
	Mujeres	Hombres
<b>Primero</b>	28,502 (3,053)	14,54 (2,3)
<b>Segundo</b>	27,81 (4,632)	17,918 (7,078)
<b>Tercero</b>	28,133 (3,977)	14,182 (2,557)
<b>Cuarto</b>	27,132 (2,073)	20,11 (5,44)
<b>Total</b>	27,915 (3,311)	16,898 (4,882)

\*Promedio (DS)

**Tabla 4.** Promedios y DS de somatotipo de la población según género.

Somatotipo	Hombre	Mujer	Total de la población
<b>Endomorfo*</b>	3,08 (1,15)	4,01 (1,02)	3,66 (1,12)
<b>Mesomorfo*</b>	4,84 (0,62)	3,48 (0,87)	4,00 (0,92)
<b>Ectomorfo*</b>	2,17 (0,72)	2,21 (0,84)	2,20 (0,80)

\*Promedio (DS)

**Tabla 5.** Promedio y DS de somatotipo de hombres según nivel de carrera

	Somatotipo Hombres		
	Endomorfo*	Mesomorfo*	Ectomorfo*
<b>I</b>	2,43 (0,57)	4,68 (0,79)	2,42 (0,59)
<b>II</b>	3,56 (1,55)	5,28 (0,94)	1,59 (0,62)
<b>III</b>	2,33 (0,62)	4,51 (0,37)	2,88 (0,52)
<b>IV</b>	3,72 (0,64)	4,73 (0,31)	2,01 (0,64)

\*Promedio (DS)

**Tabla 6.** Promedio y DS de somatotipo de mujeres según nivel de carrera.

	Somatotipo Mujeres		
	Endomorfo*	Mesomorfo*	Ectomorfo*
<b>I</b>	4,31 (0,80)	3,26 (0,78)	1,83 (0,54)
<b>II</b>	4,23 (1,03)	4,10 (0,21)	2,25 (0,64)
<b>III</b>	4,19 (1,13)	3,78 (1,12)	2,68 (1,46)
<b>IV</b>	3,37 (0,98)	3,04 (0,94)	2,26 (0,63)

\*Promedio (DS)

**Tabla 7.** Promedio y DS del VO<sub>2</sub>max de acuerdo a nivel de carrera y género.

<b>Nivel de la carrera</b>	<b>VO<sub>2</sub>max* (ml/Kg/min)</b>		
	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>	<b>Total</b>
<b>Primero</b>	38,475 (3,75)	43,566 (2,71)	39,863 (3,96)
<b>Segundo</b>	38,540 (3,56)	38,840 (4,38)	38,690 (3,94)
<b>Tercero</b>	38,033 (7,47)	41,225 (6,13)	39,310 (6,81)
<b>Cuarto</b>	41,985 (6,32)	40,300 (2,75)	41,373 (5,11)
<b>Total</b>	39,330 (5,30)	40,687 (4,59)	39,847 (5,03)

\*Promedio (DS)