



Universidad de Valparaíso
Facultad de Medicina
Carrera de Kinesiología

Comparación de parámetros posturográficos entre hombres y mujeres adolescentes de 15 a 17 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso

**SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
KINESIOLOGÍA**

Autores: Andrés Rojas Espinoza

Pablo López Fredz

Profesor Guía: Klgo. MSc. Alex Araneda Y.

Valparaíso – Chile

2016



Universidad de Valparaíso
Facultad de Medicina
Carrera de Kinesiología

Comparación de parámetros posturográficos entre hombres y mujeres adolescentes de 15 a 17 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso

**SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
KINESIOLOGÍA**

Autores: Andrés Rojas Espinoza

Pablo López Fredz

Profesor Guía: Klgo. MSc. Alex Araneda Y.

Valparaíso – Chile

2016

AGRADECIMIENTOS

Si una molécula de pronto hizo Big-Bang! generando la Historia del Universo hasta nuestros días; llevando a cabo las bases biológicas y físicas para que hoy un puñado de teorizadores de cómo nos movemos los seres humanos, pudiera incentivar, a través de los consensos establecidos, que un par de estudiantes de pre-grado plantearan una Hipótesis respecto del Control de la Postura y Balance; quiero Agradecer a quien hizo posible que mi sistema pudiera formar las líneas previas. Sin la intervención de ese que no vemos, no sería posible la historia del Universo... No sería posible la vida.

Andrés Rojas Espinoza.

A todos aquellos que fueron parte de este proceso. A mi madre que es día a día el mejor ejemplo de lucha contra la adversidad y entrega para quienes lo necesitan. A mi hermano que me demuestra que las limitaciones no son motivo para no continuar. A mis amigos que alegran y ayudan en los momentos difíciles. A mi familia que es el motor principal que genera el empuje que mueve mis ideales y convicciones. A mi compañero de tesis por su alegría, entusiasmo y sobre todo su apoyo.

Pablo Antonio López Fredz

Índice	Página
Portada	1
Portada Interior	3
AGRADECIMIENTOS	4
SIGLAS Y ABREVIATURAS	9
ABSTRACT	11
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
MARCO TEÓRICO	16
1.1 Desarrollo Motor Desde la Infancia a la Adolescencia	16
1.1.1 Pubertad y Adolescencia	19
1.1.2 Adolescencia en Chile	23
1.2 Control Postural y de Balance	24
1.2.1 Estrategias del Control Postural	26
1.2.2. La Postura Relativamente Estática	28
1.3 Evaluación Postural	29
1.3.1 Plano Frontal	30
1.3.2 Plano Sagital	31
1.4 Posturografía	32
1.4.1 Posturografía estática	33
1.4.2 Uso Clínico de la Posturografía	35
2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	36
2.1 HIPOTESIS	36
2.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	37
2.2.1 Objetivo General	37
2.2.2 Objetivos Específicos	37
3. MATERIALES Y MÉTODO	38
3.1 Materiales	38
3.2 Método	39
4. METODOLOGÍA	43

4.1 Evaluación y Medición de las Variables de la muestra.	44
4.2 Evaluación Postural Clínica	45
4.3 Evaluación sobre Posturógrafo	48
4.4 De los datos obtenidos	49
4.5 Análisis Estadístico	50
5. RESULTADOS	52
5.1 Resultados Intergrupales	53
5.1.1 Resultado del Desplazamiento Medio Lateral (mm) con Ojos Abiertos de los estudiantes de 15 años alumno(a) de dos colegios de la comuna de Valparaíso	54
5.1.2 Resultado del Área del Centro de Presión (m ²) con Ojos Abiertos de los estudiantes de 15 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso	55
5.1.3 Resultado para Velocidad Media (m/s) con Ojos Cerrados del los estudiantes de 15 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso	56
5.1.4 Desplazamiento Medio Lateral del COP (mm) sobre Goma-espuma con Ojos Cerrados en estudiantes de 15 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso	57
6. DISCUSIÓN	58
6.1 CONSIDERACIONES	68
7. CONCLUSIÓN	70
Referencias Bibliográficas	72
9. ANEXOS	77

ÍNDICE TABLAS Y FIGURAS	PÀGINA
Figura 1. Esquema del Modelo Ontogénico (Assaiante).	14
Tabla N° 1 Variables del estudio40	
Figura 2. Gráfico: Desplazamiento ML OA .	51
Figura 3. Gráfico: Velocidad Media COP OC .	52
Figura 4. Gráfico: Área COP OA .	53
Figura 5. Gráfico: Desplazamiento ML COP con GE y OC .	54

- Anexo N° 1: Población estimada de adolescentes, según rangos etarios.
- Anexo N°2: Criterio de calificación, según el IMC (Ministerio de Salud, 2012)
- Anexo N°3: Segmentos corporales y su medición por plano corporal.
- Anexo N°4: Factores más comunes que influyen en la postura.
- Anexo N° 5: Ficha evaluación postural y registro de datos.
- Anexo N° 5.1: Ficha evaluación postural y registro de datos.
- Anexo N° 6: Imagen Posturógrafo Art Oficio Rev-0610 .
- Anexo N° 7: Consentimiento informado para padres y/o tutores legales.
- Anexo N° 7.1: Continuación consentimiento informado para padres y/o tutores legales.
- Anexo N° 7.1.2: Continuación consentimiento informado para padres y/o tutores legales.
- Anexo N° 8.1: Asentimiento Informado (Participantes)
- Anexo N° 9: Carta solicitud a Corporación Municipal de Educación de Valparaíso.
- Anexo N° 9.1 : Carta solicitud a Corporación Municipal de Educación de Valparaíso.
- Anexo N° 10: Carta Integrante comité de Bioética Facultad de Medicina Universidad de Valparaíso.
- Anexo N° 11: Encuesta de antecedentes importantes entregada a padres y/o tutores legales.
- Anexo N ° 12.1: Estadística descriptiva considerando valor mínimo y máximo, media, mediana y desviación típica para mujeres en rango etario de 15 años (n=6), para cada variable posturográfica en T1 (colores salmónes) y T2 .
- Anexo N° 12.2: Estadística descriptiva considerando valor mínimo y máximo, media, mediana y desviación típica para mujeres en rango etario de 16 años (n=8), para cada variable posturográfica en T1 (colores salmónes) y T2
- Anexo N° 12.3: Valores posturográficos en el tiempo 1 (T1: colores salmónes) y Tiempo 2 (T2: colores lilas) para la muestra de mujer de 17 años (n=1). Ejemplo de los valores calculados para cada SOT
- Anexo N°12.4: Estadística descriptiva considerando valor mínimo y máximo, media, mediana y desviación típica para hombres en rango etario de 15 años (n=6), para cada variable posturográfica en T1 (colores azul) y T2 (colores lilas).

Anexo N° 13: Promedio para Peso, Talla e IMC para la muestra de Hombres y Mujeres.

Anexo N° 14: Datos antropométricos medidos [Talla (m); Peso (Kg.) e IMC] en mujeres adolescentes entre 15 y 17 años de edad de dos colegios de la Comuna de Valparaíso

Anexo 15: Datos Antropométricos medidos [Talla (m), Peso (Kg) e IMC] en hombres adolescentes de 15 años de edad de dos colegios de la comuna de Valparaíso

Área COP (OA): Área del Centro de Presión con Ojos Abiertos

COG: Center Of Gravity (Centro de Gravedad)

COM: Center Of Mass (Centro de Masa)

COP: Center Of Pressure (Centro de Presión)

DHEAS: Dehydroepiandrosterona.

D.M-L (OA): Desplazamiento Medio Lateral Ojos Abiertos

DMN: Desarrollo Motor Normal

EEII: Extremidades Inferiores

EESS: Extremidades Superiores

FSH: Follicle Stimulating Hormone (Hormona Folículo Estimulante)

GH: Growth Hormone (Hormona del Crecimiento)

IMC: Índice de Masa Corporal

INE: Instituto Nacional de Estadísticas

LH: Luteinizing Hormone (Hormona Luteinizante)

OMS: Organización Mundial de la Salud

OA: Ojos Abiertos

OC: Ojos cerrados

RGA: Romberg sobre Goma Espuma y ojos Abiertos

RGC: Romberg sobre Goma espuma y ojos Cerrados

ROA: Romberg Ojos Abiertos

ROC: Romberg Ojos Cerrados

SG: Seguimiento

SNC: Sistema Nervioso Central

T1: Primer momento de la evaluación (Evaluación Postural Clínica)

T2: Segundo momento de la evaluación (Evaluación mediante Posturografía)

Vel. Med.GE (OC): Velocidad Media Gomaespuma Ojos Cerrados

ABSTRACT

Introduction: Static posturography is a tool developed to characterize the oscillation of the Center of Pressure (COP) during a bipedal stance in a fixed support surface. Based on the foregoing, we consider how differences in the development of secondary sexual characteristics and sensory perception of the men versus women in pubertal stage, interfere in postural control and therefore in the posturographic variable.

Objective: Compare posturographic variables in teenager girls and boys between 15 and 17 years old of two schools of the commune of Valparaiso.

Hypothesis: Sex and age have an influence over the posturographic variables in teenage man and women out of 15 and 17 years old in two schools of the commune of Valparaiso.

Sample: 21 subjects (15 women and 6 men) between 15 and 17 years old of two educational establishments of the commune of Valparaiso that match all the inclusion criteria.

Design: Quasi-experimental descriptive study of continuous and discrete quantitative variables, nonrandom sample and convenience sampling.

Method: Clinical postural assessment was performed, anthropometric and static posturography using a battery of 6 tests: follow up, eyes open, eyes closed and the same tests on foam rubber.

Results: Statistically significant findings are found to make Intergroup comparison for the following parameters of the center of pressure (COP) at 15 years of age: Moving ML (mm) Open Eyes (OE) (p value = 0.016); Average Speed of COP (m / s) with Closed Eyes (CE) (p value = 0.037); COP area (m²) with Eyes Open (OE) (p value = 0.036); ML displacement of foam rubber (FR) with Closed Eyes (CE) (p value = 0.025).

Conclusion: The manifestations of endocrine-sexual development, involved in controlling of postural balance, measured by posturography, in adolescents from two schools in the municipality of Valparaiso, gender differences exist for the same age.

Keywords: Normal Motor Development, Adolescence, Control of Balance, Center of Pressure, Posturography.

RESUMEN

Introducción: La posturografía estática es un método utilizado para determinar el Balance postural mediante el desplazamiento del Centro de presión (COP), durante la postura bípeda en una superficie de apoyo fijo. En base a lo anterior, nos planteamos cómo las diferencias en el desarrollo de caracteres sexuales secundarios durante la adolescencia, tanto en hombres como en mujeres, interfieren en el control postural y por ende en las variables posturográficas.

Objetivo: Comparar las variables posturográficas de una muestra de mujeres y hombres adolescentes entre 15 y 17 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso.

Hipótesis: El proceso de maduración endocrino sexual influye en las variables posturográficas de una muestra de adolescentes hombres y mujeres entre 15 y 17 años de edad de dos colegios de la comuna de Valparaíso.

Muestra: 21 sujetos entre 15 y 17 años (15 mujeres y 6 hombres), alumnos de dos colegios de la comuna de Valparaíso que cumplieron los criterios de inclusión.

Diseño: Estudio Correlacional y descriptivo, transversal, de variables cuantitativas continuas y discretas. Muestra no probabilística y muestreo por conveniencia.

Método: Se realizó una valoración antropométrica, evaluación postural clínica, y posturografía estática mediante una batería de 6 pruebas: seguimiento, ojos abiertos, ojos cerrados y las mismas tres pruebas sobre goma-espuma.

Resultados: Los hallazgos se encontraron al realizar la comparación Intergrupar para los siguientes parámetros del Centro de Presión (COP) a los 15 años de edad: Desplazamiento ML (mm) Ojos Abierto (OA) ($p = 0.016$); Velocidad Media del COP (m/s) con Ojos Cerrados (OC) ($p = 0.037$); Área del COP (m²) con Ojos Abiertos (OA) ($p \text{ value} = 0.036$); Desplazamiento ML sobre Goma-espuma (GE) con Ojos Cerrados (OC) ($p = 0.025$).

Conclusión: Las manifestaciones propias del desarrollo endocrino sexual, intervienen en el control de balance postural, cuantificado por la posturografía, en los adolescentes de dos colegios de la comuna de Valparaíso, existiendo diferencias entre los géneros para una misma edad.

Palabras claves: Desarrollo Motor Normal, Adolescencia, Control Postural, Balance, Centro de Presión, Posturografía

INTRODUCCIÓN

En el transcurso del desarrollo humano, se suceden variados y determinados cambios; quizá uno de los más importantes lo representa el logro de la postura erguida y la locomoción, característica fundamental de la especie humana (Espinoza-Navarro, Olivares Urquieta, Palacios Navarrete, & Robles Flores, 2013). Sin embargo, la postura erguida es inherentemente inestable, por lo tanto es un desafío constante para nuestro sistema de control (Peterka & Loughlin, 2004; Latash, Krishnamoorthy, Scholz, & Zatsiorsky, 2005). El SNC debe mantener estable nuestro sistema corporal, que puede definirse como un complejo multiarticular, que estando de pie posee un centro de masa ubicado dos tercios arriba de la altura total del cuerpo, sobre una base de apoyo bastante pequeña. Siendo el Centro de Masa (COM, del inglés: *Center of Mass*) el punto equivalente de la masa total del cuerpo en un sistema de referencia global (GRS, del inglés *Global Reference System*), la proyección vertical del COM sobre el suelo se denomina Centro de Gravedad (COG, del inglés: *Center of Gravity*) (Winter, 1995; Latash *et al*, 2005; Visser, Carpenter, van der Kooij, & Bloem, 2008). La fuerza de reacción al COG, es el COP (del inglés *Center of Pressure*), que es el punto de locación del vector de fuerza de reacción vertical desde el suelo, y representa una ponderación promedio de todas las presiones sobre la superficie del área de contacto con el suelo (Winter, 1995)

La posturografía es una técnica utilizada para investigar la regulación activa y pasiva del sistema de control del balance corporal bajo diversas condiciones: dinámica y estática. La medida posturográfica más comúnmente utilizada en la

evaluación del control postural es el COP, para evaluarlo, se utiliza la plataforma de fuerza con sensores piezoeléctricos (o galgas de fuerza) que miden los tres componentes del momento de fuerza, que actúan sobre la placa conectada a un software que recoge los datos del comportamiento del COP, en las diferentes pruebas realizadas (Duarte & Freitas, 2010; Visser *et al*, 2008 ; Winter, 1995). Se ha visto, por ejemplo, que las características antropométricas de los sujetos influyen en las mediciones posturográficas (Chiari, Rocchi, & Capello, 2002) como es el caso de los adolescentes (Dorneles & Pranke, 2013).

Es objeto del estudio, comparar las variables posturográficas entre mujeres y hombres adolescentes de 15 a 17 años de edad, pertenecientes a dos establecimientos educacionales de la comuna de Valparaíso (que aceptaron ser parte del presente proyecto), dada la diferencia en cuanto al ritmo de desarrollo puberal entre los géneros en este rango etario, por medio de una herramienta innovadora en la comuna, como es el oscilógrafo y su técnica: la posturografía. Proponiendo así una base de investigación innovadora para futuros estudios en el área, que puedan realizarse en nuestra localidad, ya que la técnica de posturografía permite una valoración cuantitativa del Control Postural, reduciendo los sesgos que pudiera presentar la evaluación postural clínica que se encontraría muy ligada al “ojo clínico” (aspecto subjetivo del evaluador) (Visser *et al* 2008)

MARCO TEÓRICO

1.1 Desarrollo Motor Desde la Infancia a la Adolescencia

No hace mucho, la evolución nos trajo la postura bípeda, la cual abrió nuevas posibilidades para un comportamiento más funcional pero también puso nuevas problemáticas para el control de la locomoción y el balance (Geuze, 2005). Por lo que desde antes de nacer nuestro sistema se prepara para enfrentar este desafío.

Desde la vida fetal, la velocidad de crecimiento en humanos muy alta (Simm & Werther, 2005), los recién nacidos carecen de la fuerza para la postura bípeda; ellos completan la carencia de experiencia, interactuando con la fuerza de gravedad y el sentido de la visión, dos fuentes de información sensorial que están íntimamente involucradas en el control de la postura (Geuze, 2005). Por lo que el desarrollo motor es un continuo dialogo entre el sistema nervioso, el cuerpo, y el medio ambiente (Latash, Krishnamoorthy, Scholz, & Zatsiorsky, 2005). A partir de esta interacción, se presentan las soluciones sensorio-motrices - Las estrategias de Control Postural – que incluyen sinergias musculares, patrones de movimientos, torques articulares y fuerzas de contacto (Cheng, y otros, 2011); lo que permite desarrollar, un marco de referencia estable en el que se basa el control de balance y luego seleccionar la estrategia más adecuada para mantener la eficacia de la tarea (Assaiante, Mallau, Viel, Jover, & Schmitz, 2005), que a su vez, dependerán de tres factores: las restricciones dinámicas que determinan las dificultades de una tarea motora, el medio ambiente y las características de la etapa de desarrollo. Para ello, son posibles dos modos de control postural: **En Bloque** y **Articulado**

(Assaiante, Mallau, Viel, Jover, & Schmitz, 1998). La estrategia *en bloque* consiste en minimizar los grados de libertad para ser controlados simultáneamente durante el movimiento. La estrategia del *articulado* consiste en controlar de forma independiente un par de segmentos anatómicos consecutivos y requiere el dominio de grados de libertad de la articulación correspondiente. Lo que corresponde al principio de “abundancia” de Bernstein (Latash *et al*, 2005)

El modelo de desarrollo ontogénico heurístico, que define Assaiante (1998; 2005) está compuesto por dos modos principales de organización temporal (ascendente vs descendente), que funcionan alternamente y se asocian a cualquiera de los dos modos de vinculación cabeza-tronco ('en bloque' vs 'articulado') durante cuatro sucesivos períodos en el transcurso de la ontogénesis:

- Desde el nacimiento hasta adquirir el Bípedo, donde las respuestas de desarrollo del control de Balance se caracterizan por un gradiente céfalo caudal (organización temporal descendente), iniciando con una operación articulada de cabeza-tronco en la musculatura cervical que mejoran con la función de alcance, que luego aparecen a nivel de tronco precediendo a las Extremidades Inferiores.

- Desde el bípedo hasta los 6 años el control de balance es global, los cambios son consistentes con una organización temporal ascendente *en bloque* por maduración del Sistema Nervioso Central (SNC) (cerebelo y Sistema Vestibular) caracterizado por un dominio entre las partes superior e inferior del cuerpo (inicio y desarrollo del patrón locomotor con estabilización eficiente y estable de la pelvis).

- Desde los seis años de edad existe un retorno al modo articulado del funcionamiento de cabeza-tronco. La adolescencia puede constituir un punto de inflexión en este modelo.

- La edad Adulta, que agrega una nueva habilidad: manejo articulado de la unidad de cabeza-tronco, junto con un control selectivo de los grados de libertad a nivel de cuello.

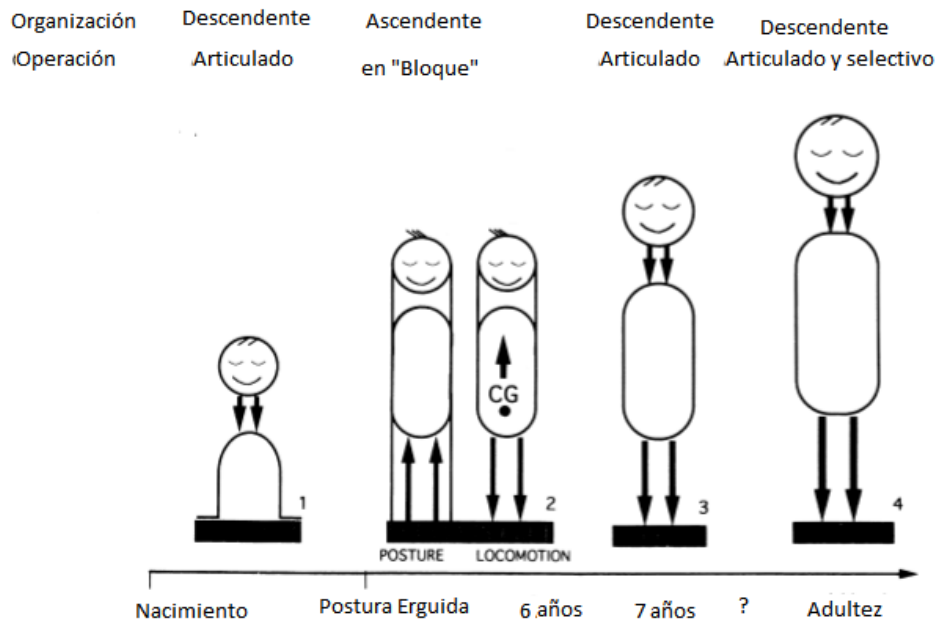


Fig. 1. Esquema Ontogénico de la organización de las "actividades posturo-cinéticas" durante la vida (Tomado de Assaiante; Development of Locomotor Balance Control in Healthy Children. Neuroscience & Biobehavioral Reviews. 22: 527 – 532. 1998).

1.1.1 Pubertad y Adolescencia

Durante la ontogénesis, los períodos de aumento relativamente estable en el tamaño del cuerpo se alternan con períodos de crecimiento acelerado (Assaiante *et al*, 2005). El crecimiento del ser humano depende de factores genéticos y ambientales y se produce por multiplicación (hiperplasia) y aumento de tamaño celular (hipertrofia) (Muzzo B, 2003). Siendo la pubertad un periodo crítico de crecimiento acelerado, que da paso a la adolescencia y se puede definir como un periodo transicional entre la niñez y la adultez caracterizada por cambios conductuales, hormonales y neuroquímicos destinados a preparar el organismo para la sobrevivencia independiente (Dorneles & Pranke, 2013). La magnitud de estos cambios es variable, asociándose más a la edad biológica que a la cronológica y factores genéticos (étnicos o familiares) y ambientales (nutricionales, actividad física, u otros), regulan su expresión (Burrows, Díaz, & Muzzo, 2004). Según la Guía Práctica de Concejería para adolescentes y jóvenes, de MINSAL (2011), la adolescencia es la etapa de la vida en que se producen procesos de maduración biológica, psíquica y social de un individuo, permitiéndoles a las personas alcanzar la madurez o la etapa adulta, incorporándose en forma plena a la sociedad. El consenso internacional sugiere que las edades entre 10 y 19 años corresponden al periodo de Adolescencia, que a su vez se subdivide en Adolescencia Temprana: 10 a 13 años; Media: 14 a 16 años; Tardía: 17 a 19 años (OMS).

Justo antes de la adolescencia, la pubertad se presenta como periodo de transición luego de la infancia; es uno de los hitos más importantes en la vida e

involucra cambios corporales y fisiológicos (Muzzo B, 2003; Gaete & Codner, 2006; Burrows, Ceballos, Burgueño, & Muzzo, 2010; Verkauskiene, Petraitiene, & Alber, 2013). El inicio de la pubertad y su progresión se basa comúnmente en la evaluación de: desarrollo del vello púbico (pubarquia); desarrollo del vello axilar, cambios en olor producto de la activación adrenal (adrenarquia), desarrollo de genitales (gonadarquia); desarrollo de los senos (telarquia) y la menarquía, en niñas (Muzzo B, 2003; Verkauskiene *et al*, 2013). Los cambios puberales son regulados por el eje Hipotálamo-Hipofisiario-Gonadal, manifestados por un incremento en la frecuencia y amplitud en los pulsos de Hormona Liberadora de Gonodotrofina (GnRH) en Hipotálamo, que conduce a un aumento en la secreción pulsátil de Hormona Luteinizante (LH) y Hormona Folículo estimulante (FSH), especialmente durante la noche. Estas gonodotropinas estimulan las gónadas para producir andrógenos y estrógenos, los cuales conducen al desarrollo de caracteres sexuales secundarios. La maduración de la zona reticular de la glándula adrenal genera un aumento en la secreción de esteroides sexuales, especialmente Dehydroepiandrosterona (DHEAS), y se manifiesta en el desarrollo de vello axilar y púbico, y olor axilar (Gaete & Codner, 2006; Verkauskiene *et al*, 2013). La liberación de hormonas gonadales (testosterona y estrógenos) tiene una clara acción sobre el crecimiento. En ambos sexos, la secreción de LH y FSH, va a desencadenar el proceso de “Esteroidogénesis”, que va a tener distintos efectos entre varones y mujeres (Gaete & Codner, 2006; Burrows, Ceballos, Burgueño, & Muzzo, 2010). Este dimorfismo entre los sexos se debe a que los estrógenos en mujeres promueven un mayor desarrollo de tejido graso, mientras que la testosterona estimula el crecimiento óseo y muscular, con menor desarrollo de

tejido graso, en hombres (Burrows, Ceballos, Burgueño, & Muzzo, 2010). Además existe distinto ritmo de maduración endocrino sexual. En adolescentes chilenos la fase de crecimiento acelerado se produce cerca de los 12 años y medio, y tiene una duración de 2 años y medio, presentando luego 2 años más de crecimiento más lento; el varón crece 25 cm durante este periodo; mientras que las niñas chilenas la fase de crecimiento rápido es de 2 años, presentando sólo dos años de crecimiento más lento luego; en total la niña crece 23 cm (Muzzo B, 2003). Verkauskiene *et al*, (2013) definen que el inicio del desarrollo de los caracteres sexuales (con los primeros hallazgos de telarquia) en niñas inicia entre los 8 y 13 , mientras que en los niños inicia más tarde, entre los 9 y 14 años. La menarquia ocurre al menos dos años después que la telarquia entre los 12 y 13 años de edad. Durante la pubertad la estatura aumenta un 15 % y la masa ósea, muscular y grasa, aumenta un 40% en total (Burrows *et al*, 2004). Sin embargo, la aparición de olor apocrino se puede encontrar entre los 6 – 7 años de edad en niñas, mientras que en niños entre los 7 – 8 años de edad (Gaete & Codner, 2006). La telarquia ocurre entre los 7 y 8 años y la menarquia a los 12,5 años de edad en niñas chilenas (Gaete & Codner, 2006; Burrows, Ceballos, Burgueño, & Muzzo, 2010). En cuanto a los varones, los autores sostienen que el inicio de este periodo ocurre entre los 10 y 11 años de edad, con el aumento del tamaño testicular y presencia de vello puberal (Muzzo B, 2003; Gaete & Codner, 2006; Burrows *et al*, 2010)

Es así como esta última etapa de crecimiento acelerado se caracteriza por rápidos cambios morfológicos (Extremidades Superiores e Inferiores – ESS y EEII) y funcionales durante un corto período de tiempo (Keogh & Sudgen, 1985;

Dorneles & Pranke, 2013), alterando la proporcionalidad geométrica corporal (Lebiedowska & Syczewska, 2000). Por lo que, el esquema corporal, desarrollado poco a poco durante la infancia por la integración entre los sistemas sensoriales, es, probablemente, afectado durante la adolescencia (Assaiante *et al*, 2005), considerando que durante este desarrollo, los adolescentes con la misma edad cronológica presentan muy diferentes características estando en diferentes estados de maduración, debido a la diferencia de ritmo de maduración endocrino sexual entre los sexos, lo cual puede brindar diferencias en el balance postural entre los adolescentes (Dorneles & Pranke, 2013). La estabilización en las estrategias espaciales, parece mejorar significativamente desde los adolescentes hasta adultos jóvenes, desde un funcionamiento *en bloque* hacia *articulado* de la unidad de cabeza-tronco (Assaiante *et al*, 2005).

Las variaciones antropométricas y de los segmentos corporales guían los cambios en el COG (Dorneles & Pranke, 2013; Narciso *et al*, 2010). Por ejemplo la articulación de la rodilla en relación a la altura del cuerpo de individuos de sexo femeninos es más larga que en individuos de sexo masculino, esto genera mas inestabilidad en relación al tamaño del cuerpo para los hombres y, consecuentemente, mejor balance postural en niñas (Rivas & Andries, 2007; Lemos *et al*, 2009; Dorneles & Pranke, 2013). La distribución de la masa corporal es diferente en biotipos femeninos debido a factores morfológicos, generando una disminución de su COG en relación a individuos del sexo masculino con la misma altura, lo que genera diferencias en los valores de oscilación postural (Dorneles & Pranke, 2013)

1.1.2 Adolescencia en Chile

Demográficamente nuestro país está sufriendo cambios; esto quiere decir que la población se está haciendo más vieja gracias al aumento de la esperanza de vida y una disminución significativa de la tasa de natalidad. El Instituto Nacional de Estadísticas (INE) estima que para 2020 ambos grupos representarán el 21% de la población total, estimado en 3.859.275 personas. Actualmente el grupo de personas entre 15 y 19 años en nuestro país corresponde a más de un millón cuatrocientos mil de un total de poco menos de tres millones de gente joven (10 a 24 años) de total de chilenos (cercano a los 17 millones de personas) (MINSAL, Programa Nacional de Salud Integral de Adolescentes y Jóvenes, 2013).

Los datos antropométricos, según el Ministerio de Salud a través de la Encuesta Nacional de salud (ENS) realizada el 2009, para peso corporal (Kg), la talla (cm) e IMC del grupo etario entre los 15 y los 24 años (con una muestra de 720 personas: 317 hombres y 404 mujeres) corresponde en promedio respectivamente a 71.7 Kg para hombres, 61.8 Kg para mujeres; 171 cm para hombres, 151.9 cm para mujeres y con un IMC de 24.4 para ambos géneros. Además informó que “El peso promedio aumenta por nivel educacional, principalmente a expensas de los hombres que aumentan 6.7 Kg en promedio entre nivel bajo y alto (MINSAL, Encuesta Nacional de Salud ENS Chile, Tomo II, 2009-2010), aunque no especificó a qué rango etario correspondía dicha afirmación.

1.2 Control Postural y de Balance

Podemos definir “Control Postural”, al Sistema de Regulación Constante sobre la Inestabilidad Inherente del cuerpo (Latash *et al*, 2005). Siendo una función sensorio-motriz, resultante del proceso de aprendizaje, que depende de los sistemas Vestibular, visual y somato-sensorial (Winter, 1995; Peterka & Loughlin, 2004; Rivas & Andries, 2007; Lemos, Teixeira, & Mota, 2009). Dos tercios de nuestra masa corporal están localizados dos tercios arriba de la altura corporal sobre el suelo, por lo que el hecho de que los seres humanos estemos en posición bípeda o en locomoción, sobre el suelo con un pie (marcha), sin los pies en el suelo (correr) o con ambos pies en el suelo (estar de pie quieto), crea un desafío mayor para nuestro sistema de control postural (Winter, 1995). Entonces el balance o estabilidad postural es definido como la habilidad, de mantener el COM en su base de sustentación (Cheng *et al*, 2011) -característica básica desde el DMN (Geuze, 2005)- dada las infinitas perturbaciones del medio, sobre éste (Bressel, Yonker, Kras, & Heath, 2007). El movimiento del COM de una persona dentro de su base de sustentación estacionaria, significa balance estático; mientras que el movimiento del COM y de la base de sustentación, significan balance dinámico (Cheng *et al*, 2011) el cual es básico para todos los tipos de movimientos (Dorneles & Pranke, 2013). Los factores que influyen la estabilidad brindada por el balance incluyen la información sensorial obtenida desde los sistemas somatosensorial, visual y vestibular (Winter, 1995; Latash *et al*, 2005; Visser *et al*, 2008; Dorneles & Pranke, 2013), el rango de movimiento articular (ROM) y fuerza (Winter, 1995; Bressel, Yonker, Kras, & Heath, 2007); valores antropométricos

(Peso y Estatura), altura del COM (Centro de Masa), tamaño de la Base de sustentación y ubicación del COG dentro de la base de apoyo (Dorneles & Pranke, 2013). De los tres sistemas que rigen el control postural, se cree que las aferencias propioceptivas, tienen la mayor influencia en la detección de la oscilación corporal (Mallau, Vaugoyeau, & Assaiante, 2010). Según Cheng (2011) el objetivo del Sistema de Control Postural es mantener el Balance Postural, o bien, “la habilidad de mantener al centro de gravedad (COG) corporal dentro de una base de apoyo dada”. Esta adaptación y anticipación se genera gracias a 2 tipos de ajustes posturales:

Feed back (compensatorio): se postula a través de la teoría del circuito abierto, explica la retroalimentación a través de elementos sensoriales asociados a un suceso imprevisto por el sistema. La respuesta se genera como resultado de la interacción del cuerpo con su entorno, que se adapta a las condiciones externas gracias a la información **visual** (focal y periférica calculando distancias y verificando posición), **vestibular** (generada por acción de los otolitos vestibulares, los que responden a las aceleraciones lineales de la cabeza) **y propioceptiva** (gracias a la integración de los diversos receptores a nivel sensorial, articular, tendinoso y muscular).

Feed forward (anticipatorio): se postula a través de la teoría de circuito cerrado, predice disturbios y genera un programa de respuesta en base al aprendizaje motor. Esta respuesta permite realizar ajustes posturales previo a la ejecución de un movimiento voluntario en base a las experiencias previas

almacenadas a nivel presuntamente subcortical en los centros generadores de patrones.

El Control Superior de Balance, sería, por una parte el resultado de la experiencia del entrenamiento repetitivo que influencia las respuestas motoras (y no precisamente a un mayor sistema sensorial y vestibular); que influencia la habilidad personal en la atención a las señales relevantes visual y propioceptivas (Bressel *et al*, 2007).

Virtualmente, todos los desórdenes neuromusculoesqueléticos provocan una degeneración del sistema de control del balance. Sin embargo, debido a la capacidad del SNC de adaptarse a la pérdida de función de una patología dada, puede no ser evidente, hasta que el paciente esté privado temporalmente, del sistema de compensación. Algunas patologías que son un desafío espacial para el sistema de control del balance son: Esguince Crónico de tobillo, Dolor de espalda baja, escoliosis, entre otras (Winter, 1995).

1.2.1 Estrategias del Control Postural

La estabilidad del cuerpo en la posición de pie es proporcional a la base de sustentación (Duarte & Freitas, 2010). Por lo que la elección de una u otra, depende del grado de desplazamiento del centro de gravedad en relación con los límites de estabilidad, de la velocidad del desplazamiento y de la superficie de soporte sobre la que se encuentra la persona, además de condiciones patológicas de base y edad.

- **Estrategia de tobillo:** Este tipo de estrategia suele producirse cuando la superficie de soporte donde se encuentra la persona es estable y mayor a la de los pies. El movimiento del centro de gravedad va a ser lento y alejado de los límites de estabilidad, es utilizada en (Peydros de M, Bayadal, & Vivas, 2005). Al percibir pequeñas perturbaciones en el balance se lleva el centro de masa a una posición estable a través de la articulación de tobillo; por lo tanto, en dirección antero-posterior, comportándose como un péndulo invertido (Winter, 1995). Como la vertical de gravedad se proyecta por delante del eje de los tobillos, el peso del cuerpo crea un par mecánico alrededor de éste, que tiende a llevar al individuo hacia anterior, a la cual como respuesta sinérgica los músculos posteriores de las piernas ejercen un par mecánico igual y de sentido contrario que impiden esta caída. La activación de la musculatura en esta estrategia es disto-proximal.
- **Estrategia de cadera:** El movimiento del cuerpo se realiza alrededor de la cadera. Se utiliza cuando la estrategia de tobillo es insuficiente o cuando la superficie de sustentación es inestable y menor que la de los pies. El centro de gravedad se mueve rápidamente y se desplaza cerca de los límites de estabilidad (Peydros de M, Bayadal, & Vivas, 2005) La activación muscular es próximo-distal. Estas dos estrategias actúan retornando el centro de gravedad dentro de la base de sustentación (Winter, 1995).

1.2.2. La Postura Relativamente Estática

La postura bípeda se puede definir como un marco de referencia asociado al vector gravitacional para la organización temporal ascendente del control del balance desde los pies a la cabeza, cuando el individuo está de pie sobre una superficie de apoyo (Assaiante *et al*, 1998; 2005). También, como la configuración de las articulaciones del cuerpo, es decir, el conjunto de ángulos que expresan la disposición relativa entre los segmentos de un cuerpo; teniendo en cuenta esto, un número infinito de posturas es adoptado por los seres humanos durante las actividades de la vida diaria, como caminar, alcanzar un objeto con las manos, o incluso de pie en silencio. El cuerpo se balancea incluso cuando está en bípedo (Duarte & Freitas, 2010). La Postura Bípeda (vertical) es inherentemente inestable debido a la anatomía del cuerpo humano, la cual puede ser vista como un péndulo invertido con un Centro de Masa bastante alto posicionado sobre un soporte bastante pequeño (Latash *et al*, 2005). La función más importante de la postura es asegurar el mantenimiento del balance durante el inicio y la continuación del movimiento (Assaiante *et al*, 2005; Cheng *et al*, 2011). En consecuencia tendremos una modificación de la posición de una articulación si otra se mueve, generando una postura relativamente estática de las diferentes partes del cuerpo con respecto a cada una de las otras (Visser *et al*, 2008). Además, el Centro de Masa (COM) es el punto equivalente del total de la masa corporal, en el sistema global de referencia, y es el promedio ponderado de cada segmento corporal en el espacio tridimensional; una variable pasiva controlada por el sistema de control del balance;

su proyección hacia el suelo, es llamado Centro de Gravedad (COG) (Winter, 1995).

Magge (1996) y Kendal (2000) definen una postura correcta como aquella en la cual se aplica el mínimo esfuerzo a cada articulación, un aumento del esfuerzo tiene directa relación con un aumento del gasto energético realizado por el organismo, dado por el balance muscular obtenido de la correcta alineación de articulaciones y óptima longitud muscular que proporciona una ventaja mecánica para la mínima utilización de energía requerida. Por lo tanto cualquier posición que aumente el esfuerzo en alguna articulación será traducido como un estrés y tensión innecesaria para huesos, articulaciones, ligamentos y músculos (estabilizadores estáticos y dinámicos), es decir una “posición defectuosa”. Las ventajas de una postura bípeda “normal” son principalmente dejar las extremidades superiores libres, y alejar la mirada del piso para así permitir ver hacia delante.

1.3 Evaluación Postural

Magee (1996) y Kendal (2000) proponen un análisis basado en la observación de la postura, el cual es ampliamente aceptado en la clínica hoy en día. Esta evaluación se realiza en diferentes planos (sagital y frontal), donde además debemos comparar una vista lateral de un lado con el contralateral (derecho e izquierdo) y también comparar una visión posterior con otra anterior.

El individuo debe estar descalzo y solo con ropa interior, sobre una superficie plana. Se usa una plomada que sobrepase la talla del sujeto como medio de referencia gravitacional. Además, se pide al sujeto que dé tres saltos pequeños consecutivos en el lugar donde está, para así obtener un estado más natural de la postura que adopta del individuo. Se pide que esté relajado, con la mirada al frente, brazos a los costados y los pies separados a nivel de hombros. Al iniciar la evaluación, debemos tener en cuenta referentes anatómicos buscando la simetría o de caso contrario la asimetría para determinar anormalidad.

1.3.1 Plano Frontal

Debemos observar al sujeto por anterior y posterior.

En la vista anterior la plomada pasa de manera vertical por la línea media del cuerpo, dividiendo a este en dos hemicuerpos (derecho e izquierdo), y en la observación debemos guiarnos por:

- La cabeza se debe encontrar alineada a la media y sobre los hombros.
- La punta de la nariz se encuentra alineada con el manubrio esternal, el apéndice xifoide esternal y el ombligo.
- Ambas clavículas deben estar en forma horizontal.
- Las palmas de las manos hacia anterior.
- Ambos triángulos de la talla deben ser simétricos.
- Las crestas iliacas deben estar a la misma altura.
- Las espinas iliacas antero superiores (EIAS) deben estar a nivel entre si.

- El reparo anatómico correspondiente al trocante mayor del fémur debe estar alineado horizontalmente con su contralateral.
- Ambas rótulas deben estar a la misma altura.

En la vista posterior debe comprobarse lo siguiente:

- Cabeza en línea media y hombros a nivel.
- La espina de la escápula y su ángulo inferior deben estar a nivel.
- Los procesos espinosos de las vertebrae deben coincidir con la vertical que es la línea media y pasa por el pliegue interglúteo.
- Brazos equidistantes del tronco y con igual rotación axial.
- Espinas ilíacas posterior superiores a nivel (EIPS).
- Pliegues glúteos a nivel.
- Articulaciones de rodillas a nivel.
- Tendones de Aquiles descienden de manera recta al calcáneo.
- Eje mayor de la cara posterior del calcáneo debe ser vertical.

1.3.2 Plano Sagital

La plomada cae ligeramente anterior al proceso mastoideo. La vista lateral es derecha e izquierda:

- La plomada pasa de manera vertical por el meato auditivo externo y por la apófisis del acromion dividiendo al cuerpo en dos mitades, una anterior y otra posterior.
- Curvaturas normales de la columna vertebral.

- Rodillas deben estar rectas y plomada debe pasar por su eje medio.
- Plomada debe pasar por delante del maléolo lateral.

1.4 Posturografía

El término posturografía se refiere, literalmente, al método de descripción cuantitativa y objetiva del desplazamiento del COP (*Center of Pressure*, su traducción es Centro de Presión), según la postura adoptada por el individuo evaluado, y que comúnmente es utilizada para investigar la regulación activa y pasiva del balance bajo una variedad de condiciones que simulan las encontradas en la vida diaria (Winter, 1995; Visser *et al*, 2008; Duarte & Freitas, 2010). El COP es el punto de localización del vector de reacción de fuerza vertical ascendente desde el suelo. Representa el promedio de ponderación de todas las presiones sobre la superficie del área de contacto con el suelo, y es totalmente independiente del COM (Winter, 1995)

Para evaluar el COP se utiliza la plataforma de fuerza con sensores piezoeléctricos que miden los tres componentes de fuerza y de momento de fuerza, que actúan sobre la placa conectada a un software que recoge los datos del comportamiento del COP, en las diferentes pruebas (Winter, 1995; Visser *et al*, 2008; Duarte & Freitas, 2010). El estudio de la posturografía se puede realizar en dos grandes condiciones: estática y dinámica. En esta tesis nos centramos en la evaluación posturográfica estática.

1.4.1 Posturografía estática

La modalidad estática del estudio posturográfico evalúa el control postural mientras los sujetos mantienen la postura erguida en un estado relativo de reposo, y relativo dado que aunque sea un estado voluntariamente imperturbable el que se está midiendo, este se encuentra lejos de ser estático por los movimientos prácticamente imperceptibles que son auto-correctivos en relación a la gravedad que se enfrenta el sujeto (Visser *et al*, 2008 ; Duarte & Freitas, 2010).

La posturografía estática incluye la siguiente batería de pruebas:

- Test de Romberg Ojos Abiertos (ROA): el sujeto, situado con sus pies sobre la plataforma, mantiene el balance durante 30 seg.
- Test de Romberg Ojos Cerrados (ROC): el sujeto en la misma posición anterior, cierra los ojos y se mantiene en balance 30 seg.
- Test de Romberg sobre Gomaespuma y Ojos Abiertos (RGA): con los ojos abiertos y los pies sobre una superficie inestable, en este caso gomaespuma, el sujeto deberá mantener el balance durante 30 seg.
- Test de Romberg sobre Gomaespuma y Ojos Cerrados (RGC): el sujeto con los ojos cerrados mantiene el balance sobre la gomaespuma durante 30 seg.

Parámetros Posturográficos

- **Ángulo de desplazamiento (°)**

Es la orientación del vector desplazamiento. Este se extiende desde el punto inicial en el que parte el sujeto hasta su posición final.

- **Área (mm²)**

Es el área aproximada en la que se produce el balanceo del sujeto. Para realizar este cálculo, la aplicación informática determina una elipse que engloba una nube de puntos que representan la trayectoria del COP durante el tiempo que dura la prueba.

- **Velocidad de desplazamiento (m/s)**

Representa la velocidad media, es decir, distancia total recorrida por el COP, dividida por el tiempo transcurrido durante la prueba.

- **Desplazamientos máximos medio-laterales y antero-posteriores (mm)**

Representan el punto más lejano en los ejes medio-lateral y antero-posterior en el que se desplaza el COP durante el tiempo de registro.

- **Frecuencia (Hz)**

Corresponde al número de oscilaciones por segundo, siendo normalmente su valor de 0-4 Hz.

- **Fuerzas máximas medio-laterales / antero-posteriores (N)**

Es la fuerza máxima expresada en Newton (joule/ cm²), en dirección medio-lateral y antero-posterior.

1.4.2 Uso Clínico de la Posturografía

Actualmente la posturografía es usada para caracterizar el estado de control postural, sobre todo en aquellos pacientes con riesgo de caídas (Visser *et al*, 2008). Ya que este método caracteriza el Centro de Presión (CDP), mediante el desplazamiento de éste en el área de sustentación definida por el polígono dada la posición de los pies, se obtienen distintos índices (como por ejemplo el índice de caída) que buscan aproximar el riesgo de un paciente a valores medibles, y con ello cuantificar el avance del tratamiento empleado (Duarte & Freitas, 2010).

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Hay diferencias en las variables posturográficas entre hombres y mujeres, dada la diferencia en el proceso de maduración endocrino sexual de adolescentes entre 15 y 17 años de edad de dos colegios de la comuna de Valparaíso?

2.1 HIPOTESIS

H0:

- Las manifestaciones del proceso de maduración endocrino sexual influye en las variables posturográficas.
- Las mujeres adolescentes entre 15 y 17 años de edad presentan mejor desempeño postural en comparación con los hombres de la misma edad.

H1:

- Los cambios producidos por la maduración endocrino-sexual en los adolescentes de la muestra no interfieren en las variables posturográficas.
- Las mujeres adolescentes entre 15 y 17 años de edad no presentan mejor desempeño postural en comparación con los hombres de la misma edad.

2.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.2.1 Objetivo General

Comparar las variables posturográficas de una muestra de mujeres y hombres adolescentes entre 15 y 17 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar cuantitativamente el desplazamiento del COP de una muestra de adolescentes hombres y mujeres entre 15 y 17 años de edad de dos colegios de la comuna de Valparaíso
- Establecer el comportamiento del desplazamiento del COP de las mujeres adolescentes entre 15 y 17 años de edad de dos colegios de la comuna de Valparaíso
- Establecer el comportamiento del desplazamiento del COP de los hombres adolescentes entre 15 y 17 años de edad de dos colegios de la comuna de Valparaíso
- Establecer las diferencias de los patrones de desplazamiento del COP de una muestra de mujeres y hombres adolescentes entre 15 y 17 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso.

3. MATERIALES Y MÉTODO

3.1 Materiales

Instrumentos de Medición

- Oscilógrafo postural estático marca Art Oficio Rev-0610 (Imagen en Anexo N° 6)
- Balanza digital Volktec NA-180
- Notebook Acer Aspire One Modelo D255E-13888.

Programas para almacén de Datos

- Software en Matlab 7.0. Procedure de la señal del COP; autor: Alex Araneda Y.
- Software “Igor Pro”
- Software estadístico SPSS V 20®
- Excel Office ®

Materiales de Apoyo

- Evaluación Postural: Biombo Blanco, plomada, ficha de evaluación postural (Anexo N° 5)
- Goma espuma: densidad de 30 Kg/m³ y dimensiones de 40 cm de ancho, 40 cm de largo y 15 cm de alto.
- Lysoform® (desinfectante presurizado de ambiente y superficies)
- Toalla de Papel desechable
- Lápiz dérmico

3.2 Método

3.2.1 Tipo de Estudio

Correlacional, descriptivo, transversal, de variables cuantitativas continuas y discretas.

3.2.2 Tipo de Muestra

Muestra no probabilística y muestreo por conveniencia.

3.2.3 Sujetos

Adolescentes entre 15 y 17 años de edad alumnos de colegios de la comuna de Valparaíso; que participan voluntariamente del estudio bajo asentimiento y consentimiento informado (en sección de Anexos), que cumplan con los criterios de Inclusión.

Los sujetos fueron evaluados entre Octubre y Diciembre del año 2013.

Los establecimientos educacionales a los que pertenecían los sujetos, son: Escuela Grecia de Valparaíso e Instituto Superior de Comercio. La muestra total se separó por género, luego por rango etario.

Se obtuvo una muestra de 21 participantes entre 15 y 17 años de edad, de dos colegios de la comuna de Valparaíso, bajo consentimiento y asentimiento informado.

- Mujeres: 15
 - 6 mujeres de 15 años
 - 8 mujeres de 16 años
 - 1 mujer de 17 años
- Hombres: 6 hombres de 15 años

3.2.4 Criterios de Inclusión

Adolescentes hombres y mujeres pertenecientes a establecimientos educacionales de la comuna de Valparaíso en el rango entre 15 y 17 años de edad que

- Participe voluntariamente del estudio previa autorización del tutor legal y del establecimiento educacional
- Sea Nacido de Término
- Presente un IMC según su peso y talla, acorde a las curvas de crecimiento del Ministerio de Salud de Chile.
- Presente firma de Consentimiento informado y Asentimiento Informado (Anexos N°: 7 - 8).

3.2.5 Criterios de Exclusión

Adolescentes hombres y mujeres pertenecientes a un establecimiento educacional de la comuna de Valparaíso en el rango entre 15 y 17 años de edad que:

- Practiquen disciplina deportiva de manera regular (>150 min semanales).
- Presenten trastornos musculo-esqueléticos (esguince o fractura en extremidades inferiores < 6 meses, escoliosis médicamente diagnosticada y/o lordosis lumbar superior a 5 cm).
- Presenten patologías metabólicas de base.
- Antecedentes de traumatismo encéfalo-craneal.

- Embarazo
- Patologías sensorio-visuales (uso de anteojos < 1 año).
- Enfermedades conocidas que afecten el balance (patología vestibular y/o trastornos neurológicos, entre otros)
- Cualquier evento que impida realizar las pruebas posturográficas con pies descubiertos
- Uso de medicación que afecte el SNC, balance o coordinación

3.2.6 Variables

Variable	Definición	Indicador	Categorización
Control Postural individual	Acto de mantener, alcanzar o restaurar un estado de balance en cualquier postura o actividad	-	Independiente

Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo.	Años	Independiente
Peso	Fuerza de un objeto en reposo en el suelo debido a la gravedad.	Kilogramo (Kg)	Independiente
Talla	Medida de estatura del cuerpo humano desde pies a techo de bóveda craneal.	cm	Independiente
Dominancia Motriz EESS y EEII	Predominio de un lado del cuerpo sobre el otro.	Derecho / Izquierdo	Independiente
Nivel de actividad física	Cantidad de actividad física realizada durante un período limitado de tiempo	Minutos (min)	Independiente
Sexo	Condición orgánica	Femenino / Masculino	Independiente
Velocidad media del COP	Distancia total recorrida por el COP durante la prueba en tiempo transcurrido.	m/s	Dependiente
Área del COP	Superficie aproximada en la que se produce el balanceo del sujeto. Corregido según componentes principales y una elipse de confianza del 95%.	m ²	Dependiente
Energía total relativa del COP	Suma de los aportes de cada área de desplazamiento del COP	J	Dependiente
Índice de Romberg	Cuantifica la entrada visual del sujeto para mantener postura bípeda.	%	Dependiente
Desplazamiento (ML-AP)	Punto más lejano en los ejes medio lateral y antero posterior en el que se desplaza el COP durante el tiempo de registro	mm	Dependiente

Tabla N° 1: variables

4. METODOLOGÍA

Se elaboró un plan de procedimientos que nos condujeron a reunir los datos según nuestros objetivos específicos, que se detalla a continuación (Sampieri Hernandez, 2006)

- Carta Aprobación Representante de comité de bioética de la Universidad de Valparaíso
- Autorización de Entidad Comunal (Corporación Municipal de Educación de Valparaíso)
- Presentación de proyecto ante autoridades de establecimientos educacionales de la comuna de Valparaíso.
- Muestra:
 - Criterios de Inclusión
 - Criterios de Exclusión: Evaluación postural Clínica
- Obtención de los datos:
 - Posturografía
- Análisis Estadístico

Mediante la presentación del Proyecto de Tesis a la Corporación Municipal de Educación de Valparaíso (Anexo N° 9), se obtuvo la documentación necesaria para la realización de las evaluaciones en dos establecimientos educacionales de la comuna de Valparaíso (Escuela Grecia e Instituto Superior de Comercio) quienes fueron los únicos colegios que aceptaron participar en el proyecto de investigación. También se contó con la aprobación del integrante del comité de bioética de la

Facultad de Medicina de la Universidad de Valparaíso (Anexo N° 10). En acuerdo con la directiva y/o docentes de cada dependencia educacional que aceptaron ser parte del proyecto de investigación, y según fechas estipuladas, se procedió con la entrega y recepción del consentimiento y encuesta de antecedentes de importancia para el estudio a los padres y/o tutores legales (tipo de parto, semana gestacionales, problemas de salud grave entre los 6 meses y 2 años, alergias, prótesis y antecedentes de traumatismo reciente o cirugías durante los últimos 6 meses) (Anexo N°11), y con la entrega de los asentimientos informados para cada alumno.

Se sometió al proceso de evaluación, a todo alumno que se presentó voluntariamente lo que constó de dos partes. La primera, una evaluación postural clínica (comúnmente utilizada, descrita y aceptada) (Anexo N° 5 y 5.1). La segunda etapa, la posturografía propiamente tal, con seis Pruebas de Organización Sensorial (SOT: Seguimiento [SG], Ojos Abiertos [OA] y Ojos Cerrados [OC]), tres de ellas con los pies directamente sobre la plataforma de fuerza que correspondió al tiempo 1 (T1); y las mismas tres pruebas sobre la goma-espuma, bajo el pie del participante y sobre la plataforma de fuerza (interferencia sensorio cutáneo plantar en las tres pruebas), que correspondió al tiempo 2 (T2) . Se escogió una habitación del mismo recinto educacional, adecuadamente iluminada, aislada del ruido ambiente en lo posible.

4.1 Evaluación y Medición de las Variables de la muestra.

En primera instancia, se les solicitó a los participantes, vestimenta cómoda y ligera: traje de baños respectivos. A los jóvenes sujetos de la evaluación se les solicita firmar el asentimiento informado, para evaluar dominancia motora superior, luego de esto, se comprobó la dominancia de extremidades inferiores mediante la respuesta espontánea de chutear un balón pequeño. Se les midió la talla, mediante una cinta métrica, adherida a una pared lisa sin inclinación antero-posterior. La medición del peso corporal se realizó mediante una balanza digital Volktec NA-180. Una vez medidas estas variables, se realizó la Evaluación Clínica Postural, para luego realizar la posturografía.

4.2 Evaluación Postural Clínica

Si bien la literatura sostiene que la evaluación que realiza el clínico se encuentra muy ligada al enfoque subjetivo del mismo (Visser, Carpenter, van der Kooij, & Bloem, 2008), es el método usado hasta hoy; por el cual, buscamos detectar normalidad y/o anomalías que pudiesen influir en la posturografía. Mediante el aislamiento de biombos blancos, estableciendo un espacio de 4 m² aproximadamente, se generó un ambiente propicio para la evaluación de la postura bípeda semi-estática. Se utilizó una plomada desde el techo de la habitación llegando casi al suelo, graficando el vector gravitacional, y según este parámetro basar la misma evaluación en las cuatro vistas (Anterior, Posterior, Lateral Derecha e Izquierda).

El individuo debió estar descalzo y sin medias, en ropa interior, sobre una superficie plana. Una plomada que sobrepasó la talla del sujeto como medio de referencia gravitacional. Además, se pidió al sujeto que diera 3 saltos pequeños consecutivos en el lugar donde estaba, para así obtener un estado más natural de la postura que adopta del individuo. Se solicitó que adoptara una postura erguida relajada, con la mirada al frente, brazos a los costados y los pies no más que a nivel de hombros. Al iniciar la evaluación, debemos tener en cuenta referentes anatómicos buscando la simetría o de caso contrario la asimetría para determinar anormalidad.

4.2.1 Plano Frontal

En la vista anterior la plomada pasó de manera vertical por la línea media del cuerpo, dividiendo a este en dos hemicuerpos (derecho e izquierdo), y en la observación nos guiamos por:

- La cabeza se debe encontrar alineada a la media y sobre los hombros.
- La punta de la nariz se encuentra alineada con el manubrio esternal, el apéndice xifoide esternal y el ombligo.
- Ambas clavículas deben estar en forma horizontal.
- Las palmas de las manos hacia anterior.
- Ambos triángulos de la talla deben ser simétricos.
- Las crestas iliacas deben estar a la misma altura.
- Las espinas iliacas antero superiores (EIAS) deben estar a nivel entre si.

- El reparo anatómico correspondiente al trocante mayor del fémur debe estar alineado horizontalmente con su contralateral.
- Ambas rótulas deben estar a la misma altura.

En la vista posterior debe comprobarse lo siguiente:

- Cabeza en línea media y hombros a nivel.
- La espina de la escápula y su ángulo inferior deben estar a nivel.
- Los procesos espinosos de las vertebrae deben coincidir con la vertical que es la línea media y pasa por el pliegue interglúteo.
- Brazos equidistantes del tronco y con igual rotación axial.
- Espinas ilíacas posterior superiores a nivel (EIPS).
- Pliegues glúteos a nivel.
- Articulaciones de rodillas a nivel.
- Tendones de Aquiles descienden de manera recta al calcáneo.
- Eje mayor de la cara posterior del calcáneo debe ser vertical.

4.2.2 Plano Sagital

La plomada cae ligeramente anterior al proceso mastoideo. La vista lateral es derecha e izquierda:

- La plomada pasa de manera vertical por el meato auditivo externo y por la apófisis del acromion dividiendo al cuerpo en dos mitades, una anterior y otra posterior.
- Curvaturas normales de la columna vertebral.

- Rodillas deben estar rectas y plomada debe pasar por su eje medio.
- Plomada debe pasar por delante del maléolo lateral.

Los hallazgos fueron debidamente registrados resguardando la identidad de los participantes, cuidando también su identificación clara para nuestro estudio. Como contribución al establecimiento, se elaboró un informe orientador por cada participante, en el caso de algún hallazgo en la evaluación postural clínica.

4.3 Evaluación sobre Posturógrafo

Se preparó un espacio aislado, de aproximadamente 4 m², que disminuyó en lo posible el ruido ambiente facilitando la concentración del evaluado. El Posturógrafo se ubica frente a un telón Blanco y adherido a él, un punto rojo móvil de 2 cm², usado en la prueba de Ojos Abiertos (OA). Nuestro *notebook* se encontró listo en todo momento para guardar los datos arrojados por el *Software* del oscilógrafo al término de las series de pruebas. A un costado, el desinfectante ambiental presurizado (Lysoform®) y toallas de papel, para limpiar las zonas de apoyo, luego de cada serie de pruebas, por cada participante.

Se solicitaron los datos a cada adolescente participante para el posterior cruce de información. Luego, se sometió a cada individuo a la Prueba de organización sensorial llamada “Seguimiento” [SG], de ensayo para familiarizarse con las instrucciones antes de realizar la medición posturográfica.

Con los pies desnudos sobre la plataforma de fuerza, con una postura bípeda semi-estática, brazos a los lados, cada participante realizó tres pruebas:

- La primera prueba (“Seguimiento” (SG), representada en una pantalla que tenía una angulación de 45 grados desde el suelo hacia los ojos del participante. Esta prueba constaba llevar y mantener la proyección del COP hacia la zona más central posible del Área de Sustentación graficada como una circunferencia dinámica, mientras ésta última disminuía su magnitud hacia el centro de la misma.

- En la segunda prueba, “Ojos Abiertos” (OA), se solicitó mirar a un punto rojo de 2 cm de diámetro (al cual se movilizó por el evaluador debidamente capacitado) adherido a un telón blanco con una distancia de 1 a 2 metros, a la altura de los ojos, de cada participante.

- En la tercera prueba “Ojos Cerrados” (OC), se solicitó cerrar los ojos hasta que el equipo informara (por medio de un estímulo auditivo) el término de la primera etapa. Una vez desinfectadas la plataforma de fuerza con el espray presurizado, se ubicó una goma espuma de 30 kg/m² de densidad y de dimensiones de 30 x 40 x 15 cm, como interferencia sensorial cutáneo plantar, sobre ésta se repitieron las tres pruebas anteriormente descritas. Se registró y guardó el nuevo código de los datos de cada una de esta última serie de pruebas. Lo anterior, como protocolo para cada participante.

4.4 De los datos obtenidos

Se tomaron los datos guardados por el Oscilógrafo Postural estático (Art Oficio Rev-0610), que guardó los datos de las pruebas de posturografía en un código único, para cada tiempo de la serie de pruebas, compuestos por el prefijo “txt.” seguido una serie de números (que indicaba la fecha y hora por cada serie de pruebas realizadas). Todos los código de tipo “txt” fueron extraídos hacia un ordenador, almacenados en datos del programa Excel Office®, por medio del programa Igor-Pro y Procedure sobre plataforma MathLab 7.0 para el cálculo de las variables dependientes.

El software “Igor-Pro” permitió que los códigos “txt.” reflejaran los valores de las siguientes variables posturográficas: Velocidad media (m/s); Área del COP (m²); Energía (J); e Índice de Romberg (%), en cada serie de pruebas (Seguimiento, Vista al frente y Ojos cerrados), tanto en el tiempo 1 como en el tiempo 2. Los anteriores transcritos, revisados y guardados en Archivos del programa Excel Office®.

El Procedure sobre el software MathLab 7.0, mediante el desarrollo e incorporación de un código fuente de nuestro profesor guía Klgo. Msc Alex Araneda Y., permitió la lectura de los códigos “txt.” desde el oscilógrafo, para las variables posturográficas Desplazamiento Antero-Posterior y Desplazamiento Medio-Lateral, medidos en milímetros, para cada serie de pruebas (seguimiento, vista al frente y ojos cerrados), en ambos tiempos de la Posturografía. Los datos antes descritos, revisados y guardados en un archivo para cada “txt.” en formato Excel Office®.

Finalmente, se ordenaron los datos de cada variable de las series de pruebas, que le correspondieron al código “txt” del tiempo 1 (T1) y al código “txt” del tiempo 2 (T2).

4.5 Análisis Estadístico

Se inició con estadística descriptiva considerando media, mediana, desviación estándar, mínimo y máximo para cada una de las variables que se expresan en el Anexo N°12, además de los promedios para talla, peso e IMC para cada edad expuestos en el Anexo N°13 , a través del programa Microsoft Office Excel 2007 ®

Se utilizó el programa IBM ® SPSS ® Statistics Versión 20, para el análisis de las pruebas estadísticas.

Se realizó la prueba Shapiro – Wilk, debido al tamaño de la muestra, para la evaluación de normalidad de cada Variables posturográfica, con un *P value* del 0.5, vale decir, con un 95% de confianza:

H0 = La variable Posturográfica (a contrastar) se distribuye Normalmente

H1= La variable Posturográfica (a contrastar) no se distribuye Normalmente

De las 32 variables contrastadas, para el caso de las Mujeres, se obtuvo 9 variables posturográficas que se comportaron de forma Normal. En el caso de los hombres, 14 variables posturográficas se comportaron de forma normal.

Por las características de la muestra, se decidió realizar un análisis estadístico no paramétrico.

Estadística inferencial para muestras independientes:

Comparaciones intergrupales (entre sexo) para cada variable, mediante la prueba U de Mann-Whitney, con el programa IBM® SPSS® Statistic Versión 20

Contraste de hipótesis:

H0: La diferencia de posición entre las muestras es igual a cero.

H1: La diferencia de posición entre las muestras es diferente de cero.

Las pruebas se realizaron con un p value < 0.05, lo que representa una confianza del 95%.

Aquellas variables que arrojaron diferencias significativas, se graficaron mediante diagrama Box-Plot con el software IBM® SPSS® Statistics Versión 20

Comparaciones intragrupalas (de acuerdo a sexo y edad) para cada variable, mediante la prueba Kruskal-Wallis con el software IBM SPSS Statistics Standard 19®.

Contraste de hipótesis:

H0: La distribución de la variable es diferente entre las categorías de edad.

H1: La distribución de la variable no es diferente entre las categorías de edad.

Las pruebas se realizaron con un p value < 0.05 , lo que representa una confianza del 95%.

5. RESULTADOS

En esta sección, se exhibirán a modo de gráficos, los resultados de aquellas variables que presentaron diferencias significativas, según las pruebas no paramétricas realizadas antes descritas, para los análisis intergrupales e intragrupales.

5.1 Resultados Intergrupales

De las 6 variables medidas posturográficamente, se expondrán aquellas que arrojaron una diferencia significativa en el análisis estadístico hombres versus mujeres, con un P value < 0.05

5.1.1 Resultado del Desplazamiento Medio Lateral (mm) con Ojos Abiertos de los estudiantes de 15 años alumno(a) de dos colegios de la comuna de Valparaíso

En la Figura 2. El Gráfico Box-Plot para la variable Desplazamiento Medio Lateral del COP (mm) de acuerdo al sexo del estudiante adolescente en rango etario de 15 años alumno(a) de dos colegios de la comuna de Valparaíso. Se aprecia que los valores de los datos alcanzados por el grupo sexo femenino son de menor magnitud, sin embargo, presentan mayor dispersión, en comparación al grupo sexo masculino. El grupo sexo masculino presenta una distribución de los datos muy cercana a su media, además posee valores atípicos. Ambos grupos tienden a la simetría. El grupo de los hombres presenta un valor atípico.

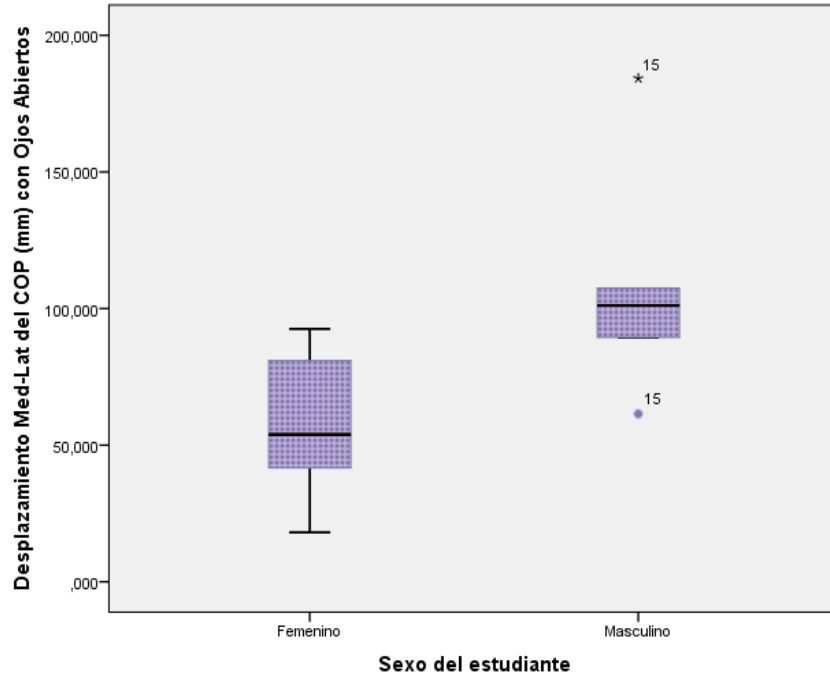


Figura 2. Gráfico Box-Plot para la variable Desplazamiento Medio Lateral del COP (mm) de acuerdo al sexo del estudiante adolescente en rango etario de 15 años alumno(a) de dos colegios de la comuna de Valparaíso.

5.1.2 Resultado del Área del Centro de Presión (m²) con Ojos Abiertos de los estudiantes de 15 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso

En la Figura 4. Gráfico Box-Plot para la variable Área del COP (m²) con Ojos Abiertos de acuerdo al sexo del estudiante adolescente en rango etario de 15 años alumno(a) de dos colegios de la comuna de Valparaíso. Se desprende que la dispersión de los datos es levemente mayor en hombres y alcanza valores mayores en comparación al grupo del sexo femenino. El grupo del sexo masculino tiende a la asimetría negativa, mientras que el grupo de sexo femenino tiende a la simetría. El grupo de sexo masculino presenta un valor atípico, que corresponde al sujeto

15, que escapa más de dos veces la DS sobre el grupo, alcanzando valores cercanos a los 0.040 (m²)

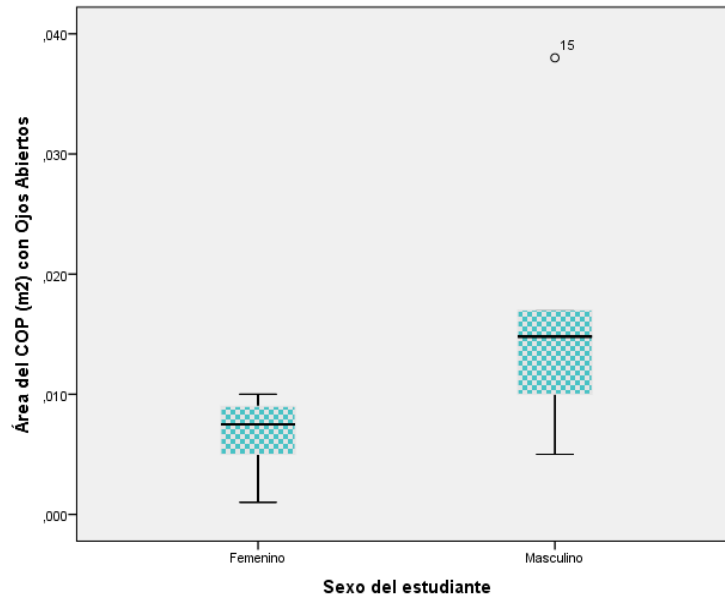


Figura 4. Gráfico Box-Plot para la variable Área del COP (m²) con Ojos Abiertos de acuerdo al sexo del estudiante adolescente en rango etario de 15 años

5.1.3 Resultado para Velocidad Media (m/s) con Ojos Cerrados del los estudiantes de 15 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso

En la Figura 3. Gráfico Box-Plot, para la Variable Velocidad Media (m/s) con Ojos Cerrados en adolescentes hombres y mujeres de 15 años alumnos de dos colegios de la Comuna de Valparaíso. La dispersión de los datos es mayor en el grupo del sexo masculino, en comparación al sexo femenino. En general los datos del grupo del sexo masculino alcanzaron valores mayores vs el sexo femenino. Gran parte del grupo sexo femenino representa el cuartil 1 de los valores alcanzados por el grupo sexo masculino. Las mujeres tienden a la asimetría positiva, mientras que los hombres tienden a la simetría.

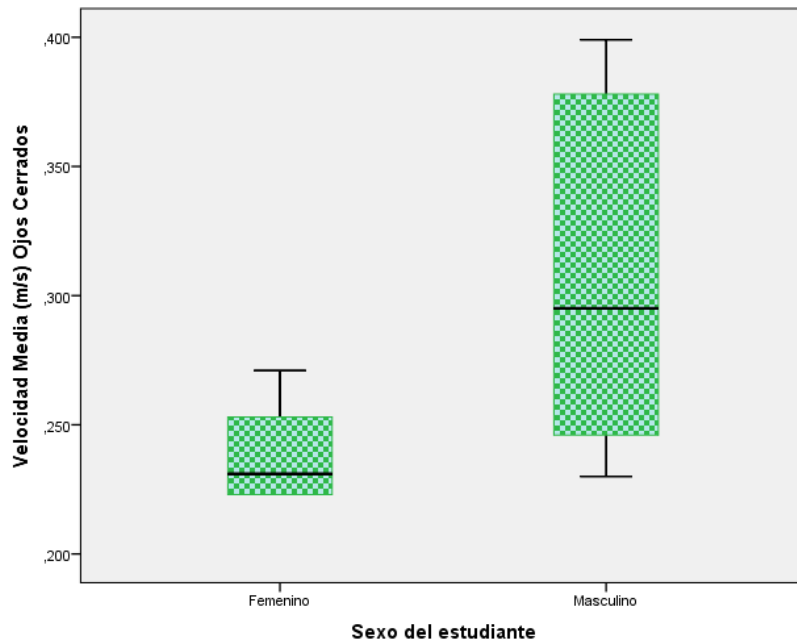


Figura 3. Gráfico Box-Plot, para la Variable Velocidad Media (m/s) con Ojos Cerrados en adolescentes hombres y mujeres de 15 años alumnos de dos colegios de la Comuna de Valparaíso.

5.1.4 Desplazamiento Medio Lateral del COP (mm) sobre Goma-espuma con Ojos Cerrados en estudiantes de 15 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso

En la Figura 5. Gráfico Box-Plot para la variable Desplazamiento Medio Lateral del COP (mm) de acuerdo al sexo del estudiante adolescente en rango etario de 15 años perteneciente al grupo muestral de dos colegios de la comuna de Valparaíso. La distribución de los datos del grupo sexo femenino es menos compacta en comparación al grupo que representa a los hombres que muestra valores más cercanos a la media, alcanzando mayores magnitudes versus el grupo de las mujeres. El grupo de los hombres presenta una tendencia a la simetría, mientras

que el grupo de las mujeres presenta una tendencia a la asimetría negativa. El grupo de los hombres presenta un valor atípico.

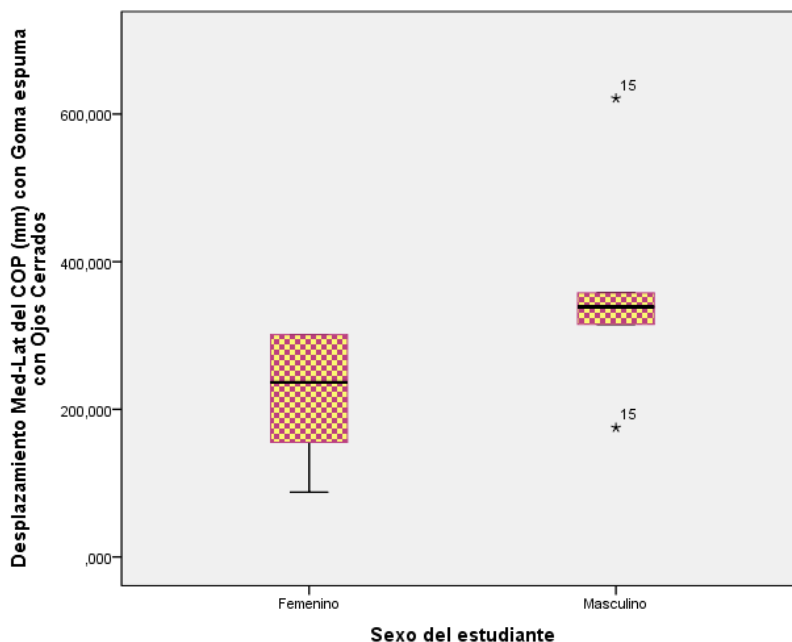


Figura 5. Gráfico Box-Plot para la variable Desplazamiento Medio Lateral del COP (mm) de acuerdo al sexo del adolescente en rango etario de 15 años.

6. D|

El propósito de nuestra tesis, que se llevó a cabo mediante la evaluación de 21 adolescentes entre 15 y 17 años de edad de dos colegios de la comuna de Valparaíso, que cumplieron con nuestros criterios de inclusión, fue verificar si el proceso de maduración endocrino sexual influye en el balance postural de los sujeto de nuestra muestra, por medio de la evaluación de las variables obtenidas producto del desplazamiento del COP, en las pruebas de posturografía estática realizadas.

De las 6 variables posturográficas contrastadas estadísticamente, una vez realizadas las pruebas intra e inter-grupales, los hallazgos significativos se obtuvieron en la comparación Intergrupar para las siguientes pruebas estadísticas en el rango etario de 15 años: Desplazamiento ML (mm) OA (p value = 0.016); (Biec & Kuczynski, Postural Control in 13-year-old soccer player., 2010) Velocidad Media del COP (m/s) con OC (p value = 0.037); Área del COP (m²) para OA (p value = 0.036); Desplazamiento ML sobre GE con OC (p value = 0.025).

Las evaluaciones llevadas a cabo se realizaron sin inconvenientes, y contaron con la libre participación informada de los sujetos (previa información y autorización de sus padres, responsables legales o apoderados en sus establecimientos educacionales), sin presentar deserción de alguno de ellos. Procuramos siempre resguardar su integridad física y psico-social.

Desplazamiento Medio-Lateral

El hallazgo en el plano Medio-lateral

Es posible que el control postural en el plano Antero-Posterior (AP) madure antes que en el plano medio lateral (ML); implicando que, cuando se considera la necesidad de mejorar la estabilidad, se dará prioridad a los ejercicios que refuerzan la estabilidad ML ((Biec, Gienza, & Kuczynski, 2015; Guimaraes-Ribeiro, Hernandez-Suarez, Rodriguez-Ruiz, & García-Manzo, 2015). (Dorneles & Pranke, 2013) postularon que existe una tendencia a disminuir los desplazamientos con el

aumento de la edad con Ojos Abiertos; siendo mayor en el Plano Medio Lateral, que en el plano Antero Posterior. Demostrando la importancia de la información visual en el control postural. Lo que confirma lo descrito inicialmente por Lee y Aronson (1974) y Brandt et al (1976) quienes sugirieron que las aferencias visuales son dominantes sobre la información vestibular en el mantenimiento de la estabilidad postural. De hecho la madurez de la aferencia visual para el control postural se logra hacia los 15 y 16 años (Steindl, Kunz, Schrott-Fisher, & Scholtz, 2006).

Biec y Kuczynski (2010) compararon los planos AP y ML, en edades previas, encontrando que los adolescentes de entre 12 a 14 años, tienen diferencias en el balance en el Plano ML, lo que probablemente indica que, según su estudio, ejercicios específicos mejoran la estabilidad en ese plano más que en el AP. Esto hace posible pensar que el control postural en niños madura más rápido en el plano AP que en el plano ML. Estos hallazgos implican que cuando un contexto sensorial genera una necesidad de mejora en la estabilidad postural, se dará prioridad a los ejercicios que refuercen la estabilidad en el plano ML. Sugerimos que debido a lo anterior, los hombres de 15 años de nuestra muestra utilizaron más esta estrategia (mediante el desplazamiento en el plano ML), a diferencia de las mujeres de su misma edad, quienes, según Guimaraes-Ribeiro *et al* (2015) utilizan mayormente el Plano AP.

Diferencias en la magnitud del desplazamiento

Algunos autores (Narciso, SS, Ferreira, Lemos, & Barauna, 2010) establecen que las variaciones antropométricas y de los segmentos corporales guían los cambios en el desplazamiento del COG. Entre las mujeres, este desplazamiento será menor en comparación con los hombres; tal diferencia radica en que las características antropométricas de las mujeres a esta edad se encuentran más cercanas al vector gravitacional, por ejemplo caderas más alargadas, a diferencia de los hombres que poseen características antropométricas más distantes del vector gravitacional, por ejemplo hombros más anchos, influyendo en mayores desplazamientos del COG. La longitud del tronco de una mujer adolescente, es similar al 38% de su cuerpo, y este valor llega a 36% para los hombres, lo que conduce a reducir el desplazamiento del COG en las mujeres, en torno a 0,08 cm más bajos que en los hombres, influyendo en menores mediciones del Área del COP (Dorneles & Pranke, 2013). Rivas y Andreis (2007) y Lemos *et al* (2009) proponen que la relación entre la articulación de la rodilla y la altura del cuerpo de las mujeres adolescentes es mayor que en los individuos de sexo masculino. Estas diferencias generan inestabilidad en los varones y, en consecuencia, mejor balance postural en el caso de las mujeres adolescentes (Dorneles & Pranke, 2013), reflejado en el parámetros desplazamiento del COP.

Área del COP

El aumento de los márgenes de seguridad abre el camino a umbrales sensoriales más altos permitiendo excursiones estabilizadoras más suaves que deberían dar lugar a ralentizar el ritmo de correcciones posturales, que serían reflejadas en los parámetros del COP, como su área (Biéc & Kuczynki, 2010). Esto

sugiere que a mayor altura y distancia del suelo del COG de cada individuo, hay mayores oscilaciones, en relación al modelo de péndulo invertido, y esto influye en un aumento en la medida del Área del COP (Dorneles & Pranke, 2013). Lo que explicaría lo mostrado por el grupo de varones de nuestra muestra. Teniendo en cuenta que las mujeres adolescentes de entre 14 y 16 años alcanzan un patrón de balance postural parecido a los adultos, presentando mejor balance postural en comparación con los individuos masculinos. (Dorneles & Pranke, 2013).

La disminución de los valores en los parámetros del COP, puede suceder por la eliminación de algún “ruido” (Olivier, Palluel, & Nougier, 2008; 2010), que fue introducido por las unidades motoras redundantes involucradas en la regulación postural en estados tempranos del aprendizaje motriz (Biéc & Kuczyński, 2010). Gatica *et al* (2013; 2014) consideraron que una menor medida de área del COP se debe al actuar eficiente de los sistemas vestibular y somatosensorial.

Velocidad Media del COP

Figura *et al* (1991) postulaban que las diferencias estadísticamente significativas para los datos de Velocidad Media se podían interpretar como un mayor esfuerzo de Balance Postural, con el fin de mantener estabilidad, lo que puede indicar un sistema postural relativamente inmaduro. Otros estudios (Vuillerme, Danion, & al, 2001; Perrin, Deviterne, Hugel, & Perrot, 2002; Nagy, y otros, 2004; Paillard, y otros, 2006) también plantearon que un aumento en la velocidad del COP representa una disminución en la habilidad para mantener una postura ortostática estable (Paillard, y otros, 2006). Sin embargo otros autores

(Davids, Kingsbury, George, O'Connell, & Stock, 1999) postularon que no estaba claro, si esta era la manera más precisa de interpretar esta variable. Una mayor velocidad del COP también puede representar una habilidad favorable para mantener una postura balanceada (Palmieri, Ingersoll, Stone, & Krause, 2002) Esto supondría un ajuste constante del COP en busca de un balance lo más estable posible en cada instante de la evaluación (Blázquez, Anguiano, Arias de Saavedra, Lallena, & Carpena, 2009). De acuerdo a este criterio, una mayor velocidad del COP puede significar una capacidad de reajuste postural más rápido y preciso; por lo que, valores más elevados de Velocidad a medidas de Área del COP similares, podrían ser interpretados como estrategias de control postural en condiciones estáticas más eficientes que valores de velocidad media más bajos para una misma Área del COP (Guimaraes-Ribeiro *et al*, 2015). Para el caso de los sujetos de nuestra muestra, podríamos deducir que los hombres de 15 años, presentan una mayor capacidad de reajuste postural, ya que alcanzan valores más altos de Velocidad media del COP, en comparación con las mujeres. Lo que concuerda con lo descrito por Dorneles y Pranke (2013), quienes postulan que las niñas y niños de una misma edad cronológica (durante la adolescencia), presentan diferentes características por estar en diferentes estados de maduración.

Desplazamiento ML COP sobre GE con Ojos Cerrados

El Conflicto Intersensorial: Un asunto de Carencia y Ponderación

Woollacott *et al* (2005) reportaron que a la edad de 4-6 años, el control postural sensorial cambia de una información visual primaria a la información somatosensorial. Biec y Kuczynski (2010) demostraron que los cambios de adaptación significativas de control postural con los ojos cerrados se observaron a partir de los 5 años en las niñas y en los niños 6. Esto sugiere que el desarrollo de la adaptación del control postural en condiciones no visuales comienza 1 año antes para las niñas que para los niños y que el período de desarrollo en las niñas fue antes que en los varones. Otro estudio de imagen por resonancia magnética (Giedd, y otros, 1999), demostró que las áreas de materia gris de la corteza frontal y parietal alcanzan su tamaño máximo de aproximadamente 1 año antes en las niñas que en los niños (Biec & Kuczynski, Postural Control in 13-year-old soccer player., 2010). Según el estudio de Cherng *et al* (2001), realizado a niños entre 7 a 10 años y adultos de 19 a 23 años, reportaron que hacia los 10 años de edad aun existe un desarrollo vestibular incompleto, mientras que hacia los 19 y 23 años la función vestibular se encontró completamente madura.

Durante el procesamiento sensorio motriz el sistema propioceptivo es de gran importancia, ya que domina el control del balance en las condiciones de la superficie de apoyo fija; sin embargo la visión no deja de ser importante para el control de la postura (Steindl *et al*, 2006; Gatica *et al*, 2013). Hirabayashi e Iwasaki (1995) demostraron que la maduración del sistema visual se completa cerca de las edades de 15 a 16 años, no diferenciándose entre los géneros (Steindl *et al*, 2006) y que juega un papel fundamental en el procesamiento e integración de otras aferencias sensoriales para la selección de las estrategias posturales en el control

del balance (Cheng *et al*, 2011). Es así como se puede asumir la maduración de los tres sistemas sensoriales en los adolescentes a los 15 años postura (Steindl *et al*, 2006; Gatica *et al*, 2013; 2014).

Teniendo en cuenta que el CNS acomoda la aferencia reducida o inexacta de un sistema sensorial, mediante el uso de la información de otro sistema sensorial, para generar una respuesta motora apropiada (Crotts, Thompson, Nahom, Ryan, & Newton, 1996); cuando uno de esos sistemas está dañado, los otros dos sistemas compensan hasta cierto punto. Pero cuando los participantes cierran sus ojos, solo un sistema sensorial permanece para el control del balance, lo que induce a una disminución en control del balance (Cheng *et al*, 2011). Así se presenta el conflicto intersensorial, que requiere de la información vestibular la cual es crítica para el balance como controlador de la posición del COG en la base de apoyo (Steindl *et al*, 2006). Teniendo en cuenta que los niños a esta edad, demandan significativamente el sistema propioceptivo al estar de pie (Gatica *et al*, 2013; 2014), tal conflicto emerge cuando los estímulos sensoriales: visual y propioceptivo, son incongruentes, entonces ocurre la dominancia vestibular en adolescentes (Steindl *et al*, 2006), debido a que el sistema vestibular es altamente demandado en ausencia de retroalimentación visual (Gatica *et al*, 2013; 2014). Basados en estos autores, sugerimos que los sujetos de nuestra muestra, al presentar edades similares (15 años), tanto los hombres como las mujeres, recurrieron al sistema vestibular para mantener el balance en condiciones de Ojos Cerrados (sin información visual) sobre la Gomaespuma (interferidor cutáneo plantar), presentándose el conflicto intersensorial, por lo que los hombres de

nuestra muestra presentaron un menor grado de madurez sensorial vestibular, necesitando un mayor desplazamiento en el plano Medio Lateral, alcanzando valores significativamente mayores que las mujeres. Lo que se encuentra en concordancia a lo expuesto por Hirabayashi & Iwasaki (1995) quienes demostraron que hacia los 14 a 15 años, el sistema vestibular sigue en el proceso de maduración (Nolan, Grigorenko, & Thorstensson, 2005). Por lo que las mujeres de 15 años de nuestra muestra, pudieron presentar un grado de madurez del control postural mayor al ser comparadas con los hombres de su misma edad.

Algunos autores sugieren que las diferencias sexuales en la capacidad de adaptación del control postural presumiblemente resultan del nivel de madurez fisiológica del sistema nervioso central, en lugar de las características antropométricas (Biéc & Kuczynki, 2010; Nolan *et al*, 2005). Lo que llega a confirmar lo sugerido en otro estudio (Rose, Wolff, Jones, & al., 2002), dados los resultados de la evaluación a pacientes adolescentes con Parálisis Cerebral, quienes postularon que la maduración (etaria) no influye el Control Postural, sino factores como la locación y severidad del daño cerebral. Idea que también es apoyada por Melo *et al* (2015) cuando encontraron que los parámetros del COP, mostraban mayor inestabilidad en adolescentes con pérdida sensorio-neural auditiva, en comparación con estudiantes con audición normal. A diferencia de Dorneles y Pranke (2013) quienes postularon que debido a los cambios en las características antropométricas, dado por los diferentes ritmos de maduración endocrina en los adolescentes, que guían la locación del COG, existirán diferencias en el Balance Postural, entre los géneros.

El Control postural puede ser en parte afectado por cambios antropométricos; sin embargo, el desarrollo de los sistemas visual, vestibular, y somatosensorial pueden dar cuenta de los cambios relacionados con la edad en el control del balance en un mayor grado (Nolan *et al*, 2005). Peterson *et al* (2006) después de la investigación de 154 niños de 6-12 años llegó a la conclusión de que la edad por sí sola representó sólo el 16% de la varianza total de la estabilidad postural, con la altura, el peso, el IMC y la adición de la variable sexo del individuo contribuyó otro 4%. Otros estudios (Riach & Hayes, 1987; Odendrik & Sandstedt, 1984) encontraron que la edad, la estatura y la masa corporal corresponden al menos al 11-20 % de las diferencias en sumatoria de los parámetros de balance para niños de 2 a 17 años (Steindl *etal*, 2006). Por lo tanto un estudio sugiere que sus resultados proporcionan evidencia indirecta de que una buena parte de éste, el 80%, procede de la actividad física (Biec & Kuczynski, 2010)

De hecho, algunos autores (Biéc *et al*, 2010 y 2015; Cheng *et al*, 2011; Guimaraes-Ribeiro *et al*, 2015), postulan que la actividad física mejora los parámetros de evaluación del COP, tanto en hombres (jugadores de fútbol) como en mujeres (gimnasia rítmica y/o bailarinas) (Cheng *et al*, 2011; Guimaraes-Ribeiro *et al*, 2015). Ya que el aprendizaje de la nueva actividad postural conduce a un mejor rendimiento que suele ser resultado de un mayor nivel de automaticidad (Biec & Kuczynski, 2010), el de este nivel se asocia con una mayor madurez del sistema postural para cambios de atención y con la demanda global más baja para recursos de atención (Logan, 1988; Milton, Small, & Solodkin, 2004). Por otra parte

la evaluación regular de los parámetros del COP, puede ser usada para la detección temprana de algún déficit leve del Control Postural, diseñando y seleccionando las mediciones adecuadas para identificar las posibles causas de ese déficit (Biec *et al*, 2015)

6.1 CONSIDERACIONES

Desde el comienzo de este proyecto se propuso poder establecer el contexto más idóneo posible para nuestros pacientes que irían a ser parte de un proceso crucial en nuestra tesis. Razón por la se gestionó contar con la aprobación directa de un integrante del Comité de Bioética de la Universidad de Valparaíso

Si bien, hubo esmero en poder controlar la mayor cantidad de variables, se presentaron algunos estímulos que intervinieron el proceso como ruidos o algunos distractores ambientales, que fueron propios de la infraestructura en la cual

se llevó a cabo la medición postural clínica y mediante posturografía; espacio que correspondía al establecimiento educacional del cual eran los estudiantes participantes, en el que los examinadores no tuvieron injerencia.

En todo momento, hubo comprometidos con obtener los datos de la manera más objetiva posible, para ello confeccionamos una pauta de evaluación clínica postural y la posturografía que es una evaluación cuantitativa y objetiva, sin embargo una parte de nuestra evaluación sí estuvo ligada al ojo clínico de cada evaluador (criterios de exclusión), por lo que cuenta con algún grado de subjetividad que se debe tener en cuenta y aquí exponemos, resultando en una variabilidad inter-evaluador

Desde el punto de vista de la muestra no probabilística y por conveniencia, sabemos que el tamaño de ésta, es pequeña; lo que conllevó a poder realizar los hallazgos significativos sólo en un rango etario (15 años) en la comparación Intergrupala. Esto se debió, por un lado, a los pocos establecimientos educacionales que aceptaron ser parte de este proyecto, y por otra parte, el acceso de carácter limitado y transitorio del instrumento de evaluación fundamental para la obtención de los datos: el oscilógrafo. Debemos mencionar como limitación del presente estudio, el nivel de aprendizaje, acostumbramiento, fatiga, motivación, y otros que tampoco fueron evaluados y que tienen que ver con aspectos emocionales de cada individuo.

Se ha propuesto la posturografía como un método objetivo, reproducible y fiable para la evaluación cuantitativa del desplazamiento del Centro de Presión

(COP), sin embargo sugerimos que faltan estudios que clarifiquen los propósitos evaluativos de la técnica posturográfica para la cuantificación de los diferentes y múltiples circuitos neurofisiológicos implicados en la mantención del balance postural y la interacción de los subsistemas sensoriales y el SNC.

7. CONCLUSIÓN

Al observar la comparación posturográfica entre hombres y mujeres de la muestra, bajo las variables medidas y controladas en este estudio, pareciera ser que la maduración de los sistemas sensoriales para ajustes posturales más precisos, determina las diferencias posturales entre los adolescentes de 15 años de edad de dos colegios de la comuna de Valparaíso

Se observó que las mujeres presentaron mejores valores cuantitativos del balance postural, lo que sugiere que los ajustes posturales se encuentran ya definidos en las mujeres en comparación a los hombres para la misma edad (15 años).

Por otro lado, este hallazgo podría sugerir, que los hombres a la edad de 15 años, tienen una mayor influencia del proceso de maduración endocrino sexual para la mantención del balance postural, presentando estrategias posturales inmaduras, confirmando las diferencias en el ritmo de desarrollo endocrino sexual entre los géneros.

De acuerdo a lo anterior, se concluye, que las manifestaciones propias del desarrollo endocrino sexual, intervienen en el control de balance postural, cuantificado por la posturografía, en los adolescentes de dos colegios de la comuna de Valparaíso.

La comprensión de los mecanismos de control postural en los adolescentes, presenta una gran relevancia a la disciplina kinésica, ya que puede ser determinante desde el primer momento de la prevención hasta la rehabilitación de un paciente en esta edad, y definitivo para sus edades posteriores. La Kinesióloga y Kinesiólogo se encuentran capacitados para aplicar la posturografía como método de cuantificación del control postural (desde la evaluación a la rehabilitación), tanto en el área de la salud como también en el área de la educación, que es en donde se encuentra la población de pacientes en este rango etario. Si bien, las alteraciones pesquisadas en este estudio, fueron motivo de

exclusión para el mismo, no lo son para el tratamiento y control de las patologías asociadas al desarrollo endocrino-sexual. Para ello, proponemos futuras investigaciones que aportarán a enriquecer los conocimientos de los mecanismos neurofisiológicos implicados en el sistema de control de balance y el desarrollo de la disciplina en estos campos.

Referencias Bibliográficas

Assaiante, C., Mallau, S., Viel, S., Jover, M., & Schmitz, C. (1998). Development of Locomotor Balance Control in Healthy Children. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *12*(2-3), 527–532.

Assaiante, C., Mallau, S., Viel, S., Jover, M., & Schmitz, C. (2005). Development of Postural Control in Healthy Children: A Funcional Approach. *Neural Plasticity*, *12*(2-3), 109-108.

Biec, E., & Kuczynski, M. (2010). Postural Control in 13-year-old soccer player. *Eur J Appl Physiol*, *110*, 703-708.

- Biec, E., Giemza, C., & Kuczynski, M. (2015). Changes in postural control between 13- and 19-year-old soccer players: is there a need for a specific therapy? *Journal of Physical Therapy Science*, 27(8), 2555-2557.
- Blázquez, M., Anguiano, M., Arias de Saavedra, F., Lallena, A., & Carpena, P. (2009). Aplicación del Método Detrended Fluctuation Analysis a la trayectoria del centro de presión del cuerpo humano. *Rev Fis Med*, 10(1), 27-34.
- Brandt, T., Wenzel, D., & Dichgans, J. (1976). Die Entwicklung der visuellen Stabilisation des aufrechten Standes beim Kind: Ein Reifezeichen in der Kinder neurologie. *Arch Psychiatr Nervenkr*, 223(1), 1-13.
- Bressel, E., Yonker, J. C., Kras, J., & Heath, E. M. (2007). Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, Gymnastics Athletes. *Journal of Athletic Training*, 42(1), 42 - 46.
- Burrows, R., Ceballos, X., Burgueño, M., & Muzzo, S. (2010). trend in puberal development of school age children in the Metropolitan Region of Chile. *rev Med Chile*, 138, 61-7.
- Burrows, R., Díaz, N., & Muzzo, S. (2004). Variations of body mass index (BMI) according to degree of puberal development. *Rev Med Chile*, 136-8.
- Cheng, H.-S., Law, C.-L., Pan, H.-F., Hsiao, Y.-p., Hu, J.-H., Chuang, F.-K., & Huang, M.-H. (2011). Preliminar results of dancing exercise on postural stability in adolescent females. *Kaohsiung Journal of Medicine Science*, 27, 566-572.
- Cherng, R. J., Chen, J. J., & Su, F. C. (2001). Vestibular system in performance of standing balance of children and young adults under altered sensory conditions. *Percept Mot Skills*, 92(3 (Pt 2)), 1167 - 1179.
- Chiari, L., Rocchi, L., & Capello, A. (2002). Stabilometric parameters are affected by anthropometry and foot placement. *Clin Biomech*, 17(9-10), 666-677.
- Crotts, D., Thompson, B., Nahom, M., Ryan, S., & Newton, R. (1996). Balance Abilities of profesional dancers on select balance test. *J Orthop Sport Phys Ther*, 23(1), 12-7.
- Davids, K., Kingsbury, D., George, K., O'Connell, M., & Stock, D. (1999). Interacting constraints and the emergence of postural behavior in ACL-deficient subjects. *J Mot Behav*, 31(4), 358-66.
- Dorneles, P. P., & Pranke, G. I. (2013). Comparison of postural balance between female and male adolescents. *Fisioter Pesq*, 20(3), 210-214.
- Duarte, M., & Freitas, S. (May/Jun de 2010). Revision of posturography based on force. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14(3), 183-192.

- Espinoza-Navarro, O., Olivares Urquieta, M., Palacios Navarrete, P., & Robles Flores, N. (2013). Prevalencia de Anomalías de Pie en Niños de Enseñanza Básica de Entre 6 a 12 Años, de Colegios de la Ciudad de Arica-Chile. *International Journal of Morfology*, 31(1), 162-168.
- Figura, F., Cama, G., Capranica, L., Guidetti, L., & C, P. (1991). Assessment of static balance in children. *J Sports Med Phys Fitness*, 31(2), 235-42.
- Gaete, X., & Codner, E. (2006). Timing of puberty: secular trend toward earlier development in Chile and variations around the world. *Rev Chil pediatr*, 456-65.
- Gatica Rojas, V. f., Mende Rebolledo, G. A., Soto Poblete, A. E., & Elgueta Cancino, E. L. (2013). Quantification of standing balance in an elderly population and in children in Chile. *IATREIA*, 26(4), 430-436.
- Gatica, V., Irene Velasquez, S., Méndez, G., Guzmán, E., & Manterola, C. (2014). Differences in standing balance in patients with cerebral palsy and typically developing children. *Biomédica*, 34(1), 102-9.
- Geuze, R. H. (2005). Postural Control in Children with Developmental Coordination Disorder. *NEURAL PLASTICITY*, 12(2-3), 1-15.
- Giedd, J. N., Blumenthal, J., Jeffries, N. O., Castellanos, F., Liu, H., Zijdenbos, A., . . . Rapoport, J. L. (1999). Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2, 861 - 863.
- Guimaraes-Ribeiro, D., Hernandez-Suarez, M., Rodriguez-Ruiz, D., & García-Manzo, J. (2015). Effect of systematic rhythmicgymnastics training on postural control of young girls. *Rev Andal Md Deporte*, 8(2), 54-60.
- Hirabayashi, S., & Iwasaki, Y. (1995). Developmental perspective of sensory organization on postural control. *Brian Dev*, 17(2), 111-3.
- Kendall, F. P., M., E. K., & P., P. G. (2000). *Kendall's Pruebas, funciones y dolor postural 4ª edición*. Madrid: Marban.
- Keogh, J., & Sudgen, D. (1985). *Movement skill development*. New York: Macmillan.
- Latash, M. L., Krishnamoorthy, V., Scholz, J. P., & Zatsiorsky, V. M. (2005). Postural Synergies and their Development. *NEURAL PLASTICITY*, 12(2-3), 119 - 130.
- Lebiedowska, M., & Syczewska, M. (2000). Invariant sway properties in children. *Gait and Posture*, 12(3), 200 - 204.
- Lee, D., & Aronson, E. (1974). Visual proprioceptive control of standing in human infants. *Percept Phsycophys*, 15(3), 529-532.

- Lemos, L. F., Teixeira, C. S., & Mota, C. B. (2009). Uma revisão sobre centro de gravidade e equilíbrio corporal. *R. bras. Ci. e Mov*, 17(4), 83-90.
- Logan, G. (1988). Automaticity, resources, and memory: theoretical controversis and practical implications. *Hum Factors*, 30, 583 - 598.
- Magee, D. J. (1996). *Ortopedia segunda edición*. Mexico D.F.: Interamericana - Mcgraw Hill.
- Mallau, S., Vaugoyeau, M., & Assaiante, C. (2010). Postural Strategies and sensory Integration: No Turning Point between Childhood and Adolescence. *Plos ONE*, 5(9), e13078.
- Melo, R., Lemos, A., Macky, C., & Ferraz, K. (2015). Postural control assessment in students with normal hearing and sensorineural hearing loss. *Braz J Othorhinolaryngol.*, 81, 431-8.
- Milton, J., Small, S., & Solodkin, A. (2004). On the road to automatic: dynamics aspects in the develop of the expertise. *J Clin Neurophysiol*, 21(3), 134-143.
- MINSAL. (2009-2010). *Encuesta Nacional de Salud ENS Chile, Tomo II*. Santiago.
- MINSAL. (2013). *Programa Naional de Salud Integral de Adolescentes y Jóvenes*. Santiago: Valente.
- Muzzo B, S. (2003). Normal and abnormal growth of the child and adolescent. *Rev Chil Nutr*, 92-100.
- Nagy, E., Toht, K., Janositz, G., Kovacs, G., Feher-Kiss, A., Angyan, L., & Horvath, G. (2004). Portural control in athletes participating in an ironmann triathol. *European Journal of Applied Physiology*, 92(4), 407-413.
- Narciso, F., SS, S., Ferreira, F., Lemos, V., & Barauna, M. (2010). Altura percentual do centro de gravidade e número de quedas em idosos activos e sendentarios. *rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 302-7.
- Nolan, L., Grigorenko, A., & Thorstensson, A. (2005). Balance Control: sex and age differences in 9- to 16- year-olds. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 449-454.
- Odendrik, P., & Sandstedt, P. (1984). Development of postural sway in the normal child. *Hum Neurobiol*, 241-244.
- Olivier, I., Cuisiner, R., Vaugoyeau, M., Nougier, V., & Assaiante, C. (2010). Age-related differences in cognitive and postural dual-task performance. *Gait & Posture*, 32(4), 494-9.
- Olivier, I., Palluel, E., & Nougier, V. (2008). Effects of attentional focus on postural sway in children and adults. *Exp Brain Res*, 185(2), 341-345.
- Paillard, T., Noe, F., Rivière, T., Marion, V., Montoya, R., & Dupi, P. (2006). Postural Performance and Strategy in the Unipedal Stance of soccer players at differentlevels of competition. *Journal of Athletic Training*, 41(2), 172-6.

- Palmieri, R., Ingersoll, C., Stone, M., & Krause, B. (2002). Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *J Sport Rehabil*, 11, 51-66.
- Perrin, P., Deviterne, D., Hugel, F., & Perrot, C. (2002). Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait Posture*, 15(2), 187-94.
- Peterka, R., & Loughlin, P. (2004). Dynamic Regulation of Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal Neurophysiology*, 91(1), 410-23.
- Peterson, M., Christou, E., & Rosengren, K. (2006). Children achieve adult-like sensory integration during stance 12-year-old. *Gait and Posture*, 455-463.
- Peydros de M, M. F., Bayadal, J. M., & Vivas, M. J. (2005). Assessment and rehabilitation of balance by posturography. *Rehabilitación*, 39(6), 315-323.
- Riach, C., & Hayes, K. (1987). Maturation of postural sway in young children. *Dev Med Child Neurol*, 650-658.
- Rivas, R. C., & Andries, J. O. (2007). O dimorfismo sexual e suas implicações no rendimento e planejamento do esporte feminino. *Mov Percep*, 126-148.
- Rose, J., Wolff, D. R., Jones, V. K., & al., e. (2002). Postural balance in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 58-63.
- Sampieri Hernandez, R. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Simm, P., & Werther, G. (2005). Child and adolescent growth disorders. *Aust Fam Physician*, 4(9), 731-7.
- Steindl, R., Kunz, K., Schrott-Fisher, A., & Scholtz, A. W. (2006). Effect of age and sex on maturation of sensory system and balance control. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 477-482.
- Verkauskiene, R., Petraitiene, I., & Alber, K. (2013). Puberty in Children born Small for Gestational Age. *Hormone Research in Paediatrics*, 69 - 77.
- Visser, J. E., Carpenter, M. G., van der Kooij, H., & Bloem, B. R. (2008). The clinical utility of posturography. *Clinical Neurophysiology*, 119, 2424-2436.
- Vuillerme, N., Danion, F., & al, e. (2001). The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neurosci Lett*, 83-6.
- Winter, D. A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Elsevier Science*, 3(4), 193-214.

Woollacott, M., Debu, B., & Shumway-Cook, A. (2005). Postural dysfunction during standing and walking in Children with cerebral palsy: What are the underlying problems and what new therapies might improve balance? *Neural Plasticity*, 47, 211-9.

Población INE 2009	Total País	% Nivel País	Hombres	% Nivel país	Mujeres	% Nivel País
Población 10-14 años	1.360.847	8.2%	692.423	4.00%	668.424	3.7%
Población de 15-19 años	1.483.285	8.8%	754.005	5.00%	729.280	4.3%
Total población adolescente 10-19	2.844.132	17.0%	1.446.428	9.0%	1.397.704	8.0%
Población total estimada país	16.928.873	100%	8.379.571	49%	8.549.302	51%

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas, INE 2009

9. ANEXOS

Anexo N° 1: **Población estimada de adolescentes, según rangos etarios.**

Anexo N°2: Criterio de calificación, según el IMC (Ministerio de Salud, 2012)

- IMC menor al percentil 10: Bajo peso.

MUJERES
Percentiles

Edad Años	p5	p10	p25	p50	p75	p85	p90	p95
12.0	14,5	15,4	16,5	18,1	20,2	21,8	22,9	25,2
12.5	14,7	15,6	16,8	18,4	20,6	22,2	23,4	25,7
13.0	14,9	15,9	17,1	18,7	21,0	22,5	23,9	26,3
13.5	15,2	16,2	17,4	19,0	21,3	22,9	24,3	26,7
14.0	15,4	16,4	17,6	19,4	21,7	23,3	24,6	27,3

- IMC entre percentil 10 y

percentil 85 corresponde a estado nutricional normal.

- IMC entre percentil 85 y percentil 95: Riesgo de obesidad.
- IMC mayor de percentil 95: Obesidad.

VARONES

Percentiles

Edad Años	p5	p10	p25	p50	p75	p85	p90	p95
12,0	14,9	15,4	16,5	17,8	19,7	21,0	22,1	24,2
12,5	15,2	15,7	16,7	18,2	20,1	21,4	22,6	24,7
13,0	15,4	16,0	17,0	18,4	20,4	21,8	23,0	25,1
13,5	15,7	16,2	17,3	18,8	20,8	22,2	23,5	25,6
14,0	15,9	16,5	17,6	19,2	21,2	22,6	23,8	26,0

Anexo N°3: Segmentos corporales y su medición por plano corporal.

Plano	Tipo de Medición	Segmento	Término Clínico	Referencia (Línea o punto) del Segmento	Referencia (Línea o punto) Global	Referencia Bibliográfica	
Sagital	Angulo	Pélvico	Anteversión, Retroversión	Línea entre el trocánter mayor del fémur y la espina iliaca anterior superior	LCS	Modificado de (2)	
		Lumbar		Línea entre el apófisis espinoso de T12 y L1		Modificado de (6)	
		Torácico		Línea entre el apófisis espinoso de C7 y T1			
		Cervical Inferior	Flexión, Extensión	Línea entre el apófisis espinoso de C3 y C5			
		Cabeza		Línea entre el punto externo del ojo y el punto medio del trago de la oreja			
		Brazo Superior *		Línea entre la tuberosidad mayor del humero y el epicóndilo lateral del humero		Modificado de (7)	
		Brazo Inferior *	Flexión, Extensión	Línea entre el epicóndilo lateral de humero y el proceso estiloides del cubito		Línea entre la tuberosidad mayor del humero y el epicóndilo lateral del humero.	Modificado de (8)
		Pierna Superior *		Línea media de la pelvis		Línea entre el trocánter mayor del fémur y el cóndilo lateral del fémur.	Modificado de (8)
		Pierna Inferior *		Línea entre el trocánter mayor del fémur y el cóndilo lateral del fémur		Línea entre el cóndilo lateral del fémur y el maléolo lateral.	Modificado de (8)
		Pie *	Dorsiflexión, Plantiflexión	Línea entre la cabeza del peroné y el maléolo lateral		Línea entre el maléolo lateral y el longitud del quinto metatarsiano lateral del pie.	Modificado de (8)
	Distancia	Curva Lumbar	Desplazamiento	Línea horizontal que emerge del apófisis espinoso del ápex de la curva	LCS	Modificado de GOSS y (9)	
		Curva Torácico		Línea horizontal que emerge del apófisis espinoso del ápex de la curva		GOSS	
		Curva Cervical		Línea horizontal que emerge del apófisis espinoso del ápex de la curva		Modificado de GOSS	
		Escapular		Distancia entre la apófisis espinosa de C7 y el borde anterior del acromion		(2)	
Coronal	Angulo	Pélvico (posterior)	Inclinación Derecha ó Izquierda	Línea horizontal que pasa por las espinas iliacas posterior superior	LCC	Modificado de (10)	
		Lumbar		Línea entre el apófisis espinoso de T12 y L1		Modificado de (6)	
		Torácico		Línea entre el apófisis espinoso de C7 y T1			
		Cervical Inferior		Línea entre el apófisis espinoso de C3 y C5			
		Cabeza		Línea entre la Protuberancia Occipital y el apófisis espinoso de C2			
		Pierna Inferior		Línea entre el punto central de la inasa muscular de la pantorrilla y el punto central del calcáneo		GOSS- Petrocci	
	Distancia	Curva Apex **	Desplazamiento	Línea horizontal que emerge del apófisis espinoso del ápex de la curva	GOSS		
Transverso	Angulo	Pélvico	Rotación	Línea entre los puntos centrales de la cresta iliaca D, I	LCT	(7)	
		Torácico-lumbar**		Línea entre la articulación acromioclavicular derecha e izquierda		GOSS, Modificado de (11)	
		Cabeza		Línea entre el pabellón auricular de la oreja derecha e izquierda			
	Pierna Superior	Separación	Línea entre la espina iliaca anterior superior y el punto central entre los cóndilos femorales	Modificado de (7)			

*Se realiza mediciones en ambos lados.

** Se puede tener una o más mediciones de acuerdo a las curvas presentes.

LCS= Línea vertical que emerge del punto central del Trocánter Mayor (2).

LCC= Línea vertical que pasa por el punto central de S1 (punto central entre las espinas iliacas posterior superior) GOSS.

LCT= Línea horizontal paralelo al superficie de la silla GOSS.

Anexo N°4: Factores más comunes que infieren en la postura.

Factores posturales	<p>Brote de crecimiento temprano Crecimiento mamario Desequilibrios musculares Dolor Compresión raíces nerviosas Debilidad general Exceso peso Pérdida de propiocepción</p>									
	Factores estructurales									
	Anormalidades raquídeas		Escoliosis Hiper cifosis Hiperlordosis							
	Desviación angular de rodillas		Genu varo Genu valgo							
Alteraciones morfológicas del pie										
Hiperlaxitud ligamentosa		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Eje transversal</th> <th>Eje vertical</th> <th>Eje longitudinal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pie talo Pie equino Pie plano Pie cavo</td> <td>Pie aducto Pie abducto Pie varo Pie valgo</td> <td>Pie supinado Pie pronado</td> </tr> </tbody> </table>			Eje transversal	Eje vertical	Eje longitudinal	Pie talo Pie equino Pie plano Pie cavo	Pie aducto Pie abducto Pie varo Pie valgo	Pie supinado Pie pronado
Eje transversal	Eje vertical	Eje longitudinal								
Pie talo Pie equino Pie plano Pie cavo	Pie aducto Pie abducto Pie varo Pie valgo	Pie supinado Pie pronado								
<p>Criterios de Beighton para diagnóstico y medición</p> <ul style="list-style-type: none"> -Dorsiflexión pasiva del 5° dedo que sobrepase los 90° (un punto por cada mano). -Aposición pasiva de los pulgares a la cara flexora del antebrazo (un punto por cada lado). -Hiperextensión activa de los codos que sobrepase los 10° (un punto por cada lado). -Hiperextensión de las rodillas que sobrepase los 10° (un punto por cada lado). -Flexión de tronco hacia adelante, con las rodillas en extensión, de modo que las palmas de las manos se apoyen sobre el suelo (un punto). 										

Anexo N° 5: Ficha evaluación postural y registro de datos.

Código: _____

Establecimiento:

RBL	_____
ESG	_____
INS	_____

FICHA DE EVALUACIÓN POSTURAL

Nombre: _____ Edad: _____ Fecha Nac.: _____

Fecha evaluación: _____ Fono: _____

PLANO FRONTAL
Vista Anterior

Posición Cabeza

Simetría Hombros

Tórax

Ombiligo

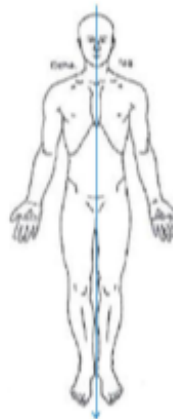
Pelvis EIAS

Rodillas

Piernas

Tobillo

Pie



Otros:

Vista Posterior

Posición cabeza

Simetría de hombros
Escápulas

Pelvis – EIPS – cresta iliaca

Pliegue Inter - glúteo

Pliegue glúteo
Pliegue poplíteo
Piernas
Tobillo
~



Otros:

Anexo N° 5.1: Ficha evaluación postural y registro de datos.

FICHA DE EVALUACIÓN POSTURAL

PLANO SAGITAL (I - D)



Cabeza
 Curvaturas
 Cervical (2.5-4.5)

Hombros

Pelvis
 Curva lumbar (4.5-6.5)

Rodillas



Otros: _____

Test de Adams:

	+	-
D		
I		

Test de dominancia motora:

	EESS	EEII
D		
I		

DATOS DE EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA

- Talla: _____ cm
- Peso: _____ Kg
- IMC: _____

Anexo N° 7: Consentimiento informado para padres y/o tutores legales.

Comparación de variables posturográficas en adolescentes hombres y mujeres entre 15 y 17 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso

Investigador responsable: Prof. Klgo. Alex Araneda Yáñez Msc.

Colaboradores:

Klga. Pamela Soto Droguett Msc.

Klga. Astrid Cancino Briceño

Klga. Paula Araya Herrera

Natalie Cortés González

Tamara Neira Vergara

Tesistas:

Pablo López Fredz

Andrés Rojas Espinoza

Teléfono de contacto: (032) 2995535; Dirección: Brasil 1560, Valparaíso

Institución: Carrera de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso.

Teléfono contacto tesistas: Anres Rojas Espinoza: 56-975423070

El presente consentimiento puede contener palabras que usted no comprenda, por lo que se deja de manifiesto la total voluntad a responder cualquier tipo de duda o inquietud que surja dentro de todo este proceso, por parte de los investigadores.

I- INTRODUCCIÓN:

Su pupilo ha sido invitado a participar en un estudio de investigación. Antes de que decida participar, por favor lea este documento cuidadosamente. Puede formular todas las preguntas que tenga, para asegurarse de que entiende los procedimientos del estudio, incluyendo los riesgos y los beneficios.

II- PROPÓSITO DEL ESTUDIO:

El estudio al cual accederá su pupilo voluntariamente a participar autorizado por los tutores legales, tiene como objetivo describir y comparar variables posturales y posturográficas en preadolescentes hombres y mujeres en el rango de edad entre 15 y 17 años.

III- PARTICIPANTES DEL ESTUDIO:

Alumnos de colegios pertenecientes a la comuna de Valparaíso, incluido en el rango etario entre 15 y 17 años y sin distinción de género.

IV- PROCEDIMIENTOS:

En primer lugar se realizará una evaluación postural clínica estática bípeda, para luego proceder a una evaluación posturográfica estática, la cual consta de 4 pruebas: bípedo ojos abiertos, bípedo ojos cerrados, bípedo ojos abiertos con gomaespuma y bípedo ojos cerrados con gomaespuma. Para esto se requerirá que los alumnos se presenten descalzos y con ropa adecuada para la evaluación (traje de baño, calzas, short, polera sin mangas, etc.). Se efectuará en las dependencias del colegio al que pertenece, por un periodo de 1 día. Siempre estará supervisado por el investigador y colaboradores.

Anexo N° 7.1: Continuación consentimiento informado para padres y/o tutores legales.

V-RIESGOS O INCOMODIDADES:

Al realizar la evaluación el alumno será expuesto a una evaluación kinesiológica con ropa ligera por lo que podría sentirse incómodo frente a la mirada del evaluador. Dentro de este estudio no se presenta riesgo alguno para el alumno.

VI- BENEFICIOS:

Gracias a la evaluación postural clínica se podrá detectar alguna alteración postural evidente y que pudiese tener consecuencias futuras para la salud del niño.

VII- COSTOS:

No existe costo para los participantes.

VIII- INCENTIVO PARA EL PARTICIPANTE:

Los participantes no recibirán ningún beneficio económico por su participación en el estudio, sin embargo se entregará un informe postural con los hallazgos clínicos de interés.

IX- PRIVACIDAD Y CONFIDENCIALIDAD

Toda la información que sea obtenida, será trabajada de forma totalmente confidencial y sólo será utilizada para efectos de la investigación, por lo que no se revelará la identidad de ningún participante. Los resultados de esta investigación pueden ser publicados, pero la identidad no será divulgada. Si usted desiste de la participación de su pupilo en la investigación, no se usará su información personal ni de su salud para este estudio. La autorización para el uso y el acceso de la información para los propósitos de la investigación es totalmente voluntaria.

X- PARTICIPACIÓN Y RETIRO VOLUNTARIOS:

La participación en este estudio es voluntaria. El alumno puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento. Esta decisión no resultará en ninguna penalidad o pérdida de beneficios para los cuales tenga derecho.

XI- PREGUNTAS:

Si tiene alguna pregunta sobre este estudio o sobre su participación en el mismo, usted puede contactar al investigador responsable o a cualquiera de los co-investigadores. (Prof. Alex Araneda Yáñez). Teléfono de contacto: (032) 2995654 (Secretaria Valentina Ponce).

Firme este documento solo cuando haya aclarado sus dudas y recibido respuestas satisfactorias para todas sus preguntas. Si usted firma aceptando participar en este estudio, recibirá una copia firmada, con la fecha en que firmó este consentimiento.

Se adjunta ficha de registro de información relevante para la evaluación del alumno, por favor completar

Anexo N° 7.1.2: Continuación consentimiento informado para padres y/o tutores legales.

FICHA DE ASENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES:

El estudio "Comparación de variables posturográficas en adolescentes hombres y mujeres entre 15 y 17 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso".

Entiendo que:

- El objetivo de este trabajo es investigar y comparar variables relacionadas con la postura del cuerpo humano en preadolescentes hombres y mujeres en el rango de edad entre 15 y 17 años
- Se realizaran primero una evaluación clínica de la postura y luego una serie de pruebas en sobre una máquina en posición de pie.
- Toda la información que se obtenga, será trabajada de forma totalmente confidencial y sólo será utilizada para efectos de la investigación, por lo que no se revelará mi identidad.
- Mi participación en este estudio es voluntaria. Puedo decidir no participar o retirarme del estudio en cualquier momento.
- Me ha sido explicado y he leído y entendido la información que se me ha entregado.

En relación a lo leído y explicado por los investigadores, estoy de acuerdo en participar de este proyecto y autorizo el uso y difusión de la información obtenida luego de la evaluación.

Al firmar esta hoja de asentimiento, entiendo que cuento con la libertad de poder retirarme de este estudio si lo deseo en cualquier momento.

Yo, _____ Rut _____, doy autorización para la participación de mi pupilo en este estudio.

Firma:

Yo, _____ Rut _____, he explicado cuidadosamente la naturaleza, procedimientos y eventuales riesgos del estudio a la persona mencionada anteriormente y he sido testigo de que se ha completado el documento de consentimiento informado.

Cargo e Institución: _____

Firma:

Fecha: _____ (Día- Mes-Año)

Anexo N° 8: Asentimiento informado para participantes

Comparación de variables posturográficas en adolescentes hombres y mujeres entre 15 y 17 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso

Investigador responsable: Prof. Klgo. Alex Araneda Yáñez Msc.

Colaboradores:

Klga. Pamela Soto Droguett Msc.

Klga. Astrid Cancino Briceño

Klga. Paula Araya Herrera

Natalie Cortés González

Tamara Neira Vergara

Tesistas:

Pablo López Fredz

Andrés Rojas Espinoza

Teléfono de contacto: (032) 2995535; Dirección: Brasil 1560, Valparaíso

Institución: Carrera de Kinesiología, Facultad de Medicina, Universidad de Valparaíso.

Teléfono contacto tesistas: Andres Rojas Espinoza: 56-975423070

El presente consentimiento puede contener palabras que usted no comprenda, por lo que se deja de manifiesto la total voluntad a responder cualquier tipo de duda o inquietud que surja dentro de todo este proceso, por parte de los investigadores.

I- INTRODUCCIÓN:

Su pupilo ha sido invitado a participar en un estudio de investigación. Antes de que decida participar, por favor lea este documento cuidadosamente. Puede formular todas las preguntas que tenga, para asegurarse de que entiende los procedimientos del estudio, incluyendo los riesgos y los beneficios.

II- PROPÓSITO DEL ESTUDIO:

El estudio al cual accederá su pupilo voluntariamente a participar autorizado por los tutores legales, tiene como objetivo describir y comparar variables posturales y posturográficas en preadolescentes hombres y mujeres en el rango de edad entre 15 y 17 años.

III- PARTICIPANTES DEL ESTUDIO:

Alumnos de colegios pertenecientes a la comuna de Valparaíso, incluido en el rango etario entre 15 y 17 años y sin distinción de género.

IV- PROCEDIMIENTOS:

En primer lugar se realizará una evaluación postural clínica estática bípeda, para luego proceder a una evaluación posturográfica estática, la cual consta de 4 pruebas: bípedo ojos abiertos, bípedo ojos cerrados, bípedo ojos abiertos con gomaespuma y bípedo ojos cerrados con gomaespuma. Para esto se requerirá que los alumnos se presenten descalzos y con ropa adecuada para la evaluación (traje de baño, calzas, short, polera sin mangas, etc.). Se efectuará en las dependencias del colegio al que pertenece, por un periodo de 1 día. Siempre estará supervisado por el investigador y colaboradores.

Anexo N° 8.1: Asentimiento Informado (Participantes)

FICHA DE ASENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES:

El estudio "Comparación de variables posturográficas en adolescentes hombres y mujeres entre 15 y 17 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso".

Entiendo que:

- El objetivo de este trabajo es investigar y comparar variables relacionadas con la postura del cuerpo humano en preadolescentes hombres y mujeres en el rango de edad entre 15 y 17 años
- Se realizaran primero una evaluación clínica de la postura y luego una serie de pruebas en sobre una máquina en posición de pie.
- Toda la información que se obtenga, será trabajada de forma totalmente confidencial y sólo será utilizada para efectos de la investigación, por lo que no se revelará mi identidad.
- Mi participación en este estudio es voluntaria. Puedo decidir no participar o retirarme del estudio en cualquier momento.
- Me ha sido explicado y he leído y entendido la información que se me ha entregado.

En relación a lo leído y explicado por los investigadores, estoy de acuerdo en participar de este proyecto y autorizo el uso y difusión de la información obtenida luego de la evaluación.

Al firmar esta hoja de asentimiento, entiendo que cuento con la libertad de poder retirarme de este estudio si lo deseo en cualquier momento.

Yo, _____ Rut _____, doy autorización para mi participación en este estudio.

Firma:

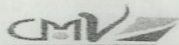
Yo, _____ Rut _____, he explicado cuidadosamente la naturaleza, procedimientos y eventuales riesgos del estudio a la persona mencionada anteriormente y he sido testigo de que se ha completado el documento de consentimiento informado.

Cargo e Institución: _____

Firma:

Fecha: _____ (Día- Mes-Año)

Anexo N° 9: Carta solicitud a Corporación Municipal de Educación de Valparaíso.



VALPARAÍSO, 22 de Noviembre 2013

SR.
PATRICIO IBÁÑEZ LEÓN
DIRECTOR
INSUCO
PRESENTE

Estimado Director

Agradeceré dar las facilidades necesarias a los siguientes alumnos de 4° Año de la Carrera de Kinesiología de la Universidad de Valparaíso, para que realicen Proyecto de Tesis - " Comparación de variables posturográficas en pre-adolescentes hombres y mujeres entre 12 y 17 años de la Región de Valparaíso " - el cual consta de dos etapas, en el Establecimiento que usted dirige :

- Natalie Victoria Cortés González RUT N° 17.815.603-9
- Pablo Antonio López Fredz RUT N° 17.140.072-4
- Tamara Giselle Neira Vergara RUT N° 16.302.206-5
- Andrés Esteban Rojas Espinoza RUT N° 16.910.230-9
- Loreto Jesús Scaff Allendes RUT N° 17.124.748-9

Saluda atentamente.

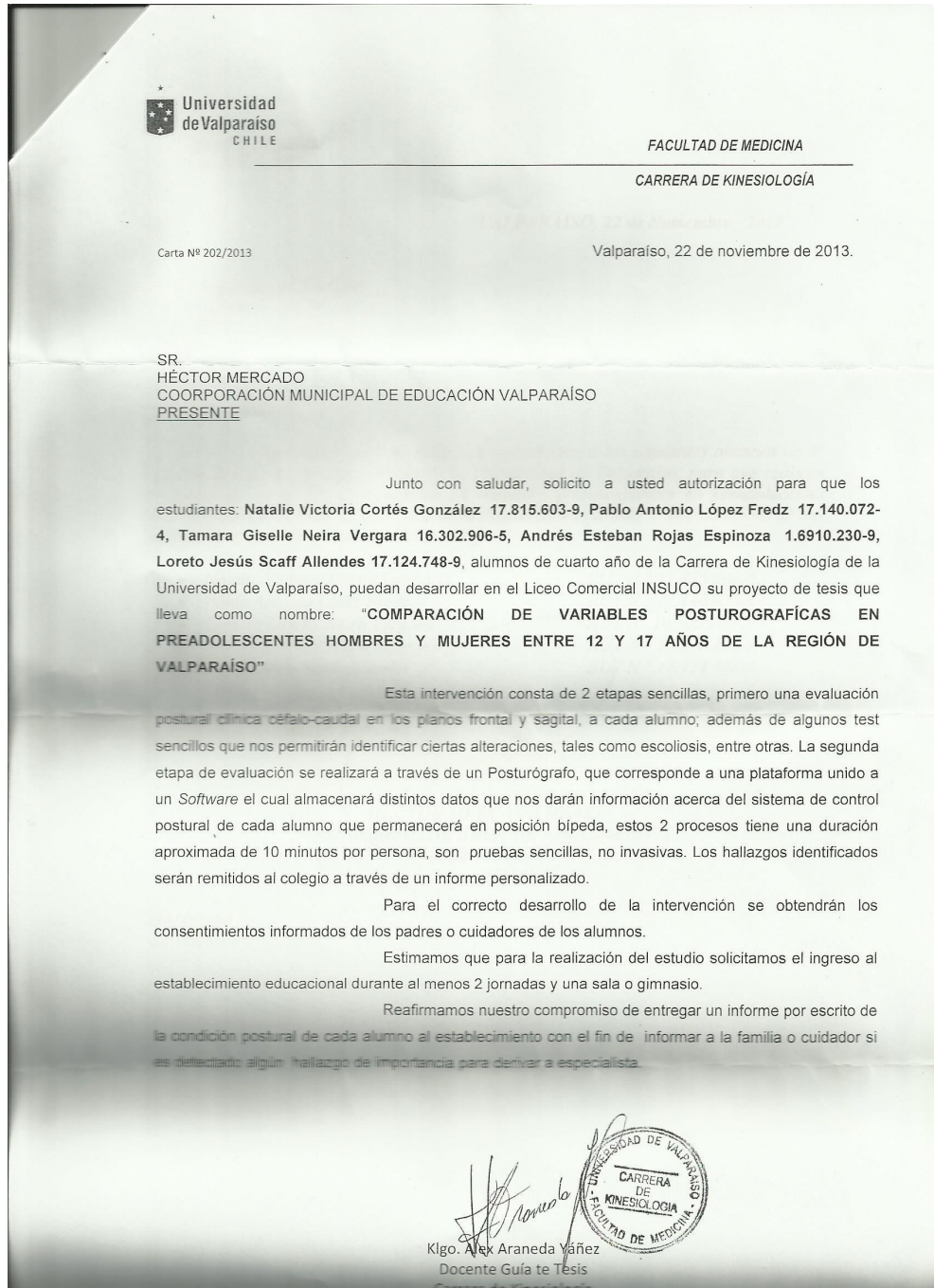
Héctor Mercado Drake
Subdirector Área Educación
Jefe Unidad Apoyo complementarios

HÉCTOR MERCADO DRAKE
SUBDIRECTOR AREA DE EDUCACIÓN
CORMUVAL

Fono: 2135018

HMD/mbd
c.: Archivo

Anexo N° 9.1 : Carta solicitud a Corporación Municipal de Educación de Valparaíso.



Anexo N° 10: Carta Integrante comité de Bioética Facultad de Medicina

Universidad de Valparaíso.



Valparaíso marzo 2014

El suscrito, integrante del comité de ética de la Facultad de Medicina y representante de la Escuela de Kinesiología ante este comité, declara haber evaluado el proyecto de tesis "Comparación de variables posturográficas en adolescentes hombres y mujeres entre 15 y 17 años de dos colegios de la comuna de Valparaíso.", presentado por el investigador responsable Alex Araneda Yáñez. Kigo MSc, adscrito a esta Escuela y los alumnos: Pablo López Fredz y Andrés Rojas Espinoza

En la valoración bioética del proyecto, el suscrito consideró que dicha propuesta cumple con los principios éticos necesarios para su realización, entre otros, los de beneficencia y atención a potenciales riesgos; se concluyó que su pertinencia fundamental radica en:

1. El diseño se ajusta a las Normas de Investigación en Seres Humanos.
2. El estudio propuesto podrá aportar al entendimiento de variables posturográficas en adolescentes. El potencial beneficio de esta investigación supera a los riesgos, estimados en una cuantía no mayor a la habitual exposición de los sujetos de investigación
3. El Consentimiento Informado da cuenta de la finalidad de la investigación en forma clara; explícita y respeta la voluntariedad del posible participante, además de ofrecerle la oportunidad de retirarse en cualquier momento sin que ello le revista algún perjuicio; asegura la confidencialidad de los datos y de la identidad del sujeto; se precisa que no existen riesgos, ni costos involucrados como tampoco remuneración por participar; especifica en qué consistirá la colaboración del sujeto, señalando tiempo que involucrará la aplicación de los instrumentos, y explicitando el compromiso de activar un protocolo de contención y posterior derivación si se detectara alguna sintomatología que así lo requiriese en los participantes; así también, los investigadores dan a conocer su teléfono e E-mail de contacto para ubicarlo en caso de cualquier consulta o duda.
4. Los antecedentes curriculares del Investigador Principal garantizan la ejecución del estudio dentro de los marcos éticos y técnicos aceptables.

Se extiende la presente constancia a petición de los interesados.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Daniel Ciudad Antognini".

Kigo. Daniel Ciudad Antognini
Docente Escuela kinesiología

Anexo N° 11: Encuesta de antecedentes importantes entregada a padres y/o tutores legales.

COMPLETE LA SIGUIENTE INFORMACIÓN RESPECTO A SU PUPILO

Tipo parto:

Semanas gestación:

Problemas salud graves entre 6 meses – 2 años:

Alergias:

Accidentes:

Cirugías:

Prótesis:

Otras patologías:

Anexo N ° 12.1: Estadística descriptiva considerando valor mínimo y máximo, media, mediana y desviación típica para mujeres en rango etario de 15 años (n=6), para cada variable posturografica en T1 (colores salmones) y T2 (colores lilas).

VARIABLE POSTUROGRAFICA	SOTs	VALORES										
		MINIMO	MINIMO	MAXIMO	MAXIMO	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIANA	MEDIANA	DES. EST.	DES. EST.
Velocidad Media (m/s)	Seguimiento (SGx)	0,22	0,252	0,498	0,488	0,285	0,317	0,2345	0,293	0,0869	0,1081	0,0869
	Ojos Aviertos (OAx)	0,218	0,236	0,249	0,302	0,228	0,255	0,2255	0,2495	0,0243	0,0111	0,0243
	Ojos Cerrados (OCx)	0,223	0,257	0,239	0,544	0,239	0,350	0,321	0,327	0,0194	0,0194	0,1014
Área del COP (mz)	Seguimiento (SGx)	0,002	0,013	0,084	0,106	0,022	0,043	0,012	0,032	0,0350	0,0309	0,0350
	Ojos Aviertos (OAx)	0,001	0,006	0,010	0,045	0,007	0,023	0,0075	0,022	0,0033	0,0033	0,0130
	Ojos Cerrados (OCx)	0,002	0,015	0,033	0,161	0,014	0,073	0,0075	0,0655	0,0133	0,0133	0,0521
Desplazamiento A-P (mm)	Seguimiento (SGx)	54,499	142,956	351,266	385,794	155,658	225,441	138,861	184,692	103,789	93,161	93,161
	Ojos Aviertos (OAx)	54,015	90,996	132,795	186,120	101,091	156,590	106,248	164,112	30,396	33,636	33,636
	Ojos Cerrados (OCx)	71,072	215,558	276,678	472,311	141,927	332,556	127,846	313,578	74,465	102,009	102,009
Desplazamiento M-L (mm)	Seguimiento (SGx)	29,023	131,533	395,745	330,584	154,295	202,976	93,196	180,495	139,534	70,835	70,835
	Ojos Aviertos (OAx)	18,059	65,149	92,519	198,685	56,826	130,109	53,878	134,894	26,884	51,543	51,543
	Ojos Cerrados (OCx)	29,345	87,655	156,636	301,236	85,145	219,741	66,283	236,607	56,244	88,722	88,722
Índice de Romberg(%)	Seguimiento (SGx)	45	142	341	737	205,3333	347,3333	2016	321,5000	138,6819	219,1864	219,1864
	Ojos Aviertos (OAx)	0,005	0,028	0,328	0,282	0,0727	0,0978	0,0155	0,0680	0,1269	0,0939	0,0939
	Ojos Cerrados (OCx)	0,004	0,017	0,026	0,075	0,0105	0,0323	0,009	0,0265	0,0080	0,0218	0,0218
Energía Total (J)	Seguimiento (SGx)	0,008	0,031	0,046	0,446	0,0195	0,1512	0,0125	0,1100	0,0154	0,1502	0,1502
	Ojos Aviertos (OAx)											
	Ojos Cerrados (OCx)											

Anexo N° 12.2: Estadística descriptiva considerando valor mínimo y máximo, media, mediana y desviación típica para mujeres en rango etario de 16 años (n=8), para cada variable posturográfica en T1 (colores salmones) y T2 (colores lilas)

VARIABLE POSTUROGRAFICA	SOTs	VALORES									
		MINIMO	MINIMO	MAXIMO	MAXIMO	MEDIA	MEDIA	MEDIA	MEDIANA	MEDIANA	DESV. EST.
Velocidad Media (m/s)	Seguimiento (SGx)	0,22	0,238	0,278	0,324	0,250375	0,285875	0,245	0,2885	0,018692531	0,0262
	Ojos Avierdos (OAx)	0,22	0,228	0,321	0,287	0,237875	0,25175	0,2255	0,251	0,034048023	0,0176
	Ojos Cerrados (OCx)	0,221	0,236	0,282	0,431	0,24075	0,3635	0,237	0,38	0,020176011	0,0640
Área del COP (m ²)	Seguimiento (SGx)	0,003	0,011	0,015	0,048	0,007875	0,02725	0,0075	0,027	0,00383592	0,0128
	Ojos Avierdos (OAx)	0,003	0,002	0,038	0,077	0,0115	0,032625	0,0065	0,022	0,011759495	0,0292
	Ojos Cerrados (OCx)	0,002	0,022	0,018	0,179	0,008625	0,07925	0,008	0,064	0,005578978	0,0504
Desplazamiento A-P (mm)	Seguimiento (SGx)	42,629	95,005	305,148	385,793	193,104	225,441	97,6	201,389	42,472	68,358
	Ojos Avierdos (OAx)	59,025	51,023	265,913	186,128	160,236	156,590	82,333	138,214	79,592	70,34
	Ojos Cerrados (OCx)	65,245	160,4	542,63	472,311	319,667	332,556	114,262	298,589	39,728	114,224
Desplazamiento M-L (mm)	Seguimiento (SGx)	46,754	82,798	139,839	242,122	84,788	172,984	79,649	169,956	32,361	53,115
	Ojos Avierdos (OAx)	40,443	52,092	920,965	241,531	165,249	145,011	55,552	137,866	305,691	65,254
	Ojos Cerrados (OCx)	46,221	94,408	182,861	306,496	78,59	228,644	67,328	245,79	44,053	76,841
Índice de Romberg(%)		29	123	316	870	113,125	369	85	325,5	87,483	233,812
Energía Total (J)	Seguimiento (SGx)	0,005	0,019	0,046	0,121	0,02675	0,065	0,0225	0,0655	0,014	0,030
	Ojos Avierdos (OAx)	0,005	0,009	0,112	0,062	0,02225	0,030875	0,009	0,03	0,036	0,015
	Ojos Cerrados (OCx)	0,005	0,021	0,057	0,234	0,020875	0,1565	0,0175	0,1675	0,017	0,071

Anexo N° 12.3: Valores posturográficos en el tiempo 1 (T1: colores salmones) y Tiempo 2 (T2: colores lilas) para la muestra de mujer de 17 años (n=1). Ejemplo de los valores calculados para cada SOT

SOTs	VALORES	
	T1	T2
<i>Seguimiento (SGx)</i>	0,286	0,347
<i>Ojos Aviertos (OAx)</i>	0,336	0,378
<i>Ojos Cerrados (OCx)</i>	0,259	0,423
<i>Seguimiento (SGx)</i>	0,014	0,06
<i>Ojos Aviertos (OAx)</i>	0,031	0,056
<i>Ojos Cerrados (OCx)</i>	0,018	0,066
<i>Seguimiento (SGx)</i>	169,0988416	254,217224
<i>Ojos Aviertos (OAx)</i>	250,78983	164,9896419
<i>Ojos Cerrados (OCx)</i>	163,9837521	280,2604321
<i>Seguimiento (SGx)</i>	62,88551226	295,7975732
<i>Ojos Aviertos (OAx)</i>	150,7446969	259,1003255
<i>Ojos Cerrados (OCx)</i>	114,1868512	227,7300977
	57	118
<i>Seguimiento (SGx)</i>	0,066	0,128
<i>Ojos Aviertos (OAx)</i>	0,114	0,123
<i>Ojos Cerrados (OCx)</i>	0,035	0,213

Anexo N°12.4: Estadística descriptiva considerando valor mínimo y máximo, media, mediana y desviación típica para hombres en rango etario de 15 años (n=6), para cada variable posturográfica en T1 (colores azul) y T2 (colores lilas).

		VALORES									
VARIABLE POSTUROGRAFICA	SOTs	MINIMO	MINIMO	MAXIMO	MAXIMO	MEDIA	MEDIA	MEDIANA	MEDIANA	DESV EST	DESV EST
Velocidad Media (m/s)	Seguimiento (SGx)	0,227	0,272	1,61	1,88	0,5144	0,6152	0,244	0,301	0,61260697	0,7079
	Ojos Aviertos (OAx)	0,223	0,24	0,28	0,395	0,237	0,287	0,229	0,524	0,02398	0,0638
	Ojos Cerrados (OCx)	0,23	0,314	0,399	0,758	0,3072	0,453	0,283	0,399	0,07702	0,175
Área del COP (m2)	Seguimiento (SGx)	0,004	0,019	1,772	1,054	0,36	0,2422	0,008	0,052	0,78934	0,454
	Ojos Aviertos (OAx)	0,005	0,014	0,038	0,09	0,0166	0,0406	0,013	0,034	0,01274	0,029
	Ojos Cerrados (OCx)	0,006	0,052	0,04	0,465	0,0132	0,183	0,006	0,099	0,01501	0,171
Desplazamiento A-P (mm)	Seguimiento (SGx)	65,153	126,074	963,77	733,036	275,63	324,119	119,49	220,74	385,42	245,292
	Ojos Aviertos (OAx)	53,97	90,8148	193,34	399,8	116,364	206,322	116,33	166,641	51,245	117,36
	Ojos Cerrados (OCx)	79,9	169,78	270,5	694,19	135,132	406,445	106,72	295,105	76,972	225,205
Desplazamiento M-L (mm)	Seguimiento (SGx)	50,345	146,593	1361,45	1260,638	339,424	393,845	105,382	195,703	572,032	485,084
	Ojos Aviertos (OAx)	61,451	87,501	184,245	281,771	107,467	154,988	99,7	146,113	45,89	75,347
	Ojos Cerrados (OCx)	49,85	175,111	134,66	621,334	83,845	357,83	76,298	323,416	31,64	162,66
Índice de Romberg(%)		33	226	149	1605	78,2	543,6	60	552	48,473	595,57
Energía Total (J)	Seguimiento (SGx)	0,009	0,043	2,257	2,93	0,4674	0,65	0,02	0,08	1,0005	1,276
	Ojos Aviertos (OAx)	0,007	0,021	0,051	0,182	0,0184	0,068	0,013	0,045	0,0185	0,067
	Ojos Cerrados (OCx)	0,01	0,084	0,058	0,807	0,0234	0,3040	0,014	0,219	0,0201	0,29

Anexo N° 13: Promedio para Peso, Talla e IMC para la muestra de Hombres y Mujeres.

Tabla de Mujeres

Edad	n	Talla	Peso	IMC
15	6	1,562	55,92	22,97
16	8	1,631	62,33	23,513
17	1	1,57	64,9	26,3

Tabla de Hombres

Edad	N	Talla	Peso	IMC
15	6	1,65	56,02	20,53

Anexo N° 14: Datos antropométricos medidos [Talla (m); Peso (Kg.) e IMC] en mujeres adolescentes entre 15 y 17 años de edad de dos colegios de la Comuna de Valparaíso

Edad (años)	n	Talla (m)	Peso (Kg)	IMC
15	1	1.53	55.6	23.7
	2	1.55	52.4	21.8
	3	1.55	56.8	23.6
	4	1.5	60.3	26.7
	5	1.66	57.6	20.9
	6	1.58	52.8	21.1
16	7	1.69	74.4	26
	8	1.44	63.2	30.4
	9	1.63	53	19.9
	10	1.75	73.2	23.9
	11	1.64	53.2	19.8
	12	1.56	44.1	18.1
	13	1.56	59.4	24.4
	14	1.61	57.4	22.1
17	15	1.57	64.9	26.3

Anexo 15: Datos Antropométricos medidos [Talla (m), Peso (Kg) e IMC] en hombres adolescentes de 15 años de edad de dos colegios de la comuna de Valparaíso

Edad (años)	n	Talla (m)	Peso (Kg)	IMC
15	1	1.58	67.2	25.3
	2	1.63	65.6	23.8
	3	1.65	64.8	21.6
	4	1.66	52.2	19.1
	5	1.73	40.8	16.3
	6	1.78	66.2	20.6