



**ANÁLISIS EXPLICATIVO Y CORRELACIONAL DE LA INCIDENCIA  
DEL PORCENTAJE DE TEJIDO ADIPOSEO CORPORAL EN EL  
DESPLAZAMIENTO DEL CENTRO DE PRESIÓN EN UNA  
POBLACIÓN DE JÓVENES UNIVERSITARIOS ENTRE 18 Y 30 AÑOS  
DE EDAD DE LA CARRERA DE KINESIOLOGIA DE LA  
UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO**

**YOANNA ANDREA BURGOS NEVILLE, WILSON ALBERTO  
CARVAJAL BERNAL, CYNTHIA ANDREA CHACON DONOSO,  
CRISTÓBAL IGNACIO PEÑA VÁSQUEZ,  
PROFESOR GUIA: MARCO ANTONIO VENEGAS PRADO**

**Viña del Mar-Chile**

**Diciembre 2011**

*Dedicada a nuestros familiares y amigos....*

*Quisiéramos dar las gracias en primer lugar a nuestras familias, por su apoyo incondicional y su esfuerzo por sacarnos adelante, por sus consejos, sus valores y por la constante motivación. Por habernos apoyado en cada momento de este proceso, el cual está pronto de finalizar.*

*A nuestros profesores por su dedicación, enseñanza y entrega de herramientas para nuestro futuro profesional.*

*A nuestros amigos y compañeros que hicieron de esta experiencia un periodo inolvidable lleno de esfuerzos de alegrías y compañía que amenizó todo este proceso universitario.*

*"Una etapa en conjunto se finaliza para empezar otra individual, donde ahora seremos los arquitectos de nuestro propio futuro..... "*

**Yoanna Burgos Neville**  
**Wilson Carvajal Bernal**  
**Cynthia Chacón Donoso**  
**Cristobal Peña Vasquez**

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>5</b>
<b>I. El problema</b>	
A. Titulo descriptivo del problema.....	6
B. Formulación del problema.....	6
<b>II. Objetivos de la investigación</b>	
A. General.....	7
B. Especifico .....	7
<b>III.Preguntas de la investigación .....</b>	<b>8</b>
A. Formulación de la hipótesis.....	8
<b>IV.Definición conceptual y operacional de las variables.....</b>	<b>10</b>
<b>V. Justificando el estudio .....</b>	<b>11</b>
<b>VI. Introducción .....</b>	<b>12</b>
<b>VII. Marco Teórico</b>	
Antropometría.....	13-31
Oscilografía.....	31-40

## **VII. Metodología**

A. Tipo de investigación.....	41
B. Diseño de la investigación.....	41
C. Metodología y técnicas de la investigación.....	.41
D. Criterios de inclusión/ Exclusión.....	.42
E. Grupo de estudio.....	42
F. Procedimiento ético para la investigación.....	42
G. Reclutamiento de participantes.....	.43
H. Selección de personas.....	.43
I. Identificación de variables.....	44

## **VIII. Análisis de datos..... 45**

A. Evaluación kinésica propuesta grupo de estudio.....	.47
B. Materiales.....	48

## **IX.Resultados..... 49**

## **X. Discusión..... 67**

## **XI.Conclusión..... 69**

## **XII. Anexo..... 70**

## **XIII. Referencias bibliográficas..... 75**

## Resumen

**Introducción:** El incremento de los índices de obesidad en los últimos años en Chile (MINSAL, 2010) ha llevado a realizar este estudio para indagar sobre el impacto que la composición corporal tendría sobre el control postural tomando como referencia el área de desplazamiento del centro de presión medido sobre un oscilógrafo.

**Objetivos:** El propósito del estudio es hallar si existe una correlación entre la composición corporal y el área de desplazamiento del centro de presión.

**Métodos:** Se evaluó a 75 sujetos, estudiantes de la carrera de kinesiología de la Universidad Andrés Bello, entre 18 y 30 años, para la determinación de su porcentaje de grasa, mediante una evaluación antropométrica y al área de desplazamiento del centro de presión sobre un oscilógrafo. Dentro de los cuales solo 68 cumplen con los criterios de inclusión, siendo 47 sujetos mujeres y 21 de sujetos hombres.

**Resultados:** Se obtuvo una correlación negativa muy baja en sujetos mujeres y una correlación positiva baja en sujetos hombres en relación a la composición corporal y el desplazamiento del centro de presión.

**Conclusión:** Si bien se observa un aumento del desplazamiento del centro de presión en hombres que se relaciona de forma proporcional a un aumento del porcentaje de grasa la composición corporal, en las mujeres no existe tal relación.

len

## **I. El problema**

### **A. Título descriptivo del proyecto**

Análisis de tipo explicativo y correlacional con enfoque cuantitativo de la incidencia que tiene el porcentaje de tejido adiposo corporal en el desplazamiento del centro de presión en una población de jóvenes entre 18 y 30 años, estudiantes de la carrera de Kinesiología de la Universidad Andrés Bello Viña del Mar, realizado entre los meses de agosto y octubre del año 2012 en los laboratorios de Kinesiología ubicados en Av. Valparaíso 1560 Viña del Mar.

### **B. Formulación del problema**

El incremento en la incidencia de obesidad en los últimos años en Chile ha sido alarmante (Francesco Menegoni ,2011). El sobrepeso y la obesidad se han considerado como un problema de salud pública, ya que las complicaciones sistémicas tales como diabetes mellitus, hipertensión arterial, hipercolesterolemia y síndrome metabólico han sido estudiadas ampliamente en nuestro medio; sin embargo, el efecto de la composición corporal sobre la postura estática ha sido poco estudiado objetivamente. Por ello, se hace necesario analizar cómo el sistema del control postural reacciona frente a sujetos que presentan una distinta composición corporal.

Según Miralles y Puig, 2008 las personas sanas al permanecer de pie llevan el peso del cuerpo a través de la columna a la pelvis y el centro de gravedad del cuerpo se encuentra delante de la columna vertebral a la altura de S2. Cuando el peso del cuerpo aumenta y se expande existe una migración progresiva del centro de gravedad, el cual se

aleja más de la parte anterior de la columna. Por lo tanto se infiere que el centro de gravedad puede variar su posición según la composición corporal del individuo. ¿Pero de qué manera varía? Es por ello que se plantea la pregunta ¿Qué efectos tiene la composición corporal sobre la postura estática? Determinar una relación entre estas variables, podría demostrar diferencias entre personas con distinta composición corporal en el desplazamiento del centro de presión. Se podrían analizar las posibles repercusiones que esto tendría en el sistema músculo esquelético.

## **II. Objetivos de la investigación**

### **A. General:**

Determinar si existen diferencias significativas en el desplazamiento del centro de presión, entre individuos de 18 a 30 años de la carrera de Kinesiología que presentan distinta composición corporal.

### **B. Especifico:**

Determinar el porcentaje de tejido adiposo en la población estudiada

Establecer el área de desplazamiento del centro de presión en la población estudiada

Determinar si existe una correlación entre el porcentaje de tejido adiposo corporal y el área de desplazamiento del centro de presión en la población estudiada

Determinar el género que sufre más variaciones en el desplazamiento del centro de presión de la población estudiada

### **III. Preguntas de la investigación.**

¿Se observaran diferencias significativas o se encontrara una correlación entre la composición corporal y el área de desplazamiento del centro de presión en los sujetos estudiados, correspondiente a los alumnos de 18 a 30 años de la carrera de kinesiología de la Universidad Bello Viña del Mar?

#### **A. Formulación de las hipótesis**

H0: Existen diferencias significativas en el desplazamiento del centro de presión entre individuos con diferente composición corporal y una correlación lineal en sujetos hombres de 18 a 30 años estudiantes de la carrera de kinesiología de la Universidad Andrés bello Viña del mar.

H1: No existen diferencias significativas en el desplazamiento del centro de presión en relación a la composición corporal y no existe una correlación lineal en sujetos hombres de 18 a 30 años estudiantes de la carrera kinesiología de la Universidad Andrés Bello.

H2: Existen diferencias significativas en el desplazamiento del centro de presión en relación a la composición corporal y existe una correlación lineal en sujetos

mujeres de 18 a 30 años estudiantes de la carrera de Kinesiología Universidad Andrés Bello.

**H3:** No existen diferencias significativas en el desplazamiento del centro de presión en relación a la composición corporal y no existe una correlación lineal en sujetos mujeres de 18 a 30 años estudiantes de la carrera de Kinesiología de la Universidad Andrés Bello.

**H4:** Existen diferencias significativas en el desplazamiento del centro de presión en relación a la composición corporal y existe una correlación lineal en sujetos mujeres y hombres de 18 a 30 años estudiantes de la carrera de Kinesiología de la Universidad Andrés Bello.

**H5:** No existen diferencias significativas en el desplazamiento del centro de presión en relación a la composición corporal y no existe una correlación lineal en sujetos mujeres y hombres de 18 a 30 años estudiantes de la carrera de Kinesiología de la Universidad Andrés Bello.

#### **IV. Definición conceptual y operacional de las variables:**

##### **Definición conceptual**

Oscilografía: herramienta de evaluación del control de la postura a través de la determinación del centro de presión (Gagey & cols., 2001)

##### **Definición operacional**

Control postural: modo de reacción personal a un estímulo constante "la gravedad" condicionada tanto por factores morfológicos (músculos, huesos, etc.), neurológicos (reflejos) y afectivos (estado anímicos) (Lapierre 1981).

##### **Definición conceptual**

Antropometría: es el área de la ciencia encargada en la medición de la composición del cuerpo humano. Los cambios en los estilos de vida, la nutrición, los niveles de actividad física y composición étnica de las poblaciones, provocan cambios en las dimensiones corporales. La antropometría es la unión entre la anatomía y el movimiento. Tomando la medida del cuerpo humano y determinando su capacidad para la función y el movimiento en una amplia serie de ámbitos. (ISAK 2011)

##### **Definición operacional:**

Dimensión del cuerpo: definición de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico (norma isa 7250)

Composición corporal: cuantificación de los diferentes componentes del cuerpo humano que son el tejido de la piel, tejido graso, tejido muscular, tejido óseo y tejido residual. (Chamorro, 2005)

## **V. Justificación del estudio**

Un ritmo de vida moderno en la población universitaria chilena actual ha llevado consigo a un aumento de los índices de obesidad y sedentarismo en comparación a décadas anteriores, trayendo consigo comorbilidades y patologías asociadas que han atentado contra la salud de los chilenos. Asociado a esto también se han presentado trastornos posturales que pueden relacionarse con alteraciones de equilibrio, por ello, el presente estudio busca determinar la incidencia de la composición corporal en la alteración del control postural estático. Un estudio sobre este tema podría sumar antecedentes importantes sobre las consecuencias de la obesidad en la población juvenil para así formar conciencia sobre los riesgos de esta condición que muchas veces es crónica. Por lo tanto, evidenciar cómo el sistema del control postural actúa frente a sujetos con exceso de peso que presentan una distinta composición corporal a diferencia de una persona dentro del peso normal, y así comprender los efectos que la composición corporal tendría sobre el desplazamiento del centro de presión.

## VI. Introducción

En las últimas décadas se ha observado un aumento considerable en los niveles de obesidad, estudios revelan, que como consecuencia de una dieta inadecuada y de una actividad física insuficiente, los niveles de obesidad han aumentado en forma alarmante en Chile. La Encuesta Nacional de Salud 2003 muestra que un 22% de la población es obesa, es decir, tiene un índice de masa corporal (IMC) mayor de 30, que el 38% de la población tiene sobrepeso y que el 1,3% tiene obesidad mórbida, lo que en total suma 61,3%. Además, la obesidad mórbida es mayor en las mujeres que en los hombres (MINSAL, 2003).

De acuerdo a los indicadores de obesidad en la población chilena de la encuesta nacional de salud del año 2010 en mayores de 15 años, demuestra un aumento considerable a un 25,1 % en obesos, 39,3% en las poblaciones con sobrepeso y un 2,3 % en los obesos mórbidos, lo que suma en un total de 67%. Lo que indica que desde el año 2003 aumentan de un 61,3% que equivale a 6.800.000 de personas, a un 67%, lo que equivale a 8.900.000 personas con exceso de peso (MINSAL, 2010).

La obesidad genera un impacto negativo sobre muchas funciones fisiológicas y además predispone al desarrollo de patologías asociadas como hipertensión, diabetes, enfermedades cardiovasculares, entre otras. Pero además afecta al sistema músculo esquelético, y en estudios recientes se destacan efectos de la obesidad sobre las habilidades motoras, la postura y balance (Mignardot J, Olivier, 2012).

El presente estudio es una investigación explicativa y correlacional, al enfocarse en la relación que pudiese existir entre la composición corporal y el desplazamiento del centro de presión, en los sujetos en estudio.

Con el fin de determinar los efectos de la composición corporal que será definida de acuerdo al porcentaje de grasa sobre el desplazamiento del centro de presión que será evaluada sobre el oscilógrafo.

## **VII. Marco teórico**

Antes de analizar los temas específicos a tratar en el presente estudio se mencionara y explicaran algunos conceptos, relacionados con los temas de antropometría y oscilografía que se utilizaran durante este estudio.

### **A. Antropometría**

La antropometría consiste en una serie de mediciones técnicas sistematizadas y protocolizadas que expresan, de forma cuantitativa, las dimensiones del cuerpo humano y su composición corporal. A menudo la antropometría es vista como la herramienta tradicional, y tal vez básica de la antropología biológica y análisis corporal, pero tiene una larga tradición de uso en la Medicina y en las ciencias de la rehabilitación, y ha encontrado un incremento en su uso en las Ciencias Biomédicas. En el presente, la antropometría cumple una función importante en el diseño, en la ergonomía, la biomecánica y en la arquitectura, donde se emplean datos estadísticos sobre la distribución de medidas corporales de la población para optimizar los productos. Cuando se obtienen todos los datos antropométricos pueden utilizarse por sí mismo como indicadores de estado y cambios, o pueden generar índices específicos (Araceli Suverza, 2009).

#### **Antropometría y su función en otras áreas.**

Esta disciplina científica se utiliza en diversos campos, como medicina, biomecánica, fisiología, ergonomía, pediatría, educación física entre otros. Sin duda, posee un rol muy importante en la resolución de problemas relacionados con la salud y el entrenamiento deportivo. En este sentido, se encuentra muy ligado a la salud, al deporte y a la combinación de ambos. (Assessment of body fat in physically active young<sup>1</sup> people: anthropometry vs bioimpedance - Nutr. Hosp. v.24 n.5 Madrid set.-oct. 2009).

La antropometría es una especialidad que nos sirve para la solución de problemas relacionados con el crecimiento, el desarrollo, el ejercicio y la nutrición. Y en el ámbito deportivo permite describir la estructura morfológica del individuo, así como las modificaciones provocadas por el crecimiento y el entrenamiento.

La cuantificación del físico a través de la antropometría puede proveer una mejor base para el entendimiento de los límites físicos relacionados con la biomecánica y la fisiología del rendimiento (Carter, Lindsay J., 2011).

Las medidas que se obtienen del cuerpo humano son diámetros, longitudes, perímetros, y pliegues. Cada una de estas medidas está diseñada para otorgar información con respecto al cuerpo de la persona, y en este caso en particular los pliegues nos entregan información acerca de características fenotípicas como tejido adiposo y muscular. (Los pliegues solo informan sobre la adiposidad subcutánea y su ubicación).

La antropometría se sustenta en tres pilares básicos: el estudio de las proporciones humanas, el biotipo, y la composición corporal. Cada una de estas posee alcances y limitaciones. Sin duda, con estos instrumentos el profesional puede estimar el estado en que se encuentra el sujeto y compararlo con datos referenciales (Chamorro, 2005).

Para eso existe una estandarización internacional de protocolos para las técnicas y lugares de medición (ISAK International society for the advancement of kinanthropometry 2005).

### **Antropometría y Composición corporal.**

El conjunto de mediciones corporales forma lo que es la exploración antropométrica que permite conocer los diferentes niveles y grados de nutrición de cada individuo. La antropometría tiene como ventaja la facilidad para la recolección de datos y su reproducción, por ello, se ha convertido en un procedimiento importante en las

valoraciones nutricionales (Sirvent Belando J, 2005). Con los datos y la información antropométrica se pueden determinar estados morfológicos y también controlar cambios producidos por ejemplo en entrenamientos deportivos entre otros.

La estimación de la composición corporal puede ser realizada por variadas técnicas, pero solo la exploración antropométrica resulta actualmente accesible a los profesionales de la educación física y de la salud como práctica sobre el terreno o la consulta clínica. Se han desarrollado a lo largo del tiempo distintos métodos, pero el enfoque antropométrico continúa siendo la alternativa a elección de los grandes estudios sobre la población por su bajo costo en equipamiento, personal y en el tiempo, también por ser muy asequible de realizar por el personal calificado, no es invasivo, completamente seguro y su confiabilidad es aceptable. Por lo mismo los parámetros antropométricos son mediciones fáciles de realizar y además informan de una manera precisa los diferentes componentes corporales.

Por lo tanto, el estudio medirá el grosor doble de un pliegue de piel y tejido adiposo subcutáneo encontrándose comprimido, y por ello, se determina el porcentaje de masa grasa que posee el cuerpo humano mediante una serie de cálculos que se analizarán más adelante.

### **Composición corporal.**

La composición corporal es un sistema de modelos y teorías (físicos, matemáticos y estadísticos) con sus diferentes expresiones de cálculos y formas analíticas de estudiar (Vivian H. Heyward, 2001).

Todo este sistema trata de entender la constitución del cuerpo humano como la interacción de todos sus componentes.

Para analizar la composición corporal hay que tener conocimiento de las reservas energéticas y proteicas, así como la detección del aumento o pérdida en el valor de los diferentes compartimentos corporales con relación a la misma persona y así a determinados valores normales.

El hombre en general posee un componente genético importante; no obstante este se encuentra influenciado por factores ambientales, nutricionales, culturales, etc. Por esto la composición corporal varía a lo largo del tiempo.

### **Métodos para evaluar la composición corporal**

Existen diversos métodos para valorar la composición corporal y se clasifican según el tipo de validación, existen métodos denominados directos, indirectos y doblemente indirectos. Y también en función del nivel de organización correspondiente (atómico, molecular, celular, anatómico)

### **Clasificación de acuerdo al nivel de organización**

Los principales métodos de estimación corporal se basan en modelos bioquímicos y anatómicos.

Dentro del modelo bioquímico se encuentran: la hidrodensitometría, agua corporal total, potasio corporal total y absorciometría fotónica de rayos-X (DEXA). también se puede agregar la bioimpedancia eléctrica, la interactancia infrarroja, la pletismografía y lo que es la antropometría.

Todas estas técnicas nos permiten valorizar la masa corporal (grasa corporal y la masa libre de grasa).

Y dentro del modelo anatómico encontramos nuevamente la antropometría y el diagnóstico mediante imágenes (TAC, RNM). (Basilio Moreno, 2010).

### **Clasificación de acuerdo al tipo de validación**

Los métodos se clasifican según su validación como directo, indirecto y doblemente indirecto.

Método directo: es aquel que realiza disección de cadáveres y análisis anatómico y químico a cada uno de sus componentes.

Método indirecto: se realiza mediante análisis como hidrodensitometría, agua corporal total, potasio corporal total, DEXA, también mediante modelos antropométricos (fraccionamiento de las cuatro masas corporales de Drinkwater y Ross; modelo geométrico de Drinkwater y fraccionamiento de cinco masas corporales de Kerr y Ross entre otros) además, se pueden agregar análisis como creatina plasmática total, excreción de creatina urinaria, excreción de 3 metil-histidina endógena, TAC, RNM, ecografías (Basilio Moreno, 2010).

Método doblemente indirecto: bioimpedancia eléctrica y antropometría (como la obtención de fórmulas para obtener un valor de densidad corporal y de allí el porcentaje de grasa), las técnicas de conductividad eléctrica corporal total (Basilio Moreno, 2010).

## **Fórmulas para calcular el Porcentaje de Grasa**

El porcentaje de grasa se calcula a través de mediciones de pliegues cutáneos de la piel. Para comenzar con el cálculo se debe medir previamente la densidad corporal, el cual corresponde a la suma total de todos los pliegues cutáneos del individuo.

Las mediciones deben seguir cierto protocolo:

- Las mediciones se realizan al lado derecho de la persona.
- Cada pliegue se debe medir 3 veces y anotar el resultado.
- Si el resultado varía más de 1 mm con respecto al otro, realizar una nueva medición.

Por cada pliegue, se debe obtener un promedio de las 3 medidas realizadas. Este será la medición final de ese pliegue.

Existen variadas formulas para medir la densidad corporal pero en el estudio se usará la más validada y utilizada: Formula de Durnin y Womersley, que entrega resultados con una buena precisión para la mayoría de las personas promedio con un porcentaje de grasa mayor al 12% en hombres y 15% en mujeres.

Utiliza 4 lugares de medición de pliegues: Bíceps, Tríceps, Suprailiaco y Subescapular.

### **Fórmula Durnin/Womersley:**

---

$$\text{Densidad Corporal (DC)} = C - [M * \text{Log (Suma Pliegues)}]$$

---

Las constantes C y M, están dadas por estas tablas, con respecto a la edad y al sexo de la persona a la que se le realiza la medición:

### Hombres:

<i>Tabla constantes C y M para Fórmula Durnin/Womersle para Hombres</i>					
<b>EDAD:</b>	<b>16-19 AÑOS</b>	<b>20-29 AÑOS</b>	<b>30-39 AÑOS</b>	<b>40-49 AÑOS</b>	<b>50+AÑOS</b>
<b>e</b>	1,1620	1,1631	1,1422	1,1620	1,1715
<b>M</b>	0,0630	0,0632	0,0544	0,0700	0,0779

### Mujeres:

<i>Tabla constantes C y M para Fórmula Durnin/Womersle para Mujeres</i>					
<b>EDAD:</b>	<b>16-19 AÑOS</b>	<b>20-29 AÑOS</b>	<b>30-39 AÑOS</b>	<b>40-49 AÑOS</b>	<b>50+AÑOS</b>
<b>e</b>	1,1549	1,1599	1,1423	1,1333	1,1339
<b>M</b>	0,0678	0,0717	0,0632	0,0612	0,0645

Una vez obtenido la densidad corporal, lo cual es fundamental para obtener el porcentaje de grasa, basta simplemente con reemplazar la DC obtenida en la siguiente fórmula de Siri:

**Fórmula Siri (1961)** para determinar el Porcentaje de Grasa:

$$\text{Porcentaje de Grasa (\%G)} = [(4,95/\text{Densidad Corporal})-4,5]*100$$

Este es el método más utilizado debido a la ventaja costo-resultados. Existen otras tablas que se crean a partir de estas fórmulas, en la que se puede ver el porcentaje de grasa a partir de la suma de los pliegues. (Ecuaciones para la determinación antropométrica de la composición corporal - Sociedad española de dietética y nutrición - 29 de septiembre del 2008).

Es importante que se manejen correctamente conceptos sobre lo que se está midiendo y a que corresponden realmente las distintas estructuras, tanto como sus propiedades y sus características:

### **Piel**

Corresponde a masa anatómicamente diseccionable de tejido conectivo, músculo liso, algo de músculo estriado superficial, pelo, glándulas, tejido adiposo asociado, nervios y vasos sanguíneos con sangre coagulada (Tumilty D., 1993). La piel así definida, es considerada en función de la superficie corporal, el grosor y la densidad de la misma. Datos obtenidos de cadáveres muestran que la superficie de la piel disecada obtenida, es mayor en hombres que en mujeres, respecto a lo esperado, aplicando reglas geométricas teóricas (Tumilty D., 1993).

### **Tejido adiposo**

Es un tejido separable por disección grosera y que incluye la mayor parte de tejido adiposo subcutáneo, el tejido adiposo omental que rodea a los órganos y las vísceras y una pequeña cantidad de tejido adiposo intramuscular. No es equivalente a la masa de grasa extraíble por éter químicamente (Tumilty D., 1993).

### **Músculo**

Corresponde a todo el músculo esquelético del cuerpo, incluyendo tejido conectivo, ligamentos, nervios, vasos sanguíneos y sangre coagulada y una cantidad indeterminada de tejido adiposo no separable físicamente del músculo (Tumilty D., 1993).

## **Suposiciones implícitas en la medición de grasa a través de pliegues cutáneos**

La variación en la compresibilidad es probablemente el factor que presenta mayores dificultades. La compresibilidad del tejido adiposo puede dividirse en:

### **Compresibilidad Dinámica**

La lectura del pliegue disminuye luego de la compresión inicial del pliegue cutáneo. Aparentemente la causa más importante de esta disminución, es la cambiante proporción de agua intersticial en el tejido adiposo. Por ello, la mayoría de los antropometristas adoptan alguna técnica para estandarizar la lectura (Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP, 2003).

### **Compresibilidad Estática**

Algunos estudios muestran importantes diferencias interindividuales en el grado de compresibilidad de los pliegues cutáneos. Por ejemplo se observa que la compresibilidad en afroamericanos es mucho menos que en la de asiáticos, así como en personas de distintos grupos etarios. (Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP, 2003).

### **Grosor de la piel**

Todas las mediciones de pliegues incluyen una doble capa de piel a ambos lados del calíper. Se han encontrado diferencias importantes en las proporciones de piel que, aunque la contribución de la piel en relación al grosor total de los pliegues cutáneos no es muy grande pero aun así significativa, pudiendo llevar a un error significativo, bspecialmente en aquellos lugares y sujetos con pequeñas cantidades de tejido adiposo.

### **Patrón de distribución del tejido adiposo.**

El patrón de distribución de tejido adiposo subcutáneo exhibe una elevada variación interindividual. Por ello, es razonable usar la mayor cantidad posible de pliegues cutáneos para la predicción de este tejido. En este caso se usaran 4 pliegues para definir el porcentaje de tejido adiposo.

### **Contenido lipídico del tejido adiposo**

Otro inconveniente para la estimación del contenido de grasa por calibres de pliegues cutáneos, reside en el hecho de que dos tejidos adiposos con idéntico grosor pueden contener concentraciones de grasa significativamente diferentes. En este sentido, está generalmente aceptado que, ante el incremento de los niveles de adiposidad, el contenido de agua disminuya y el de grasa aumente, existe una relación inversa entre el contenido de agua y de grasa.

Los estilos de vida, la nutrición, la composición racial y/o étnica de las poblaciones, conllevan a cambios en la distribución de las dimensiones corporales, especialmente los relacionados con la obesidad, su comorbilidad y trastornos posturales. Y con ellos surge la necesidad de actualizar constantemente la base de datos antropométricos y factores ambientales.

### **Medidas generales**

Antes de realizar el examen antropométrico se debe tomar una serie de medidas que facilite su desarrollo para obtener una mayor fiabilidad en las medidas (Chamorro, 2005).

- 1) La habitación destinada al estudio antropométrico debe ser amplia y con regulación adecuada de la temperatura para hacerla confortable al individuo estudiado.
- 2) El individuo estará descalzo y con la menor ropa posible para definir bien los puntos anatómicos y poder tomar medidas con mayor precisión.

- 3) Antes de realizar una medición antropométrica se debe asegurar que los elementos de medida estén correctamente calibrados.
- 4) Según los acuerdos tomados en 1968, todas las medidas se tomaran en el lado derecho del cuerpo. Aunque este no sea su lado dominante.
- 5) Antes de comenzar la medición se localizan los puntos anatómicos que servirán de referencia para la toma de las medidas.
- 6) Tanto el peso corporal como altura varían a lo largo del día por que deben de ser realizadas a primera hora de la mañana. De no ser así deberá demarcarse la hora y situación del individuo en cuanto al entrenamiento previo y a la ingesta de alimentos.

A continuación se mencionaran una serie de recomendaciones que todo técnico en antropometría debe tener en cuenta al realizar su trabajo (Chamorro, 2005):

- 1) Es importante informar al sujeto del objetivo del estudio antropométrico y de la importancia de ir permaneciendo en la posiciones que se le indique en cada medición.
- 2) En la toma medidas antropométricas se seguirá una serie y una secuencia descendente.
- 3) Los instrumentos de medidas se manipulan con la mano derecha y se aplicaran suave y precisamente sobre la piel.
- 4) El antropometrista guardara en todo momento una distancia pudorosa y prudencial con el estudio.
- 5) Se le indica a la persona que realice cambios de posición suaves y sobre todo entre cada medida y siguiendo fielmente las indicaciones de antropometrista.
- 6) El estudiado permanecerá con la ropa de estudio todo el tiempo necesario para su realización. Si la espera se prolonga se proporcionara vestimenta adecuada.

- 7) Cuando se realice la serie de mediciones para valorar la evaluación de los parámetros, se tendrá en cuenta la hora del día en la que se toman las medidas.
- 8) Es recomendable disponer de un colaborador que anote las medidas en la ficha antropométrica. Dicho colaborador lograra optimizar el tiempo que se necesita para realizar las mediciones.
- 9) Es necesario disponer de un potente software informático que facilite los cálculos antropométricos y de ser posible elabore informes precisos y personalizados de cada exploración, así como de la evolución temporal de los datos.

### **Puntos anatómicos**

Para que las medidas antropométricas sean realizadas de manera correcta se debe seguir una metodología definida internacionalmente, para que los resultados publicados sean entendidos perfectamente y puedan ser utilizados por otros autores. Para la definición de los puntos y las especificaciones se basara en las especificaciones de la internacional society for advancement of kinanthropometry (ISAK)

Los puntos de referencia anatómicos deben ubicarse e identificarse con exactitud, siendo la secuencia general para su localización la siguiente:

- La localización: inicial del punto anatómico se realiza con el pulpejo de un dedo.
- La relocalización: para ello se libera la presión sobre la piel y se vuelve a localizar con la uña de otro dedo.
- Y chequear: una vez reconocido el punto, se debe confirmar que el punto ha sido señalado correctamente.

1) Puntos anatómicos de la cabeza:

- Vértex: en el punto superior de la cabeza que se localiza estando la cabeza formando un plano horizontal (el plano de Frankfurt) con respecto al suelo. Este punto óseo es utilizado para determinar la estatura y la altura sentado.

2) Puntos anatómicos del miembro superior:

- Acromial: es el punto más lateral del borde superior y externo del acromion. Con el sujeto erguido, relajado y con los brazos extendidos. El antropometrista colocado detrás del estudiado, localiza primero el punto superior y posteriormente el más lateral del acromion.
- Radial: es el punto más alto del borde superior y lateral de la cabeza del radio.
- Ángulo inferior de la escápula: punto más inferior del ángulo inferior de la escápula.

3) Puntos anatómicos del miembro inferior:

- Ileocrestal (*ileocrestale*): Es el punto más lateral del borde superior de la cresta iliaca. Es la referencia utilizada para la medida del diámetro biileocrestal.
- Ileoespinal: (*ileoespinal*): Localizado en la espina iliaca anterosuperior, en su extremo inferior (no en la superficie mas frontal).



## **Instrumental:**

A continuación se describirá el material básico para establecer una correcta medición antropométrica.

### **Báscula**

Se utiliza para determinar el peso corporal total. En realidad mide la fuerza con el que el sujeto es atraído por la tierra y no la masa corporal propiamente dicha. Sin embargo, está establecido que esta fuerza representa la masa corporal. Es conveniente usar modelos de báscula que estén validados y que tengan una precisión de 100 gramos y su peso máximo debe ser al menos de 150kg (Chamorro, 2005).

### **Tallímetro**

Utilizado para medir la altura del vértex y la talla sentado. Consiste en una base con un plano horizontal adaptado, por medio de una guía que acompañan a una escala métrica vertical o un cursor anclado a un carro de medida que se instala perpendicularmente a un plano base. La precisión necesaria es de 1 milímetro (Chamorro, 2005).

### **Plicómetro o compas de pliegues cutáneos.**

Mide el espesor del tejido adiposo en determinados puntos de la superficie corporal. Su característica básica es la presión constante de 10 gr/cm<sup>2</sup> en cualquier abertura. La precisión debe de ser de 0.1mm. Los márgenes de medida oscilan entre 0y 50mm.

El compás debe ser ajustado para que las ramas permanezcan abiertas en cualquier posición, manteniendo una presión de 10gr /mm<sup>2</sup> para los diferentes pesos de calibración. (Chamorro, 2005).

## **Cinta antropométrica**

Utilizada para la determinación de perímetros y para la localización de un punto medio entre dos puntos anatómicos. Existen diversos tipos en el mercado pero deben ser flexible, pero no elástica, preferiblemente metálica de anchura inferior de 7mm. La precisión debe ser de 1 mm (Chamorro, 2005).

## **Medidas antropométricas**

A continuación se explica cómo se deben realizar las mediciones antropométricas para obtener datos fiables.

Antes de comenzar a describir las medidas cabe recordar la posición que debe poseer el estudiado para las mediciones:

Debe estar en posición bípeda, con la cabeza y los ojos dirigidos hacia el frente, las extremidades superiores relajadas a lo largo del cuerpo con los dedos extendidos, apoyando el peso del cuerpo equitativamente en ambas extremidades, los pies con los talones juntos formando un ángulo de  $45^{\circ}$ . Esta posición es más cómoda para el estudiado, diferenciándose con respecto a la posición anatómica en la orientación de las manos.

## **El peso**

El peso es la determinación antropométrica más común. Es de gran utilidad para observar la deficiencia ponderal en todos grupos de edad y el retraso del crecimiento en los niños. (Chamorro, 2005). En estricto sentido, no debería usarse el término peso corporal sino el de masa corporal, que es el que realmente medimos. El instrumental necesario para su medición será una balanza validada con una precisión de 100 gr. Esta medida se expresa en kilogramos.

El peso corporal está compuesto de masa magra y masa grasa. A su vez, la masa magra se compone de: masa muscular, viseras, huesos, sangre, linfa y también comprende los lípidos de las células.

Al peso corporal en condiciones patológicas, pueden sumarse edema (líquido intracelular aumentado), ascitis (líquido en cavidad abdominal), órganomegalia (aumento de las viseras) e incluso parasitosis (carga de helmintos o áscaris).

En la valoración del peso debe excluirse sujetos con tendencia a la retención de agua y edema.

### **Talla o estatura**

La estatura se define como la distancia entre el vértex y el plano de la base de sustentación. También se denomina como talla en bipedestación o talla de pie, o simplemente talla.

El instrumental necesario para realizar esta medida es un estadiómetro con una precisión de 1mm. La medida de esta variable se da en centímetros.

La estatura de un individuo es la suma de cuatro componentes: Las piernas, pelvis, columna vertebral y el cráneo.

### **Pliegue cutáneo bicipital:**

Se medirá el pliegue vertical en la parte media frontal del brazo. El punto anatómico será el punto medio entre el acromion en su punto más superior y externo de la cabeza del radio en su punto lateral y externo, directamente arriba de la fosa cubital.

Técnica de medición: el compás se aplica a 1 cm de distancia del pliegue formado en la cara anterior del brazo derecho a nivel del punto medio entre acromion y la cabeza radial.

### **Pliegue cutáneo tricipital:**

Es la medición mas practica en todos los grupos y edades, y tanto en la escasez de reservas energéticas como en la obesidad.

Técnica de medición: el compás se aplica a 1 cm de distancia del pliegue formado en la cara posterior del brazo derecho, a nivel del punto medio entre acromion y la cabeza radial. La medición se realiza con el brazo descansado y colgando lateralmente.

### **Pliegue cutáneo subescapular:**

El lugar de medición corresponderá al ángulo inferior de la escápula (punto más inferior del ángulo inferior: se marca a 2 cm en la línea que corre lateral y oblicua siguiendo el clivaje de la piel). Se deberá tener un ángulo de  $45^\circ$  en la misma dirección del borde interno de la escápula.

Técnica de medición: el sujeto se sitúa de pie, erecto, con los brazos colgando a lo largo del cuerpo. El compás se aplica a 1 cm de distancia del pliegue formado en la referencia citada.

### **Pliegue iliocrestal:**

Localizado justo encima de la cresta iliaca en la línea media axilar el pliegue corre hacia adelante y hacia abajo formando un ángulo de alrededor de  $45^\circ$  con la horizontal.

Para facilitar la toma de esta medida el estudiado colocara su mano derecha a través del pecho.

## Índices basados en la adiposidad

La importancia que tiene cuantificar el tejido adiposo en la medicina, viene determinada porque un exceso de este tejido atenta con la relación peso/potencia que puede generar un individuo debido a su génesis no contráctil (Chamorro, 2005).

Por otra parte el exceso de tejido adiposo abdominal está relacionado con factores de riesgo cardiovascular y endocrino patológicos (Chamorro, 2005).

Se entiende por grasa los lípidos extraíbles por éter (triglicéridos), que se localizan en el tejido adiposo, muscular y en la médula ósea. Se define como tejido adiposo no solo los compuestos por grasa sino que también por agua, electrolitos y proteínas que se hallan dentro de los adipositos. La fracción lipídica de tejido adiposo, suele variar significativamente entre sujetos, y guarda cierta correlación positiva con el sobrepeso y obesidad (Chamorro, 2005).

Se utilizan dos métodos para calcular la adiposidad, métodos directos e indirectos (Manuel Sillero, 2006)

- Índice de masa corporal: es un método indirecto que ha tenido mucha aceptación debió a su sencillez, simplicidad y rapidez. Este índice se obtiene a través de una ecuación matemática la cual es (OMS, 1980):

$$\text{IMC} = \text{Peso/Talla}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

El problema de este índice, es que no es más que una manipulación estadística de dos variables de distinta dimensión. Y la segunda limitación es que esta relación deduce que todo peso que exceda los valores normales corresponde a grasa.

- Índice abdomen cintura: es un método indirecto muy utilizado en ambientes epidemiológicos el cual resulta de dividir el perímetro del abdomen por el glúteo, según la siguiente fórmula:

$$IAC=(CCa/CCc) \times 100$$

Sugiere que los valores normales van entre 71 a 93 dependiendo características intrínsecas del individuo.

La suma de pliegues también es un índice indirecto determinado por la suma de varios pliegues cutáneos. El índice de adiposidad, está determinado fundamentalmente por la mayor o menor cantidad de grasa presente en el tejido adiposo.

## **Oscilografía**

Para entender el tema de oscilografía con claridad es necesario explicar previamente algunos conceptos básicos.

### **Conceptos:**

**Postura:** Representa la totalidad de posiciones, del cuerpo y extremidades, entre ellas y su orientación en el espacio. (Kandell, 2000).

**Balance:** Es un término genérico que describe la postura dinámica del cuerpo para prevenir la caída. Es relativo a las fuerzas inerciales que actúan sobre el cuerpo y de la inercia de cada segmento del cuerpo (Winter y cols., 1995; Wallman & Cols., 2002).

**Estabilidad:** Definido como la resistencia a perder el equilibrio o como la capacidad de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación ante estímulos externos.

Va a depender principalmente de tres factores que son:

- La base de sustentación en forma directamente proporcional.
- La distancia de la línea de gravedad al borde de la base de sustentación, siendo más inestable cuanto más se acerca al borde de la base de sustentación.
- Altura del centro de gravedad, donde una mayor altura del centro de gravedad representará mayor inestabilidad.

Equilibrio: Es un estado corporal donde distintas y encontradas fuerzas actúan sobre el cuerpo anulándose. Desde un punto de vista más fisiológico correspondería a una integración de la postura en un sistema funcional complejo dado por una acción coordinada y simultánea entre propioceptividad, tonicidad y exteroceptividad. (Nashner, L. 1989)

Centro de masa (CM): Corresponde a la suma de las trayectorias o representación de todos los segmentos del cuerpo tanto en los planos antero/posterior como también medio/lateral (Winter y col., 1991).

Centro de gravedad (CG): Corresponde al promedio ponderado del CM de cada uno de los segmentos corporales, equivalente al total de masa corporal medido en un sistema de referencia global y en un espacio de tres dimensiones. Es una variable controlada por el sistema de control postural. La proyección vertical de este centro de masa sobre la tierra se denomina centro de gravedad y su magnitud se dimensiona en metros (Winter, D., 1995).

Centro de presión (CP): Representa la fuerza promedio de la presión ejercida sobre el área de contacto con la superficie y corresponde al punto de localización de la sumatoria del vector fuerza de reacción de la tierra. Es totalmente independiente del CM. Si ambos pies se encuentran en contacto con la tierra, el CP total se encuentra en algún lugar entre ambos, variando según el peso relativo que soporta cada pie. La localización del CP y su fluctuación espacio-temporal, es reflejo de la acción del sistema de control postural en el bípedo estático en torno a la articulación del tobillo. La magnitud del desplazamiento del CP se mide en centímetros (Winter, D., 1995).

Base de sustentación: Es la superficie disponible para apoyar el peso del cuerpo. Área de apoyo es aquella superficie sobre la que dichos pesos efectivamente se descargan. Se establece una interacción eficaz de las distintas partes del cuerpo entre sí y la base de sustentación (Paeth, 2000).

Estatokinesigrama: Interpretación de las curvas de los establogramas y el tamaño del área descrita por el movimiento del centro de presiones. Es utilizado para cuantificar esos trazados, y así se emplearon diversos parámetros como el área descrita por el movimiento del centro de presión, la longitud recorrida por el mismo, o la dispersión media y máxima en los ejes antero-posterior y medio-lateral.

## **Control postural**

El mecanismo de control postural normal consiste en una gran variedad de movimientos automáticos que se desarrollan en forma gradual a medida que madura el cerebro (Schaltbrand 1927; Weisz 1938).

El control postural requiere una compleja interacción del sistema músculo esquelético, neural y un alto nivel integrativo para crear la acción y anticipar aspectos adaptativos al control postural (Shumway-cook & wollacott, 2001; Byl & Sinnott, 1990).

Dentro del control postural existen dos reacciones, cuya función es asegurar la estabilidad postural frente a perturbaciones. Una de estas reacciones son los ajustes posturales anticipatorios (APA), las cuales son generadas por el SNC para disminuir los efectos de las perturbaciones previsibles. El segundo grupo consiste en las reacciones pre-programadas, las cuales son semi-reacciones automáticas producidas por los cambios de longitud de los músculos. Estas reacciones se desencadenan por un estímulo periférico, el cual informa al SNC de una perturbación postural. (Latash, M., 2008). Estas reacciones pre programadas dependen en gran medida de las instrucciones recibidas, de esta manera se logra pre-programar la activación de cualquier músculo o grupo muscular, según su longitud muscular.

## **Estrategias**

Hace décadas se ha venido estudiando las estrategias sensoriales y motoras que mantienen el control postural, el cual es llevado a cabo mediante estrategias (Nashner, 1989; Shumway-Cook & Woollacott, 2001):

- Estrategias Motoras: Son la organización de los movimientos apropiados para controlar la posición del cuerpo en el espacio.
- Estrategias Sensoriales: Ellas organizan la información sensorial proveniente de la visión, sistema somatosensorial y vestibular para el control postural.
- Estrategias Sensoriomotoras: Reflejan las reglas que coordinan los aspectos motores y sensoriales en el control postural.

## **Estrategias motoras**

Estrategia motora se define como la respuesta ejecutada por un sujeto ante una desestabilización o perturbación de su sistema con la finalidad de conservar la estabilidad postural. (Horak,F.,& Nashner, L; 1986)

Los tipos de estrategia van a contribuir a la respuesta de un sujeto en bípedo instruido a no moverse ante una desestabilización. Dichas estrategias se organizan principalmente en tobillo, cadera y una combinación de las anteriores.

Estrategia de tobillo: Es aquella donde ocurre mayor actividad electromiográfica movimiento angular y torques en relación a la articulación del tobillo y sus músculos. Se utiliza ante desestabilización de baja amplitud en parámetros de fuerza y velocidad o al tener una base de sustentación amplia, siendo mínimo su balance postural (Horak,F.,& Nashner, L; 1986).

Estrategia cadera: Es aquella donde ocurre mayor actividad electromiografía, movimiento angular y torques en relaciona la cadera y sus músculos. Esta estrategia se da ante perturbaciones de mayor amplitud en parámetros de fuerza y velocidad al tener una base de sustentación reducida. Esta, responderá cuando la estrategia de tobillo no es suficiente para recuperar la postura. (Horak,F.,& Nashner, L; 1986).

Estrategia mixta: Corresponde a la combinación de las estrategias anteriormente nombradas, se observan variaciones tanto en la articulación de tobillo como en la articulación de cadera. Su respuesta va a ser condicionada según cambios repentinos del ambiente o condiciones externas como el cambio de superficie o a perturbaciones de mediana amplitud (McCollum, G., 1984).

### **Control anticipatorio**

El sistema postural tiene que enfrentarse a tres retos principales. Tiene que mantener una posición constante (equilibrio) en presencia de gravedad, tiene que generar respuestas que anticipen los movimientos voluntarios (feedforward) basándose en las experiencias previas, anticipando las acciones en el proceso de una coordinación dinámica del movimiento, y tiene que ser adaptativo (feedback) cuando actúa basándose

en sensaciones propioceptivas y exteroceptivas, modificando el comportamiento postural en el proceso de adaptación a un suceso. Conocido como sistema postural fino.

### **Entradas sensoriales requeridas para las respuestas posturales.**

El control postural se caracteriza por la capacidad de adaptar la forma en que empleamos la información sensorial sobre la posición y movimiento del cuerpo en el espacio en las cambiantes actividades y condiciones ambientales.

El proceso de organizar y adaptar los impulsos sensoriales del control postural implica determinar la exactitud de los estímulos entrantes y seleccionar el sentido más apropiado para la orientación.

La información visual se entrega desde la retina al menos en dos lugares diferentes en el cerebro y estas vías de información se han asumido para ser especializadas para diferentes propósitos, sistema de coordinación, identificación de objetos y ambiente (Trevarthan 1968, Schimidt 1991).

Hallazgos sugieren que el sistema visual posee un papel predominante en el desarrollo de las acciones posturales. Es decir, los impulsos visuales que informan la posición del cuerpo en el espacio parecen planificar las acciones musculares antes que otro sistema sensorial.

Sistema vestibular forma las entradas sensoriales para el control postural. Los canales semicirculares, y los otolitos transmiten información a núcleos vestibulares en el tronco cerebral. El reflejo vestibulo-ocular estabiliza la visión mediante la producción de los movimientos de los ojos en dirección opuesta al giro de cabeza (Baloh et al.1993) el objetivo principal del reflejo vestibulo-ocular es estabilizar la cabeza y el cuerpo.

El sistema propioceptivo, exteroceptivo y el sistema somato sensorial proporcionan información relacionada con la posición del cuerpo a través de los propioceptores y los receptores exteroceptivos. Los receptores propioceptivos se encuentran en los músculos,

tendones y articulación, y dan información sobre la posición de las extremidades y el cuerpo y el estiramiento de los músculos (Embom 1990, Jánntti 1993).

### **Medición de los componentes del control postural**

Un correcto funcionamiento de todos los componentes del control postural, genera la capacidad del organismo para desarrollar sus actividades en la vida diaria. Tiene como fin mantener el cuerpo en equilibrio, en situación de reposo (equilibrio estático), en movimiento o sometido a diversos estímulos (equilibrio dinámico). Su objetivo fundamental es la capacidad de mantener las proyecciones del centro de masas dentro de su base de soporte o en otras palabras mantener la estabilidad y la capacidad para mantener una relación adecuada entre las diferentes partes del organismo, y entre estas y el ambiente que rodea al sujeto, refiriéndose a la orientación. Estos objetivos se logran a través de la integración, a nivel del sistema nervioso central, de la información obtenida por los 3 sistemas principales encargados del equilibrio: sistema vestibular, visual y, somato-sensorial.

En la práctica clínica todos estos puntos de estudio del control postural se analizan con la utilización de la oscilografía. (O. Rama Lopez, 2003)

### **Historia**

La oscilografía fue desarrollada a través de una serie de investigaciones y estudios básicos sobre la postura y el control de movimiento humano, financiado por la NASA en 1960.

A finales del siglo XIX, Marey empleó cápsulas manométricas para detectar los desplazamientos del centro de gravedad del cuerpo en relación a la base de sustentación. En 1937, Kelso y Hellebrandt diseñaron una plataforma capaz de registrar las oscilaciones posturales en los dos planos y de localizar el centro de presión a nivel de los pies en función del tiempo.

Otros sistemas con el mismo objetivo fueron: Estabilógrafo (Gourfinkel, Litvinenkova y Vanenckova), Estaticómetro (Morton), Barógrafo (Elpmann), detector piezoeléctrico (Soula, Laurü-Moynier), Electrofógrafo (Rabischong), discriminador de fotodiodo (üarrique). A ellos se añadió el Estatoquinesímetro de Baron que fue el más empleado. El oscilógrafo se comenzó a utilizar como herramienta de evaluación de los componentes sensoriales y motores cuando fue descrita por Nashner en 1982. Consecuentemente se empezó a comercializar en 1986 cuando neuro com international Inc. Introdujo el sistema Equitest ®

## **Definición**

La Oscilografía es el conjunto de técnicas que analizan el comportamiento postural del individuo (Boniver, R. 1994). Aunque la oscilografía es un término que incluiría todas aquellas técnicas de estudio y registro de la postura humana, actualmente se utiliza para referirse a aquellos métodos que analizan el comportamiento postural del individuo durante la realización del test de Romberg mediante el empleo de plataformas dinamométricas. (Kapteyn TS. 1983)

Las plataformas dinamométricas, sensibles a las fuerzas horizontales y verticales a las que son sometidas, se conectan a un sistema informático que muestra las coordenadas del centro de presión, que representa una buena estimación de la posición del centro de masas si el cuerpo se mueve lentamente (Baloh, RW. 1989). A partir de estas coordenadas, mediante programas informáticos, es posible representar el movimiento del centro de presión en forma de estatoquinesigrama o bien estabilogramas, así como también proporcionar diferentes parámetros, tales como el área de la superficie descrita por el movimiento del centro de gravedad, la distancia recorrida en su movimiento, la velocidad (distancia por unidad de tiempo), la posición dominante del "punto de gravedad", la frecuencia y amplitud de la oscilación del estabilograma, entre otros (Narre, ME. 1990).

Las mediciones en oscilografía se realizan a través de dos maneras: La oscilografía estática y la oscilografía dinámica.

### **Oscilografía estática**

La oscilografía Estática es aquella técnica de oscilografía que utiliza plataformas dinamométricas fijas para medir las oscilaciones posturales de los sujetos durante el test de Romberg, a través del registro de los movimientos del centro de presión sobre la misma. Progresivamente se han ido estudiando sus posibilidades y modificando la batería de test utilizados: Romberg con ojos abiertos, con ojos cerrados, Romberg con la cabeza retroflexionada, que provocaría una distorsión de la información otolítica y de los propioceptores del cuello (Norre, ME. 1995), utilizando una "cúpula de conflicto visual" como la descrita y utilizada por Shumway-Cook y Horak (Shumway-Cook, A. y Horak, FB. 1986), cuya finalidad era crear una situación de "visión estabilizada", consistente en proporcionar una información visual errónea al no corresponderse la sensación propioceptiva y vestibular con la visual (Black FO y Nashner LM. 1984); realizando estos mismos test sobre un colchón de gomaespuma (Black FO y Nashner LM, 1984) que pretende reducir o al menos distorsionar la contribución somatosensorial propioceptiva de la articulación del tobillo. La combinación de ojos cerrados o con "visión estabilizada", y distorsionando la propiocepción, hace que el individuo tenga que confiar en su información vestibular para mantenerse estable.

### **Oscilografía dinámica**

La oscilografía dinámica utiliza una plataforma dinamométrica montada sobre un soporte capaz de trasladarse horizontalmente, inclinarse adelante o atrás, y/o rotar alrededor de un eje co-linear con los tobillos. En algunos casos, el movimiento está acoplado al del sujeto para mantener constante el ángulo del tobillo con la finalidad de disminuir la información de los propioceptores de esta articulación, pero también pueden estar rodeadas de un entorno visual capaz de desorientar al sujeto. Este sistema,

desarrollado por Nashner (Bowman C y Mangham C. 1989), estudiado clínicamente en colaboración con Black (Black FO y Nashner LM. 1985) y comercializado en 1986 como Equitest por NeuroCom Inc., y ampliamente distribuido, pretende evaluar la capacidad del sujeto para integrar los tres sistemas responsables del mantenimiento de la postura ortostática (vestibular, visual y propioceptivo), y además, aislar y valorar la contribución relativa de cada uno de ellos, creando situaciones de conflicto sensorial, al eliminar ó reducir la contribución del resto.

De esta manera se podrá realizar el análisis del control postural, y determinar las variaciones del área de desplazamiento del centro de presión y se podrá cuantificar numéricamente o con gráficos.

## **VII. Metodología**

### **A. Tipo de investigación**

Es un estudio explicativo y correlacional debido a que se busca observar la variación del desplazamiento del centro de presión en sujetos universitarios, estudiantes de la carrera de Kinesiología de la Universidad Andrés Bello Viña del Mar, de entre 18-30 años, según su composición corporal.

### **B. Diseño de la investigación:**

El diseño de éste estudio es observacional descriptivo ya que se determina la distribución de los eventos pero sin modificar los factores que los influyen y sin explicar dicha distribución buscando asociaciones.

### **C. Metodología y técnicas de investigación:**

Se realiza una evaluación Antropométrica y se determina el desplazamiento del centro de presión de los estudiantes previamente invitados a participar del estudio.

La evaluación se realiza en una sola sesión en los laboratorios de la carrera de Kinesiología de la Universidad Andrés Bello, Viña del Mar. Los participantes se deben presentar con vestimenta adecuada.

#### **D. Criterios inclusión/ exclusión**

- Criterios exclusión:

Patologías de miembro inferior (fractura, esguince, inestabilidad crónica de tobillo, etc.), patologías cerebelosas y vértigo.

- Criterios inclusión:

Sedentario o hacer deporte menos de 3 veces por semana 30 min diarios.

#### **E. Grupos de estudio**

En este estudio se medirán dos grupos:

Grupo A: Mujeres

Grupo B: Hombres

#### **F. Procedimiento ético para la investigación**

Se les informo a los profesores de la escuela de kinesiología y solicito cooperación en cuanto a la inscripción de los alumnos para su participación en el estudio.

Se pidió la autorización correspondiente a los profesores para a aquellos alumnos que se encontraban en horas académicas, facilitándoles la participación en la investigación.

A los participantes se les informó verbalmente las implicancias del estudio, que este es completamente anónimo y que los resultados serán entregados sólo a las personas que lo soliciten.

#### **G. Reclutamiento de participantes**

Las personas que participan en este estudio son estudiantes de la Carrera de Kinesiología de la Universidad Andrés Bello cuyas edades varía entre los 18 y 30 años. Los participantes son invitados al estudio, ellos se inscriben en los horarios disponibles para realizar la evaluación. Posteriormente se les envía un correo electrónico confirmando el día y hora de la evaluación.

#### **H. Selección de personas**

Al momento de la inscripción se les realizó una anamnesis para determinar si cumplen con los criterios de inclusión del estudio.

## 1. Identificación de las variables

- Variables Independientes:

### **Antropometría**

- Peso.
- Talla.
- Porcentaje de tejido adiposo.
- Edad.

- Variables dependientes:

### **Oscilografía**

- Área de desplazamiento del centro de presión.

### **Variables Intervinientes:**

- Interferencias de equipos electromagnéticos.
- Vibraciones ambientales y/o perturbaciones ambientales.
- Calibración de los equipos.
- Estado emocional del individuo.
- Actividad de la persona.
- Horas del día.

**D) Instrumentos a Utilizar:**

Oscilógrafo.

Báscula.

Estadiómetro.

Cinta métrica.

Plicómetro.

Antropómetra.

Calculadora científica.

Lápiz demográfico.

## VIII. Análisis de datos

Se evaluó a 75 personas estudiantes entre 18 y 30 años de la Carrera de Kinesiología de la Universidad Andrés Bello, a los cuales se les informo del procedimiento que se realizará (ANEXO 1). Además, se aplica una encuesta con el fin de pesquisar patologías que pudiesen alterar los resultados de la evaluación. Dentro de estos 75 sujetos solo 68 cumplieron con los criterios de inclusión descritos, de los 68, 47 son del género femenino y 21 del género masculino.

El análisis comienza con un cuestionario personal y dirigido, donde se identifica la persona y se indaga en patologías musculo esqueléticas, sensitivas y neurales que pudiesen alterar los resultados.

Los resultados del cuestionario arrojaron que 7 individuos (3 hombres, 4 Mujeres) no podrán participar en la evaluación por no cumplir los requisitos mínimos.

Una vez realizada la identificación del sujeto y la anamnesis dirigida se cuantifico talla y peso de cada estudiante y se prosiguió con la evaluación por estaciones explicada a continuación.

### **A. Evaluación Kinésica propuesta grupo de estudio**

Se realizó una evaluación kinésica que consistió en cuatro estaciones previamente estudiadas para estandarizar el proceso, explicadas en la siguiente tabla:

<b>ESTACION</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Primera (Evaluación Inicial)	En esta estación se realiza una anamnesis dirigida (ANEXO 2)  Medición de Talla y Peso. (ANEXO 3)
Segunda (Referencias anatómicas)	En esta estación se ubican y se marcan los puntos anatómicos que servirán de referencia para las mediciones de pliegues. (ANEXO 4)
Tercera (Medición de pliegues)	En esta estación con ayuda de un plicómetro se cuantificó el tamaño de cuatro pliegues corporales. (ANEXO 5)
Cuarta (Oscilografía)	En esta estación se utilizó el oscilógrafo para cuantificar el desplazamiento del centro de presión de cada individuo. (ANEXO 6)

Las evaluaciones fueron realizadas en 5 semanas, un día por semana (viernes), en un horario establecido desde las 9 am hasta las 13 pm. Se realizaron en un laboratorio de la sede V4 de la Universidad Andrés Bello, Viña del Mar.

Se le asignó una estación al mismo evaluador permanentemente, para evitar variaciones en las tomas de mediciones.

## **B. Materiales**

- Computador con sistema windows 2000 profesional.
- Software Igor Pro versión 5.0.5.7.
- Kit antropométrico Rosscraft, made in Argentina.
- Plicómetro: gaucho Pro Rosscraft.
- Oscilógrafo Artificio N° serie 25110703.

## IX. Resultados

Los resultados obtenidos a partir de una muestra aleatoria que corresponde a 68 sujetos, de los cuales 47 son mujeres y 21 son hombres.

### Muestra Femenina

Estadísticos descriptivos muestra femenina

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza	Mediana
%GRASA	47	19,28	38,81	29,3670	4,26642	18,202	28,78
ÁREA DESPLAZAMIENTO CENTRO PRESION	47	0,001	0,042	0,00745	0,007141	0,00005	0,006
N válido (según lista)	47						

Tabla 1: "Medidas de tendencia central y dispersión en mujeres"

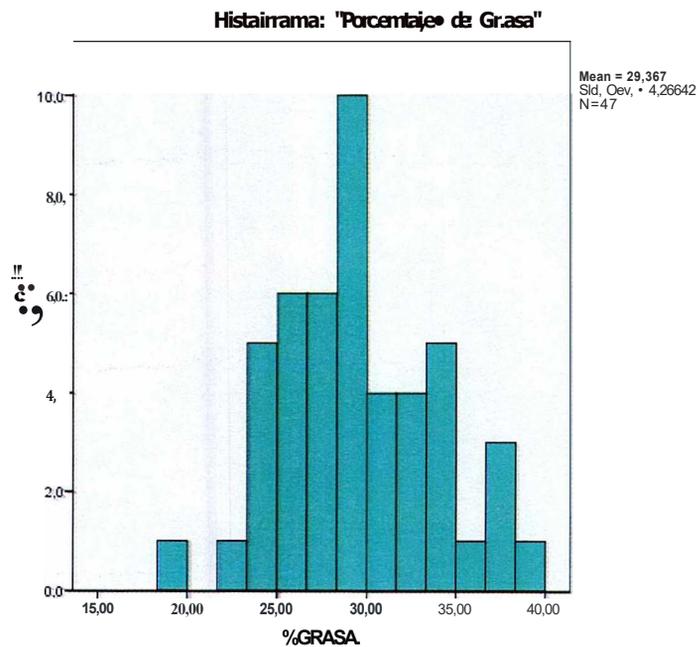
En la Tabla 1 es posible observar que las mujeres de la muestra poseen casi un 30% de grasa, siendo el valor mínimo de un 19,28% y un máximo de 38,8%. Y la mediana en esta muestra es de 28,8%. En el caso de la variable "Desplazamiento Centro de Presión", la media es de un 0,007. El valor mínimo en esta variables es de 0,001 y el valor máximo es de 0,042, con una mediana 0,006.

### Tabla de Correlación

	DESPLAZAMIENTO CENTRO PRESION
%GRASA	Correlación de Pearson -0,064
	Total observado 47

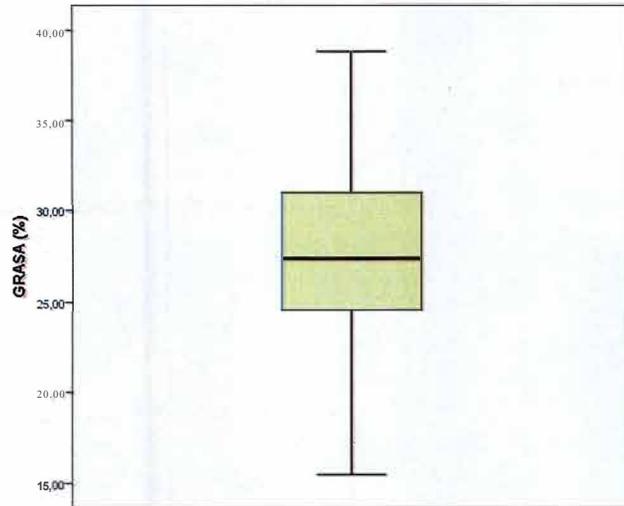
El coeficiente de correlación de Pearson nos arroja  $-0.064$  es decir, en el caso de las mujeres su correlación es negativa muy baja por lo tanto, no se puede afirmar que si el porcentaje de grasa aumenta sucederá lo mismo con el desplazamiento del centro de presión.

## Gráficos

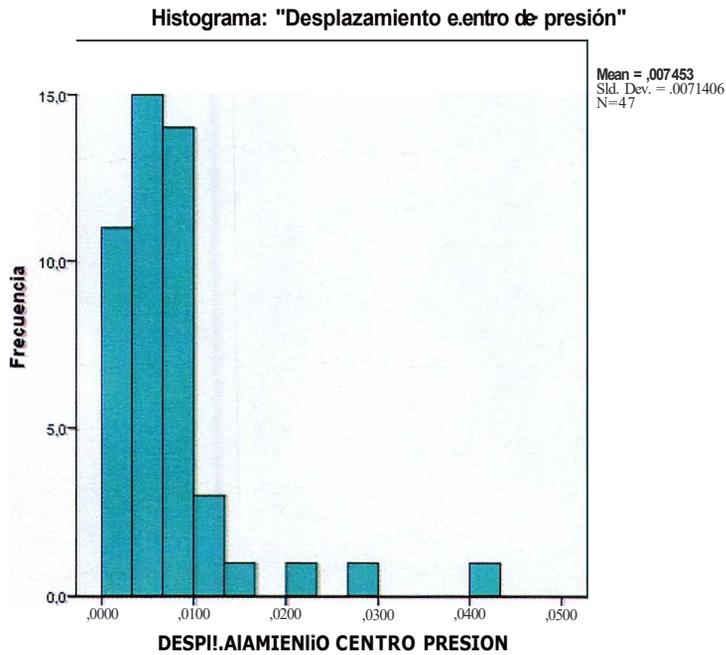


En cuanto al Porcentaje de grasa al igual que en histograma anterior, se puede observar que en este caso la muestra es más homogénea o se encuentra más concentrada en torno a su mediana, es decir, significa que no existe una gran dispersión en las muestras referentes a su porcentaje de grasa e incluso se acercan en su promedio.

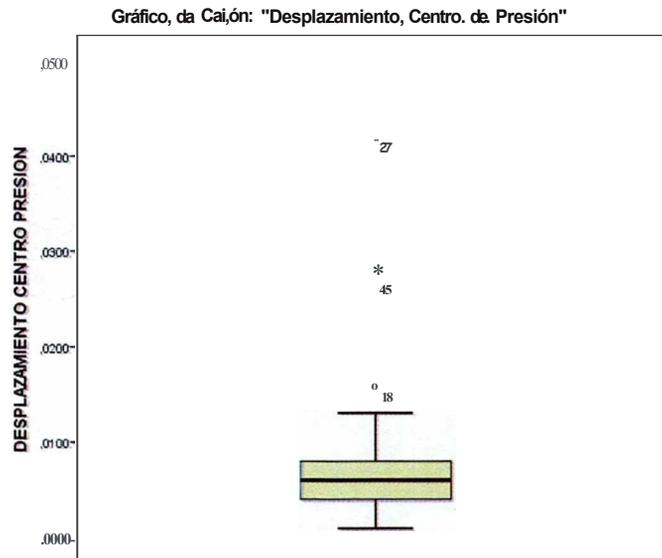
Gráfico de Cajón: "Porcentaje de Grasa"



En este gráfico es posible visualizar que el lado de "arriba" del cajón, o sea entre el 25% y el 50% de los datos se encuentran más dispersos, esto quiere decir que existe más variabilidad o que en la muestra femenina existe mayor porcentaje de grasa.



En el Histograma anterior es posible visualizar que las mujeres de la muestra obtenida poseen en su mayoría un desplazamiento de centro de presión entre los valores 0,000 y 0,100.



En el gráfico de cajón donde se observa el desplazamiento del centro de presión es posible afirmar que el cajón es bastante simétrico y que no existe mucha dispersión entre los datos ya que todos se encuentran agrupados en torno al 50% de la muestra.

GraficodeDispeliSi3n: "Desplazamiento dentro de presi3n vis Porcentaje de Grasa"

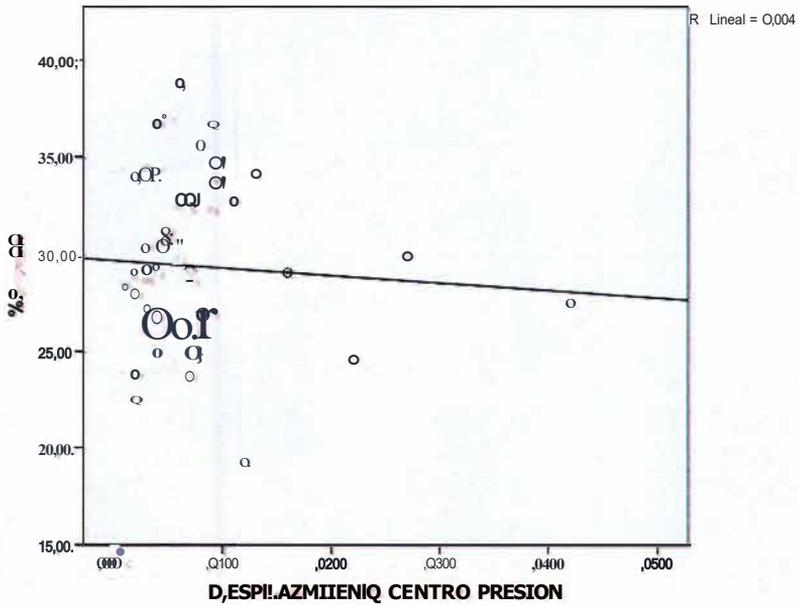


Gráfico 1: Muestra Femenina

En el gráfico 1 es posible observar que en la muestra femenina no existe algún tipo de correlación entre el desplazamiento del centro de presión con el porcentaje de grasa, ya que los puntos se encuentran bastantes alejados de la línea recta trazada.

## Muestra Masculina

### Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza	Mediana
<b>¼GRASA</b>	21	15,48	34,72	23,9438	5,06702	25,675	<b>23,87</b>
<b>DESPLAZAMIENTO CENTRO PRESION</b>	21	0,001	0,023	0,00695	0,005987	0,00004	0,005
<b>N válido (según lista)</b>	21						

Tabla 2: "Medidas de tendencia central y dispersión en hombres"

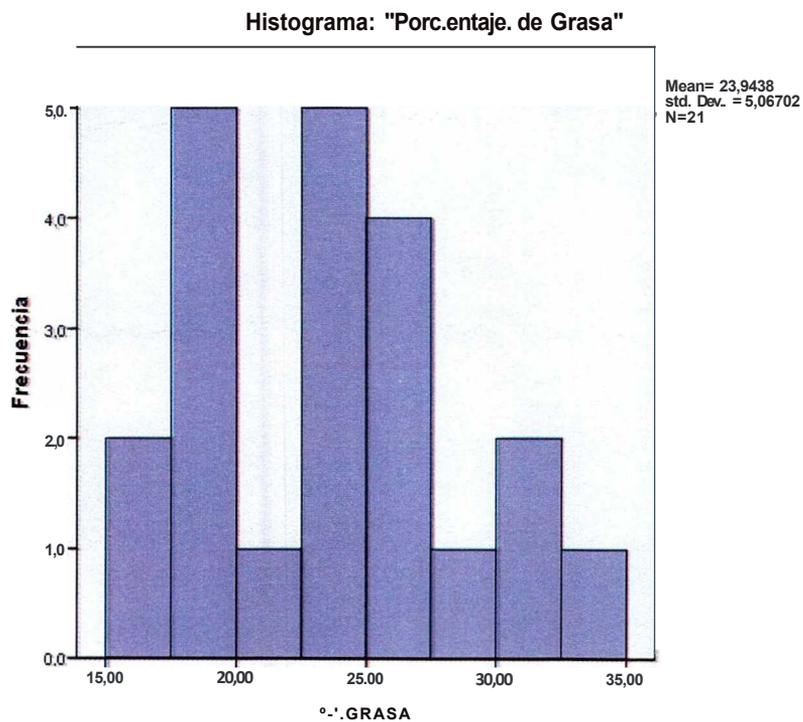
En la Tabla 2 es posible observar que los hombres de la muestra poseen aproximadamente un 24% de grasa, siendo el valor mínimo de un 15,48% y un máximo de 34,72%. Y la mediana en la muestra total de 21 pacientes es de 23,87%. En el caso de la variable "Desplazamiento Centro de Presión", la media es de un 0,00695. El valor mínimo en esta variables es de 0,001 y el valor máximo es de 0,023, con una mediana de 0,005.

### Tabla de Correlación

		<b>DESPLAZAMIENTO CENTRO PRESION</b>
<b>¼GRASA</b>	<b>Correlación de Pearson</b>	0,397
	<b>Total observado</b>	<b>21</b>

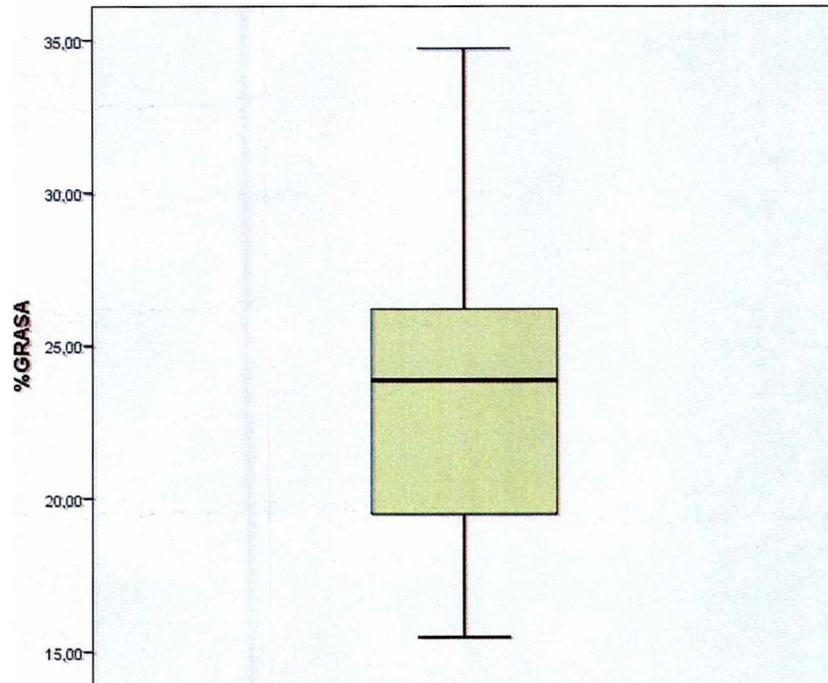
En la tabla de correlación es posible observar que el coeficiente de correlación de Pearson es de 0,397, como es un valor positivo se podría afirmar que existe una correlación positiva baja entre el porcentaje de grasa y el desplazamiento del centro de presión, es decir, los sujetos que poseen mayor porcentaje de grasa tienen un mayor desplazamiento del centro de presión

## Gráficos



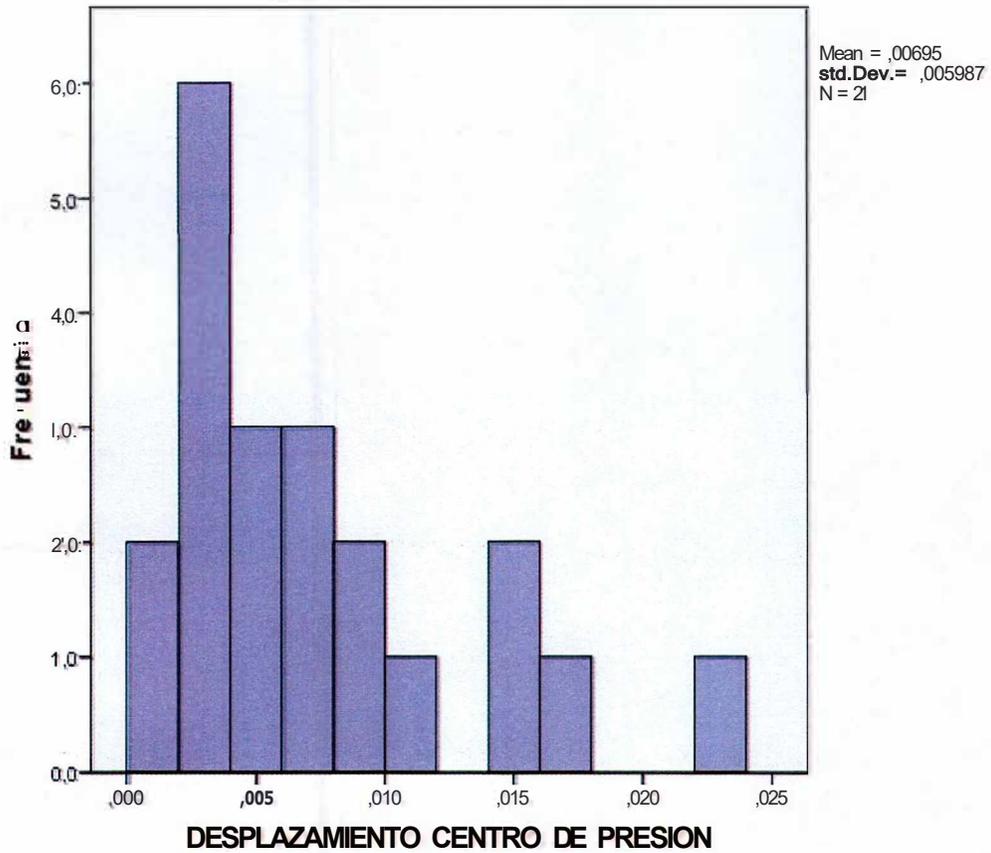
Es posible visualizar en el histograma anterior que los hombres poseen un porcentaje de grasa entre los valores 15 y 20 y entre 20 y 25 aproximadamente.

Gráfico de Cajón: "Porcentaje de Gras.a"

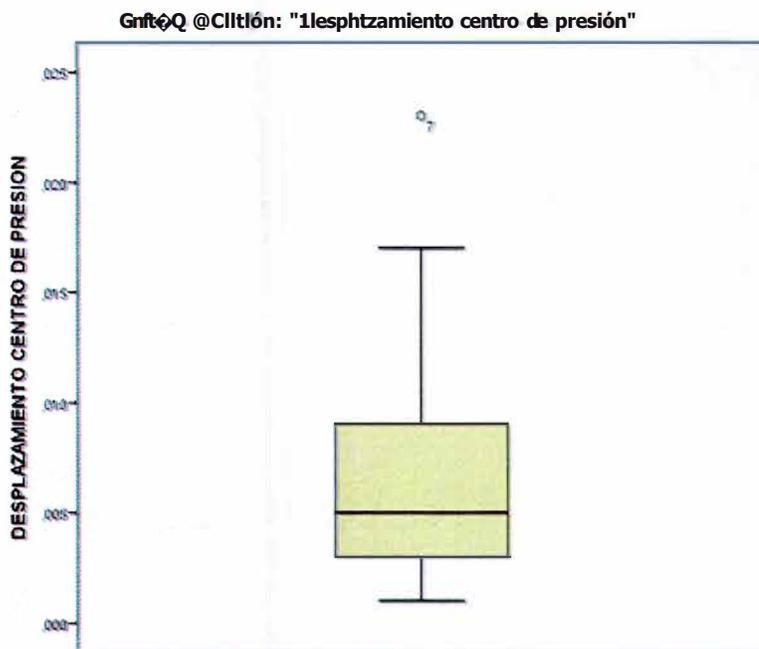


En cuanto al porcentaje de grasa de los hombres, es posible afirmar que ellos poseen menos porcentaje de grasa ya que la mayoría de la muestra se encuentra representada entre el 50% y el 75% del cajón.

**Histograma: "Desplazamiento centro de Presión"**

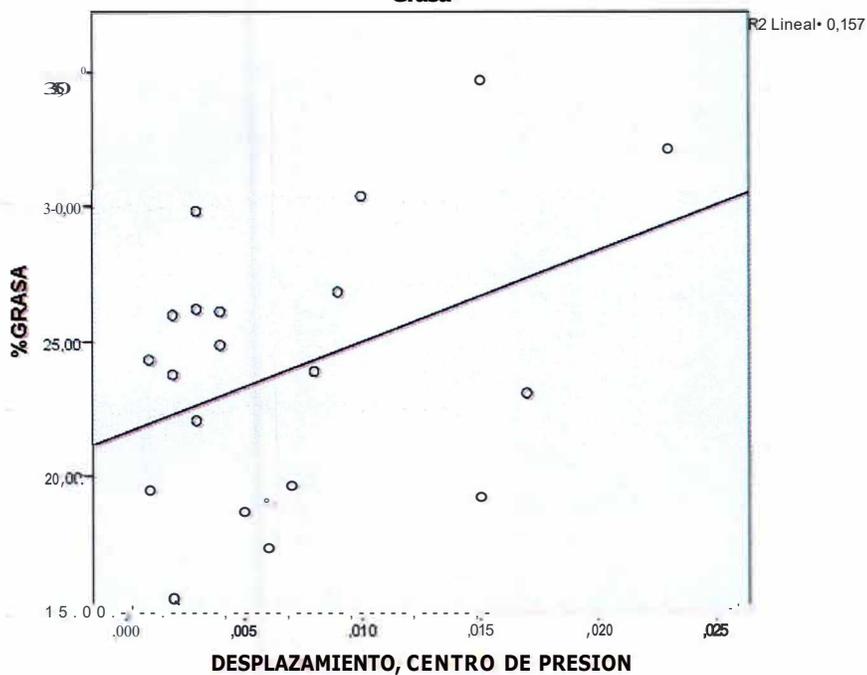


Es posible visualizar que en la muestra masculina, la mayoría de los individuos posee un desplazamiento de centro de presión entre los valores 0,000 y 0,005.



En el caso de la muestra masculina representada en este gráfico de cajón donde se observa el respectivo centro de presión de cada individuo, es posible afirmar que los hombres poseen un nivel alto en cuanto al desplazamiento del centro de presión, ya que la mayoría de los datos se encuentran ubicados entre el 25% y el 50%.

**Gráfico de Dispersión: "Desplazamiento Centro de Presión v/s Porcentaje de Grasa"**



En el caso de la muestra masculina los punto se encuentran un poco mas agrupados en tomo a la línea recta pero el coeficiente de correlación de Pearson arrojó un resultado de 0,3 con lo cual no se podría decir que ambas variables se encuentren correlacionadas.

## Hombres y mujeres (Muestra Total)

	Estadísticos descriptivos						
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.	Varianza	Mediana
<b>%GRASA</b>	68	15,48	38,81	27,6922	5,15100	26,533	27,36
<b>DESPLAZAMIENTO CENTRO PRESION</b>	68	0,0010	0,0420	0,00729	0,0067647	0,00005	0,0055
<b>N válido (según lista)</b>	68						

Tabla 3: "Medidas de tendencia central y dispersión en mujeres y hombres"

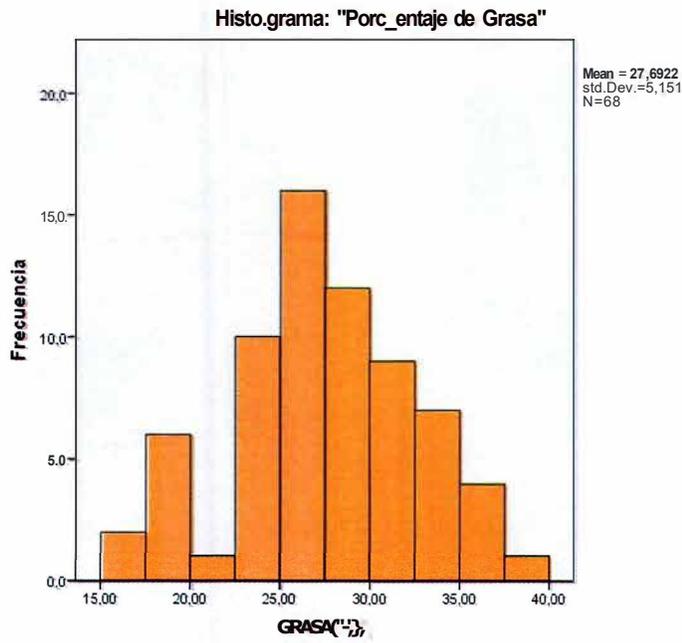
En la Tabla 3 es posible observar que los sujetos hombres de la muestra poseen aproximadamente un 28% de grasa, siendo el valor mínimo de un 15,48% y un máximo de 38,81%. Y la mediana en la muestra total de 68 sujetos es de 27,36%. En el caso de la variable "Desplazamiento Centro de Presión", la media es de un 0,00729. El valor mínimo en esta variables es de 0,0010 y el valor máximo es de 0,0420, con una mediana de 0,0055.

### Tabla de Correlación

	DESPLAZAMIENTO CENTRO PRESION	
<b>%GRASA</b>	Correlación de Pearson	0,08175
	Total observado	68

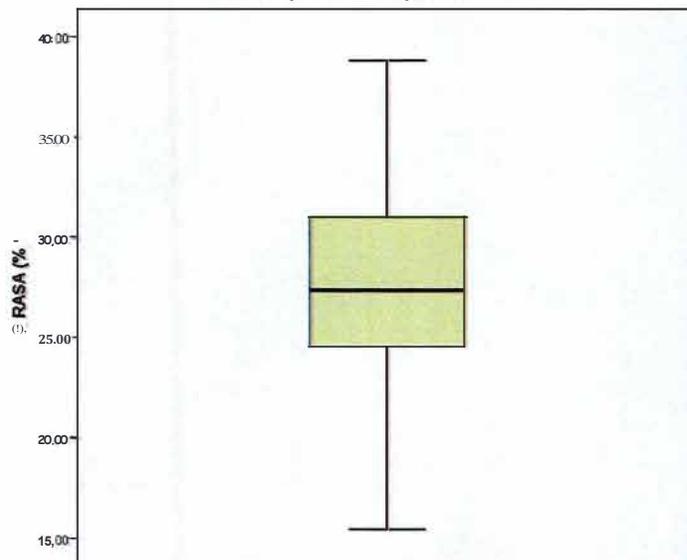
En la tabla de correlación es posible observar que el coeficiente de correlación de Pearson es de 0,081, como es un valor positivo se podría afirmar que puede existir alguna tendencia a que aquellos individuos que poseen mayor porcentaje de grasa tienen un mayor desplazamiento del centro de presión.

- Gráficos

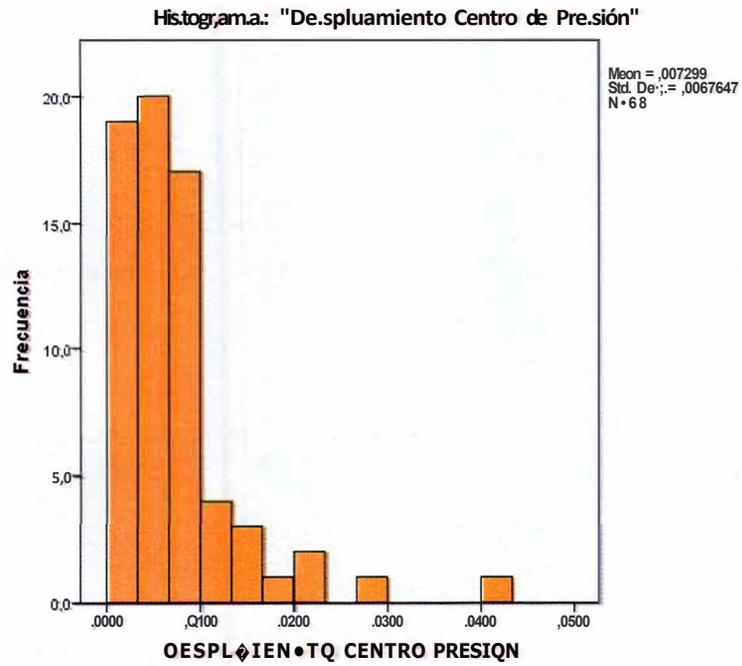


El porcentaje de grasa de la muestra total arroja como resultado que en su mayoría los individuos poseen un porcentaje de grasa entre 25,00 y 30,00.

Gráfico de Cajón: "Porcentaje de Grasa"

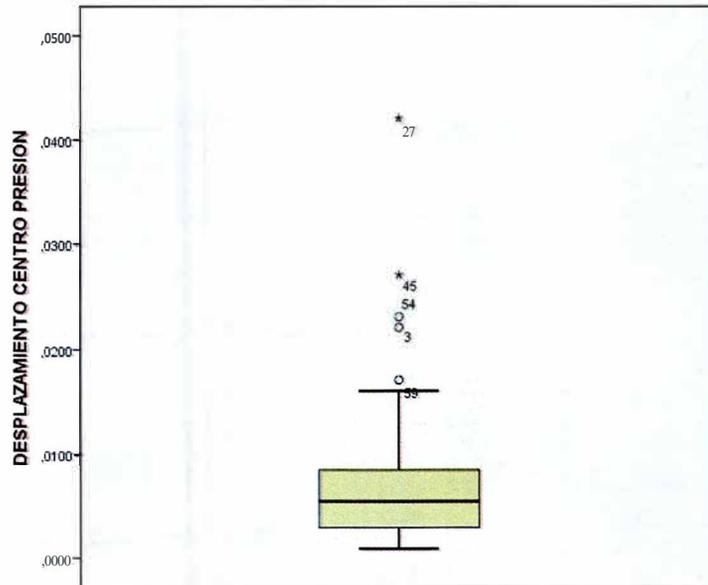


En la muestra total se puede observar que la muestra está contenida en su mayoría entre el 25% y 50% y a su vez estas personas tienen un porcentaje de grasa alto.



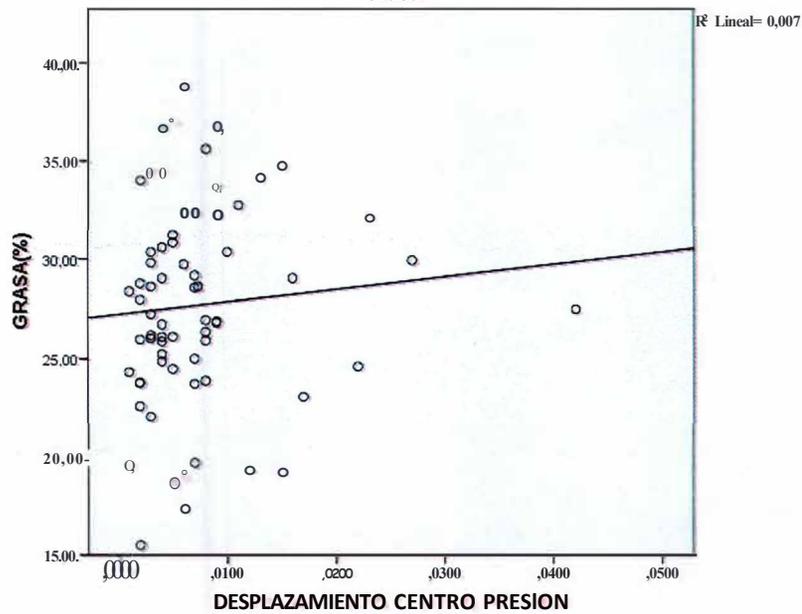
En cuanto al desplazamiento del centro de presi3n es posible observar que la mayoría de la muestra se encuentra entre los valores 0,00 y 0,10.

Gráfico de Cajón: "Desplazamiento Centro de Presión"



Es posible afirmar que en cuanto al desplazamiento del centro de presión la muestra no es muy homogénea ya que existe bastantes outliers. También cabe destacar que la muestra presenta un desplazamiento del centro de presión entre los valores 0,000 y 0,002.

Gráfico de dispersión: "Desplazamiento centro de presión v/s Porcentaje de Grasa"



En el gráfico anterior es posible observar que en la muestra total no existe algún tipo de correlación entre el desplazamiento del centro de presión con el porcentaje de grasa, ya que los puntos se encuentran bastantes alejados de la línea recta trazada. Esto puede deberse a que la muestra femenina es más grande que la de los hombres.

## X. Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran una correlación negativa muy baja en las mujeres y una correlación positiva baja en hombres en relación a la composición corporal y el desplazamiento del centro de presión. La posible causa de los resultados podría relacionarse o explicarse a través de la morfología corporal de hombres (androide) y mujeres (ginoide), esto se refiere a la distribución de masa grasa, que se concentra en la región toraco-abdominal en hombres, y usualmente alrededor de las caderas y parte superior de los muslos en mujeres (Clark KN., 2004). La distribución de la grasa altera la posición del centro de masa, la cual se encuentra en un punto más alto en la morfología androide que en la ginoide.

Corbeil et al (2001) utilizó un modelo de 15 segmentos del cuerpo humano para estudiar el efecto de la composición corporal. Ellos estudiaron el efecto del porcentaje de grasa en el desplazamiento del centro de masa anteroposterior durante una prueba de posición vertical. Tal como se esperaba, el efecto del desplazamiento del centro de masa hacia anterior en las personas obesas y con mayor porcentaje de grasa, los ubicaba más cerca de los límites de estabilidad. Sin embargo, en el estudio no se pudo encontrar diferencias en la locación del centro de presión (que refleja el posicionamiento del centro de masa dentro de una base de sustentación) en sujetos obesos durante la prueba de posición vertical (Gravante et al., 2003).

En el estudio realizado por Francesco Menegoni et al. (2009), se analiza los efectos de la obesidad en el balance. Encontró un gran desplazamiento del centro de presión en sujetos hombres obesos en comparación con sujetos sanos. En cambio en mujeres no se encontraron diferencias significativas en el desplazamiento del centro de presión entre mujeres obesas y sanas.

Se puede inferir que los resultados obtenidos no respaldan las hipótesis propuestas, es por ello que se debe plantear que los motivos que pueden haber influido en los resultados es que la muestra es demasiado joven, es decir, que aún poseen sus sistemas somato sensoriales, visuales y vestibular sin alterar, al contrario de una persona envejecida en la cual el deterioro de estos sistemas conlleva a una inestabilidad postural y aumento en el riesgo de caídas (Lord and Menz 2000) y que el aumento del porcentaje de grasa podría ser un factor contribuyente al mayor desplazamiento del centro de presión.

Además, los sujetos estudiados a pesar de no realizar actividad física mantienen un ritmo de vida acelerado, donde se requiere bastante movimiento y se exponen a constantes desestabilizaciones, lo que contribuye a un mejor control postural.

Otro factor a considerar es que los sujetos estudiados no presentaban valores de porcentaje de grasa muy altos a excepción de algunos, es decir, ni las mujeres ni los hombres eran muy obesos, y quizás debido a esto el porcentaje de grasa no afectó importantemente al desplazamiento del centro de presión.

## **XI. Conclusión**

La evolución de las sociedades nos ha llevado a un ritmo de vida más acelerado, lo que trae como consecuencia la modificación de los hábitos alimenticios aumentado el aporte calórico per cápita, sedentarismo y estrés, lo que trae consigo consecuencias negativas para la salud. Es por esto, la importancia de analizar algunos de estos efectos y de cómo afectan ciertos patrones de desplazamiento.

En este estudio donde fue analizado la composición corporal y su relación con el desplazamiento del centro de presión en estudiantes de 18 a 30 años de la Carrera de Kinesiología de la Universidad Andrés Bello Viña del Mar.

Se puede extraer que existe una correlación negativa muy baja en las estudiantes mujeres y además existe una correlación positiva baja en estudiantes hombres, por lo tanto, el resultado de hombres y mujeres nos indica que tenemos una correlación negativa muy baja. Lo que quiere decir que si bien se observa un aumento del desplazamiento del centro de presión en hombres que se relaciona de forma proporcional a un aumento de composición corporal, en las mujeres no existe tal relación.

Si bien estos resultados no se pueden extrapolar a una población universal, sabemos que un aumento del desplazamiento del centro de presión en cualquier individuo puede generar una perturbación en el equilibrio, así que es importante continuar el proceso investigativo con una población en mayor cantidad, homogénea, de más edad, con sobrepeso, obesidad moderada o severa, y una población que sea realmente sedentaria.

## XII. Anexos

### Anexo 1: Informativo procedimiento de evaluación antropométrico y oscilográfica

#### Inf,ormativo Evaluación Tesis Antropometría -Osdlografía

**Estimados compañeros:**

Junto con saludarlos, le informamos que la toma de medfciones para nuestra tesis, comienzan el día viernes 12 de octubre, estaremos desde las 9: 00 am hasta las 13: 00 pm en el laboratorio 102 de la sede V4.

El estudio consiste básicamente en la medición de 4 pliegues cutáneos de miembro superior y tronco más la medición en el oscilógrafo, en la cual tendrán que mantenerse en una plataforma durante 90 segundos aproximadamente. Las mediciones completas demorarían aproximadamente 15 minutos por persona.

**Requisitos:**

La persona a evaluar deberá traer ropa adecuada y cómoda (pueden ser shorts, pantalones corto, traje de baño parte superior para mujeres).

Lo ideal sería que no consuman alimentos abundantes 2 horas antes del estudio.

Recuerde esto es estrictamente privado y las mediciones serán separados por sexos. Se entregaran sus evaluaciones en caso de requerirlo.

Los esperamos, acudiendo a su buena disposición y voluntad para asistir y ayudarnos a realizar nuestra tesis.

De antemano muchas gracias y saludos.

Yoanna Burgos N.  
Wilwin Carvajal B.  
Cynthia Chacón D.  
Cristóbal Peña V.

### Anexo 2: Cuestionario anamnesis

tÚme,ro

**CUESTIONARIO**

Nombre:  
Teléfono:  
ocupación:

Edad:  
Ma:

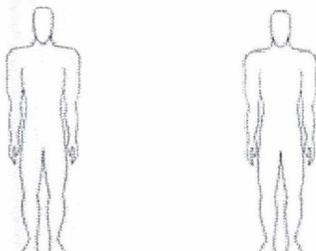
Actividad Física: **SI** NO  
:Sesiones semanales: 1 2 3 4 5 6 7

Tipo de Actividad:  
Tiempo de sesión: 30 45 60 75 90 120

Alc,odón: **VSPII** Au<RMI Vestibular Musculocsciúetic1'S otras

Ortvp:-di.:

L,os,ones: Mus#esqueléticas ♦ n t o s . a s Tendinosas Articulares- ♦ s



Plegues:

	Primero	segundo	Tercero
Bicipital			
Tricipital			
Subescapular			
Suprailiaco			

Oscilografía

	OrosAbiertos	VISta al frente	Oioscerrados
<b>M-4L,RSOM</b>			

**Anexo 3: Medición Peso y estatura**



**Anexo 4: Ubicación de puntos anatómicos**

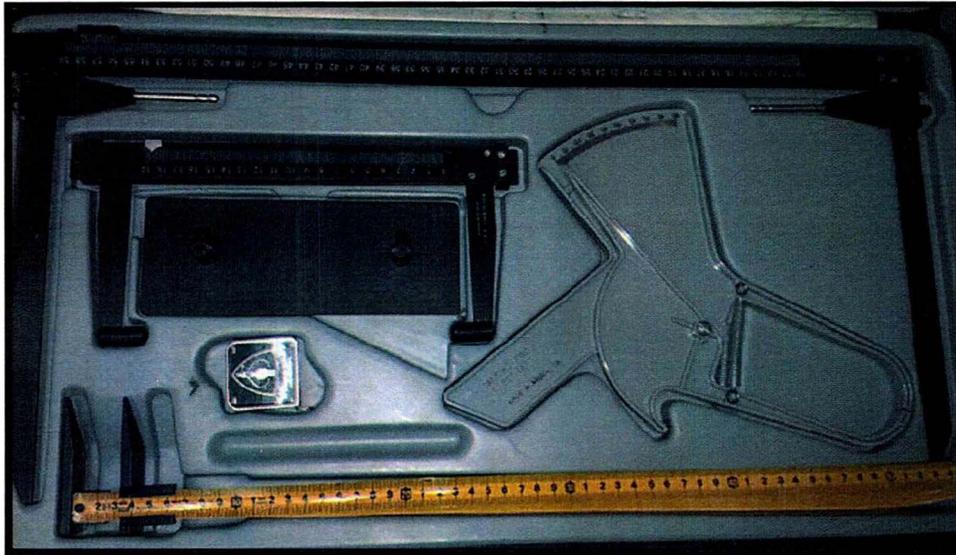
**Anexo 5: Medición de pliegues cutáneos**



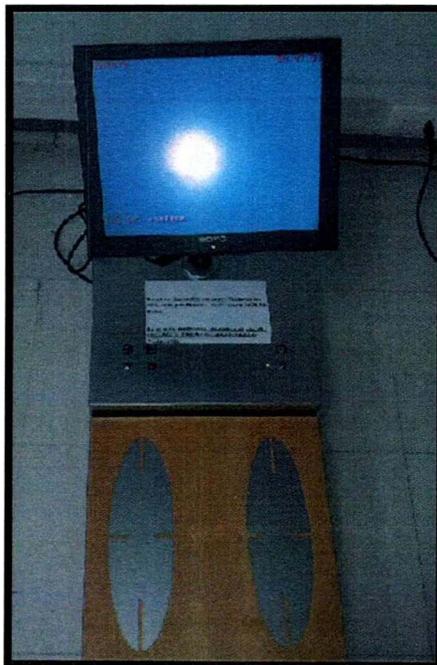
**Anexo 6: Medición del Área del Desplazamiento del centro de presión en oscilógrafo**



### Anexo7: Kit de Antropometría



### Anexo 8: Oscilógrafo



### XIII. Referencias Bibliográficas

- Garrido Chamorro,R., (2005).*Manual de Antropometría*. Editorial Deportiva, S.L.
- Vio D, F. (2005).*Prevención de la obesidad en Chile*. *Rev. chil. nutr.* [online], vol.32, n.2 [citado 2012-06-30], pp. 80-87
- Mignardot J, Olivier I, Promayon E, Nougier V. (2010) *Obesity Impact on the attentional cost of controlling posture*. *Plos one*. 5 (12): 1-6.
- Rama López, J, Pérez Fernández ,N.,(2003). *Pruebas vestibulares y Posturografía*. *Rev Med Univ Navarra/Vol 47, n° 4, 2003, 21-28*.
- Boniver R: (1994)., *Posture et posturographie*. *Rev Med Liege*. May 1; 49(5):285-9.
- Barigant P, Merlet P, Orfai J y Tetar C ,(1972) *New design of E.L.A.Statokinesometer*. *Agressol*,13 (C): 69-74, 1972.
- Kapteyn TS, Bles W, Njikiktjien ChJ, Kodde L, Massen CH y Mol JMF., (1983)., *Standardization in platform stabilometry being a part of posturography*. *Agressologie*, 24 (7): 321-326.
- Baloh RW y Furman JM., (1989)., *Modern vestibular function testing*. *West J Med* 150: 59-67,

- Narré ME.,(1990) *Posture in otoneurology*. Acta Otorhinolaryngol Belg 44: 55-364,
- Black FO y Nashner LM., (1985)., *Postura] control in four classes of vestibular abnormalities*. En: *-Vestibular and Visual Control on Posture and Locomotor Equilibrium*. M Igarashi y FO Black. (Eds) Karger Publications, New York, pp 271-281.
- Carter, Lindsay J. (2011)., *Factores Morfológicos que limitan el Rendimiento Humano*. PubliCE Standard.
- Martín AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP. (1993). *Predicción sobre tejido adiposo corporal, mediante técnica de calibre para pliegues cutáneos: suposiciones y evidencia cadavérica*. Revista Actualización en Ciencias del Deporte. Vol. 1. N° 4
- Ruhe, A., R, Fejer, Walker, B., (2010) *Center of pressure excursion as a measure of balance performance*. Published online: in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature.
- Menegoni,F., Tacchini,E., (2011) *Mechanisms underlying center of pressure displacements in obese subjects during quiet stance*, *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation*.
- Durnin J, Womersley J. (1989) *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years*. Br J Nutr 1974;32:77-97.

- Drinkwater D, Ross W.(1991), *Anthropometric fractionation of body mass. En: O'styn W, Beunen G, Simons J (eds). Kinanthropometry I Baltimore: University Park Press 1980; 177-88.*
- Martin AD, Ross WD, Drinkwater DT, Clarys JP, (2003). *Predicción sobre tejido adiposo corporal, mediante técnica de calibre para pliegues cutáneos: suposiciones y evidencia cadavérica.* Revista Actualización en Ciencias del Deporte. Vol. 1 N° 4)
- Carter, Lindsay J.(2001} *Factores Morfológicos que limita el rendimiento humano.* PubliCE Standar.
- Clark KN. (2004). *Balance and strength training for obese individuals.* ACSM'S Health Fitness J 2004;8:14-20.
- Menegoni, Gallil M, Tacchini, E., Vismara, L., Cavigioli M., (2009). *Gender-specific Effect of Obesity on Balance.*
- Janusz W., Baszczyk, J., Cies'linska-S'wider., Michal Plewa B., Zahorska-Markiewicz A., (2001) *Effects of excessive body weight on postural control.*
- Tumilty D (1993). *Physiological characteristics of elite soccer players.* Sports Med Aug;16(2):80-96.
- Abrahamová, D., Hlavack, D., (2008). *Age-Related Changes of Human Balance during Quiet Stance.* Physiol. Res. 57: 957-964.