

UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

FACULTAD DE ARTES Y EDUCACION FÍSICA

DEPARTAMENTO DE KINESIOLOGÍA

“ENTRENAMIENTO DE KUNG-FU VERSUS DEPORTISTAS DE GIMNASIO
CONVENCIONAL Y SUS EFECTOS EN EL CONTROL POSTURAL ESTÁTICO, EN
ADULTOS CHILENOS ENTRE 20 Y 35 AÑOS”

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN KINESIOLOGÍA

AUTORES:

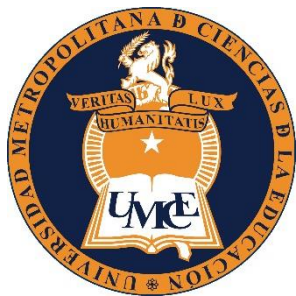
ESTEBAN ARIEL CÁRDENAS CHAPARRO

MANUEL ALEJANDRO JARAMILLO MARTÍNEZ

ADRIÁN IGNACIO SANTANDER LEÓN

PROFESOR GUÍA: RODRIGO CASTRO VÁSQUEZ

SANTIAGO DE CHILE, AGOSTO DE 2018



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

FACULTAD DE ARTES Y EDUCACION FÍSICA

DEPARTAMENTO DE KINESIOLOGÍA

“ENTRENAMIENTO DE KUNG-FU VERSUS DEPORTISTAS DE GIMNASIO
CONVENCIONAL Y SUS EFECTOS EN EL CONTROL POSTURAL ESTÁTICO, EN
ADULTOS CHILENOS ENTRE 20 Y 35 AÑOS”

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN KINESIOLOGÍA

AUTORES:

ESTEBAN ARIEL CÁRDENAS CHAPARRO

MANUEL ALEJANDRO JARAMILLO MARTÍNEZ

ADRIÁN IGNACIO SANTANDER LEÓN

PROFESOR GUÍA: RODRIGO CASTRO VÁSQUEZ

SANTIAGO DE CHILE, AGOSTO DE 2018

Autorizado para Sibumce Digital.

2018, Esteban A. Cárdenas Chaparro, Manuel A. Jaramillo Martínez, Adrián I. Santander León.

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y sus autores.

Agradecimientos

Agradecemos de manera especial a los directores y participantes que integran la Escuela de Kung-Fu Tradicional Choy Lee Fut Chile y el Departamento de Kinesiología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación por su excelente disposición a lo largo de este proyecto.

Por último, agradecemos a los Profesores Rodrigo Castro y Hernán Valenzuela por brindarnos parte de su tiempo resolviendo nuestras dudas y orientándonos en el transcurso de este proceso formativo.

Esteban Cárdenas Chaparro.

Manuel Jaramillo Martínez.

Adrián Santander León.

Tabla de contenidos

Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
1. Introduccion	2
2. Problema de investigacion	4
2.1 Descripción del problema de investigación	4
2.2 Hipótesis	4
3. Objetivos de la investigacion	5
3.1 Objetivos generales	5
3.2 Objetivos específicos	5
4. Marco teórico	6
4.1 Definiciones	6
4.2 Kung-Fu, historia y beneficios.....	7
4.2.1 Introducción al Kung-Fu	7
4.2.2 Taolu	7
4.2.3 Sanda	8
4.3 Sedentarismo	8
4.3.1 Realidad mundial	8
4.3.2 Realidad nacional	9
4.3.3 Detección del sedentarismo.....	9
4.3.4 IPAQ	9
4.4 Actividad física	10
4.4.1 Definición.....	10
4.4.2 Recomendaciones y objetivos de la actividad física	11
4.4.2.1 De 5 a 17 años.....	11
4.4.2.2 De 18 a 64 años.....	11
4.4.2.3 De 65 en adelante.....	12
4.4.3 Principales efectos del ejercicio y actividad física.....	13

4.5 Actividad física en la prevención de caídas	14
4.6 Control motor	15
4.6.1 Niveles de control motor	15
4.6.1.1 Médula espinal	16
4.6.1.2 Tronco encefálico	16
4.6.1.3 Corteza cerebral	17
4.7 Control postural	17
4.8 Mecanismos de ajustes posturales	18
4.9 Relación equilibrio y estabilidad	19
4.10 Formas de medición del control postural	19
4.10.1 Escalas clínicas	20
4.10.1.1 Descripción de Escalas clínicas	21
4.10.2 Evaluaciones de sistemas	23
4.10.3 Evaluaciones cuantitativas/objetivas	25
4.10.3.1 Posturografía	25
4.10.3.2 Sensores inerciales	27
4.11 Acelerometría	28
4.12 Validación y confiabilidad	29
4.13 RMS	32
4.14 Aplicación: Sensor Kinetics Pro	33
4.15 Procesamiento de la señal	33
4.16 Samsung Galaxy S7	33
5. Enfoque metodológico	35
5.1 Diseño de la investigación	35
5.2 Población blanco	35
5.2.1 Criterios de inclusión	36
5.2.2 Criterios de exclusión	36
5.3 Tamaño muestral	37
5.4 Fichas	37

5.5 Mediciones.....	38
5.6 Plantillas Excel.....	38
5.6.1 Protocolo experimental	38
5.7 Variables	40
6. Plan de análisis de datos.....	41
6.1 Consideraciones éticas	41
7. Análisis de datos	42
7.1 Presentación de la muestra.....	42
7.2 Descripción de los resultados.....	43
7.3 Normalidad de los datos.....	44
8. Comparaciones y resultados	45
9. Resumen de los resultados	55
10. Discusión.....	59
10.1 Resultados de las comparaciones dentro de mismo grupo	60
10.2 Resultado de las comparaciones entre los tres grupos.....	60
10.3 Fortalezas y limitaciones	63
11. Conclusiones.....	65
12. Referencias bibliográficas.....	67
13. Anexos.....	75
Anexo 1	75
Anexo 2	77
Anexo 3.....	79
Anexo 4.....	80
Anexo 5.....	81
Anexo 6.....	83

Resumen

Kung-Fu es un arte marcial chino que combina varios elementos, incluyendo el combate, danza y otros aspectos culturales. Debido a diversos elementos involucrados en su desarrollo, el Kung-Fu es excelente para desarrollar habilidades físicas entre sus practicantes. El objetivo de este estudio fue comparar la estabilidad postural estática de practicantes de Kung-Fu, Deportistas de gimnasio y sedentarios, a través del uso de acelerómetro por medio de un teléfono celular para conocer si existe ventajas en la práctica del Kung-Fu por sobre otras disciplinas.

MÉTODO:

Se evaluaron a 60 sujetos que fueron asignados en 3 grupos: un grupo de Kung-Fu, grupo de deportistas de gimnasio y grupo de Sedentario. Los sujetos fueron evaluados usando la aplicación SENSOR KINETICS PRO por medio de un teléfono celular con sistema operativo Android®, a través de diferentes pruebas de estabilidad simbolizadas como 2POC, 2POA, PDOC, PDOA, PIOC, PIOA. Se utilizó el RMS como medida de comparación.

RESULTADOS:

Al comparar los resultados de RMS existieron diferencias estadísticamente significativas en 3 pruebas. PDOC ($p=0.0101$), PIOC ($p=0.0361$), 2POC ($p=0.0104$) favorables para los grupos Kung-Fu y Gimnasio convencional. Dentro de estos mismos resultados se observó un menor valor de RMS a favor del grupo Kung-Fu por sobre los otros dos. No hubo diferencias significativas en el resto de las pruebas realizadas.

CONCLUSIÓN:

Los practicantes tanto de Kung-Fu, como de Gimnasio convencional mostraron una mayor estabilidad en las pruebas que requerían ojos cerrados, con apoyo unipodal y bipodal. Se considera que la actividad física en general contribuye a una mejor estabilidad y por consiguiente a un menor riesgo de caída.

Palabras claves: Control postural, Acelerómetro, Kung-Fu, RMS, estabilidad.

Abstract

Kung-Fu is a Chinese martial art that combines many elements, including combat, dance and other cultural aspects. Kung-Fu is excellent for the development of physical skills among its practitioners. The objective of this study is to compare the postural sway of Kung-Fu practitioners, conventional gym athletes and sedentary subjects, through the use of the device for the cell phone to know if there are advantages in the practice of Kung-Fu over other disciplines.

METHODS:

Sixty subjects who were assigned in 3 groups were evaluated: A Kung-Fu group, a group of gym athletes and a sedentary group. The subjects were evaluated using the SENSOR KINETICS app, compatible with Android, through different tests of stability symbolized as 2POC, 2POA, PDOC, PDOA, PIOC, PIOA. RMS was used as a comparison measure.

RESULTS:

When comparing the results of RMS, there were statistically significant differences in 3 tests. PDOC ($p=0.0101$), PIOC ($p=0.0361$), 2POC ($p=0.0104$), favorable for Kung-Fu groups and conventional gym. Within these same results, a lower value of RMS is in favor of the Kung-Fu group over the other two. There are no significant differences in the rest of the tests performed.

CONCLUSION:

Kung-Fu practitioners and conventional gym showed greater postural sway in the tests that required closed eyes, with unipodal and bipodal support. It is considered that physical activity in general contributes to a better stability and therefore to a lower risk of falling

Key words: Postural control, Accelerometer, Kung-Fu, RMS, stability.

Siglas a considerar:

- **COM:** Centro de masa.
- **COP:** Centro de presión.
- **2POA:** 2 pies ojos abiertos.
- **2POC:** 2 pies ojos cerrados.
- **PDOA:** Pie derecho ojos abiertos.
- **PIOA:** Pie izquierdo ojos abiertos.
- **PDOC:** Pie derecho ojos cerrados.
- **PIOC:** Pie izquierdo ojos cerrados.
- **RMS:** Raíz media cuadrática.
- **RMS-AP:** RMS antero posterior.
- **RMS-ML:** RMS medio lateral.

1. Introducción

Tanto los indicadores de “Sedentarismo” como de “Practicantes de actividad física” han mejorado en los últimos años en Chile, según los datos de la encuesta 2015 de “Hábitos de Actividad Física y Deportes en la población de 18 años y más”. Desde su primera realización, en el año 2006, hasta la última entrega, ha proporcionado datos en distintas dimensiones, a través de ella se puede apreciar una evolución en la práctica de ejercicio de los chilenos.

Según los resultados de la encuesta 2015, el porcentaje de población sedentaria en Chile ha disminuido 2,6% entre las mediciones de 2012 (82,7%) y 2015 (80,1%), y un 7% entre 2006 (87,1%) y 2015 (80,1%), entendiendo al sedentario como un sujeto que realiza menos de 30 minutos de ejercicio físico de moderada intensidad, mínimo tres veces por semana, sin embargo, aún siguen siendo cifras alarmantes.

Por otro lado, las cifras de población “practicantes” de actividad física y deportes, independiente de su frecuencia semanal ha aumentado un 2,4% entre 2012 (29,4%) y 2015 (31,8%); y un 5,4% entre 2006 (26,4%) y 2015 (31,8%).

Entre los “no practicantes”, la falta de tiempo es la razón que más se repite (50,7%), mientras que quienes sí hacen ejercicio prefieren hacerlo en recintos públicos o espacios abiertos a la comunidad (53,6%).

La mayoría de las personas pueden beneficiarse de realizar actividad física de forma regular. Es frecuente que la gente piense que hace suficiente ejercicio en el trabajo. Muchos piensan que son demasiado viejos para empezar, otros que su forma física ya es demasiado mala para intentar recuperarla.

En la actualidad es sabido que aquellos que llevan una vida físicamente activa pueden obtener una larga lista de beneficios para su salud, ya que previene y/o retrasa el desarrollo de hipertensión arterial, mejora el perfil de los lípidos en sangre, mejora la regulación de la glicemia, incrementa la utilización de la grasa corporal y mejora el control del peso, ayuda a

mejorar la fuerza y la resistencia muscular, ayuda a mantener la estructura y función de las articulaciones, ayuda a liberar tensiones y disminuye el estrés, además en adultos de edad avanzada, disminuye el riesgo de caídas, ayuda a retrasar o prevenir las enfermedades crónicas y aquellas asociadas con el envejecimiento, entre otros beneficios.

Dentro de las formas de disminuir el riesgo de caída de las personas se considera la mantención de una buena postura, además de un buen control de esta misma, los cuales son beneficiados por la práctica de actividad física. Existen diferentes formas de medir el control postural, dentro de las opciones más innovadoras se encuentran los acelerómetros incorporados en los teléfonos celulares de última generación.

En los últimos años la oferta de diferentes formas de realizar actividad física ha crecido, dentro de las cuales resulta interesante considerar las escuelas de artes marciales que han ido en aumento. La mayoría de estas ofrece popularmente distintos beneficios derivados de su práctica, como mejora de fuerza, coordinación y flexibilidad, entre otros.

Es por esta razón es que surge la inquietud de corroborar la veracidad de los beneficios de las artes marciales, específicamente el Kung-Fu en comparación con un grupo de Gimnasio convencional y grupo Sedentario.

2. Problema de investigación

2.1. Descripción del problema de investigación

Existen una gran cantidad de estudios que hablan de los beneficios de la actividad física sobre el sistema cardiovascular, postura, coordinación y equilibrio, entre otras cosas, pero muy pocos estudios describen los beneficios que tiene un deporte específico sobre el control o balance estático de una persona.

El Kung-Fu es un deporte chino muy antiguo, su entrenamiento consta de mantener posturas, cambiar de posiciones, realizar desplazamientos, y elongaciones, junto con un gran trabajo de respiración. Popularmente se cree que las personas que practican este deporte gozan de una buena salud y bienestar físico. ¿Pero en realidad este entrenamiento será tan efectivo como se menciona?, ¿Logrará mejores cambios que un deporte convencional?, debido a esta duda es que nos ha surgido la siguiente interrogante:

¿Las personas que entrenan Kung-Fu tienen un mejor control postural estático que las personas que asisten al Gimnasio convencional de forma constante?

2.2. Hipótesis

Los practicantes de Kung-Fu poseen un mejor control postural estático que las personas que asisten al gimnasio regularmente y que las personas que no realizan actividad física de forma constante.

3. Objetivos de la Investigación

3.1. Objetivos Generales

Determinar si la práctica constante de Kung-Fu genera un mejor control postural estático, en comparación con personas que asisten de manera frecuente al gimnasio y personas sedentarias entre 20 a 35 años de edad.

3.2. Objetivos específicos

- Reconocer patrones en el control postural estático de la muestra a evaluar, analizando si existe correlación según del deporte u otras variables.
- Determinar si los practicantes de Kung-Fu se adaptan de mejor forma a la pérdida de la información visual durante la postura estática en comparación a los otros grupos estudiados.

4. Marco Teórico

4.1. Definiciones

Antes de analizar los temas específicos que trataremos en nuestro estudio es necesario mencionar y explicar brevemente algunos conceptos que utilizaremos dentro del lenguaje durante la presente investigación. Estos conceptos están íntimamente relacionados con la mantención de una buena postura de los sujetos.

- **Postura**

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

- **Base de sustentación**

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

- **Centro de presión (COP)**

Corresponde al punto de localización del vector de las fuerzas verticales de reacción del suelo. Representa el promedio de todo el peso que está en contacto con la superficie del piso. Este es totalmente independiente del centro de masa.

Un gran número de parámetros de prueba derivados del desplazamiento de COP han sido sugeridos, siendo los más comunes la velocidad, longitud del camino, área y frecuencia. (Moe-Nilssen and Helbostad, 2002).

- **Centro de masa (COM)**

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

La posición de COM no es fija, pero puede principalmente encontrarse calculando la distribución completa de masa corporal en el espacio.

4.2. Kung-Fu, historia y beneficios

4.2.1. Introducción al Kung-Fu.

Basado en los principios filosóficos del budismo y taoísmo, su origen exacto se desconoce, pero se estima que fue alrededor del año 500 D.C. El Kung-Fu es un patrimonio cultural del pueblo chino, deporte de combate popular y tradicional, socialmente valioso en términos de su contribución a la salud y a la fuerza de voluntad. El Kung-Fu, como deporte, está basado en las antiguas escuelas y estilos de combate tradicionales chinos. Actualmente se encuentra dividido en 2 grandes áreas como lo son la secuencia de movimientos predeterminados (Taolu) y la práctica de combate deportivo (Sanda).

A nivel mundial el organismo encargado del control y difusión de este deporte es la International Wushu Federation (IWUF).

4.2.2. Taolu.

Taolu, consta de movimientos corporales generalizados y controlados, mediante los cuales se busca la mantención de posturas estáticas para lograr las alineaciones posturales adecuadas, incentivando una mejora del balance, calidad del movimiento y fuerza muscular, lo que conlleva mejoras en el balance postural, equilibrio y propiocepción (IWUF). Las rutinas de Kung-Fu son formas o peleas estéticas contra adversarios imaginarios que realiza el ejecutante, las cuales incorporan patadas, golpes, lanzamientos, tomadas, ataques y acometidas en un conjunto de ejercicios. Utilizan varias combinaciones de ataque y defensa, de avance y retirada, estados dinámicos y estáticos, rapidez y lentitud, rudeza y suavidad en el movimiento. Los entrenamientos libres que simulan duelos, son combates de agudeza técnica entre dos competidores bajo ciertas condiciones y reglas establecidas.

4.2.3. Sanda.

El Sanda (combate libre) es una categoría de combate entre dos luchadores de acuerdo a ciertas reglas fijas. La competición es en diferentes categorías de peso y el sistema de competencia busca la acumulación de puntos o el fuera de combate (K.O). Para ganar se debe salir vencedor de dos asaltos sobre tres con la duración de dos minutos cada uno por un minuto de descanso. Se lucha sobre una plataforma lisa y los deportistas usan protecciones en todo el cuerpo, además en el área de competencia existen jueces que fiscalizan el combate. El reglamento permite golpes de puños, patadas, proyecciones y derribes. No se permite el uso de codos y rodillas, y está permitido golpear todo el cuerpo, exceptuando la nuca, el cuello y la zona genital.

4.3. Sedentarismo

Un importante punto a tomar en cuenta para la presente investigación relacionada con la actividad física es el sedentarismo presente en la actualidad. Es por esto que a continuación se presentan datos estadísticos, definiciones y efectos positivos de la actividad física en general.

4.3.1. Realidad mundial.

El 23% de los adultos a nivel mundial, sumado al 81% de adolescentes en edad escolar, no son activos físicamente (OMS). Es por esta razón que el problema de bajos niveles de actividad física y sedentarismo es muy relevante.

En un estudio de caso y control se evaluó los factores de riesgo en 52 países, se determinó un 85,73% de inactividad física entre quienes tuvieron un evento coronario y 80,72% entre los que no lo tuvieron, este mismo estudio reportó un 78% de inactividad física en América Latina (Seron et al. 2010).

4.3.2. Realidad nacional.

A nivel nacional existe la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017. Esta encuesta define al “sedentarismo del último mes”, el cual considera a aquellos individuos que en los últimos 30 días NO practicaron deporte o realizaron actividad física fuera de su horario de trabajo, durante 30 minutos o más cada vez, 3 o más veces por semana.

En los resultados preliminares de la ENS destacan que el 86,7% de la población nacional es sedentaria y además describen que no es posible visualizar avances en esta materia con respecto a mediciones anteriores.

4.3.3. Detección del sedentarismo.

Por el momento no existe ningún biomarcador que pueda identificar a las personas sedentarias frente a las activas (De León. 2007). Para detectar el sedentarismo se pueden utilizar diferentes herramientas. Las más aplicables, por su rapidez y costo, son los cuestionarios de actividad física validados. (Crespo-Salgado. 2015)

Existen diferentes cuestionarios que permiten conocer la actividad física realizada en adultos. Uno de los más utilizados para el objetivo de detectar sedentarismo es el cuestionario internacional de actividad física (IPAQ), sobre todo su versión corta, traducida y adaptada en español, avalada y utilizada por el Ministerio de Salud y el Ministerio del Deporte.

4.3.4. IPAQ.

En su versión corta consta de 7 preguntas, es autoadministrado e incluye actividades laborales, físico o deportivas, de transporte (caminar) y el tiempo que la persona permanece sentada o acostada. Su implementación lleva aproximadamente 5 minutos.

Según el resultado del cuestionario IPAQ, se puede clasificar a los individuos en:

- **Categoría 1:** Bajo nivel de actividad física,
 - No realiza ninguna actividad física o la que realiza no es suficiente para corresponder a la categoría 2 o 3.
- **Categoría 2:** Moderado nivel de actividad física.
 - 3 o más días de actividad física vigorosa durante al menos 20 minutos por día.
 - 5 o más días de actividad física moderada y/o caminar al menos 30 minutos por día.
- **Categoría 3:** Alto nivel de actividad física.
 - Realiza actividad física vigorosa al menos 3 días, alcanzando un gasto energético de 1.500 Mets·min⁻¹ por semana.
 - 7 o más días de cualquier combinación de caminar y/o actividad física de intensidad moderada y/o actividad física vigorosa, alcanzando un gasto energético de al menos 3.000 Mets·min⁻¹ por semana.

4.4. Actividad física

4.4.1. Definición.

Según la OMS actividad física se define como cualquier movimiento corporal, producido por el sistema músculo esquelético y que derivan en un gasto energético. Sumado a lo anterior, se hace énfasis en el uso correcto de actividad física versus ejercicio físico, ya que este último representa una variedad de actividad física estructurada, planificada, repetitiva y realidad en función de la mejora de aptitudes físicas. La actividad física, por lo tanto, engloba al ejercicio y también incluye otras actividades relacionadas con el movimiento corporal, ya sea tareas domésticas, recreativas o momentos de ocio y juegos.

4.4.2. Recomendaciones y objetivos de la actividad física.

La OMS, recomienda que la actividad física debe poseer ciertas características en función de la prevención de posibles deterioros físicos y enfermedades no transmisibles.

Se establece por ende 3 grandes diferenciaciones según rango de edad, ya sea 5 a 17 años, 18 a 65 años y de 65 años hacia delante.

4.4.2.1. de 5 a 17 años.

Para los niños y jóvenes de este grupo de edades, la actividad física consiste en juegos, deportes, desplazamientos, actividades recreativas, educación física o ejercicios programados, en el contexto familiar, escuela o en actividades comunitarias. Con el fin de mejorar las funciones cardiorrespiratorias, musculares, la salud ósea y de reducir el riesgo de enfermedades.

Se recomienda que:

- Los niños y jóvenes de 5 a 17 años deberían acumular un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física moderada o vigorosa.
- La actividad física por un tiempo superior a 60 minutos diarios reportará un beneficio aún mayor para la salud.
- La actividad física diaria debería ser, en su mayor parte, aeróbica. Convendría incorporar, como mínimo tres veces por semana, actividades vigorosas que refuercen, en particular, los músculos y huesos.

4.4.2.2. de 18 a 64 años.

Para los adultos de este grupo de edades, la actividad física consiste en actividades recreativas o de ocio, desplazamientos, actividades ocupacionales (es decir trabajo), tareas domésticas, juegos, deportes o ejercicios programados en el contexto de las actividades diarias, familiares y comunitarias. Con el fin de mejorar las funciones cardiorrespiratorias, musculares, la salud ósea, reducir el riesgo de enfermedades y depresión.

Se recomienda que:

- Los adultos de 18 a 64 años deberían acumular un mínimo de 150 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada, o bien 75 minutos de actividad física aeróbica vigorosa cada semana, o bien una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas.
- La actividad aeróbica se practicará en sesiones de 10 minutos de duración, como mínimo.
- A fin de obtener aún mayores beneficios para la salud, los adultos de este grupo de edades aumenten hasta 300 minutos por semana la práctica de actividad física moderada aeróbica, o bien hasta 150 minutos semanales de actividad física intensa aeróbica, o una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa.
- Dos veces o más por semana, realicen actividades de fortalecimiento de los grandes grupos musculares.

4.4.2.3. *de 65 años en adelante.*

Para los adultos de este grupo de edades, la actividad física consiste en actividades recreativas o de ocio, desplazamientos (por ejemplo, paseos caminando o en bicicleta), actividades ocupacionales (cuando la persona todavía desempeña actividad laboral), tareas domésticas, juegos, deportes o ejercicios programados en el contexto de las actividades diarias, familiares y comunitarias. Con el fin de mejorar las funciones cardiorrespiratorias, musculares, la salud ósea, funcionalidad, y de reducir el riesgo de enfermedades, depresión y deterioro cognitivo.

Se recomienda que:

- Los adultos de 65 en adelante dediquen 150 minutos semanales a realizar actividades físicas moderadas aeróbicas, o bien algún tipo de actividad física vigorosa aeróbica durante 75 minutos, o una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas.
- La actividad se practicará en sesiones de 10 minutos, como mínimo.

- A fin de obtener mayores beneficios para la salud, los adultos de este grupo de edades deberían aumentar hasta 300 minutos semanales la práctica de actividad física moderada aeróbica, o bien acumular 150 minutos semanales de actividad física aeróbica vigorosa, o una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa.
- Los adultos de este grupo de edades con movilidad reducida deberían realizar actividades físicas para mejorar su equilibrio e impedir las caídas, tres días o más a la semana.
- Convendría realizar actividades que fortalezcan los principales grupos de músculos dos o más días a la semana.
- Cuando los adultos de mayor edad no puedan realizar la actividad física recomendada debido a su estado de salud, se mantendrán físicamente activos en la medida en que se lo permita su estado. En conjunto, considerando los tres grupos de edades, los beneficios que pueden reportar las actividades aquí recomendadas y la actividad física en general son mayores que los posibles perjuicios. Cuando se invierten 150 minutos semanales en actividades de intensidad moderada, las tasas de lesión del aparato locomotor son muy bajas. Para la población en general, el riesgo de lesiones del aparato locomotor podría disminuir si se fomentase un plan de actividad física inicialmente moderado, que progresara gradualmente hasta alcanzar una mayor intensidad. (OMS, 2010).

4.4.3. Principales efectos del ejercicio y actividad física.

Los efectos de la actividad física están divididos en (Fabio Andrade A. 2007):

- **Efectos Antropométricos y neuromusculares:** Promueve aumento de la masa muscular, aumento de la fuerza y resistencia, mejora de la densidad mineral ósea, disminuye el porcentaje de grasa corporal, y produce mejora de la flexibilidad.
- **Efectos metabólicos:** Produce mejoras a nivel aeróbico, disminuye niveles de presión arterial, aumento del volumen sistólico, disminución de la frecuencia cardiaca en reposo, aumenta la ventilación pulmonar, mejora el nivel de lípidos en sangre, mejora la sensibilidad a la insulina y aumenta el metabolismo basal.

- **Efectos psicológicos:** Mejora del autoestima, autoconcepto e imagen corporal, disminución del estrés, ansiedad, tensión muscular e insomnio, mejora de las funciones cognitivas y de socialización.

Junto a lo anterior se menciona en otros estudios que la actividad física puede beneficiar aspectos cognitivos mediante el beneficio observado en el sistema cardiovascular, que se proyecta en el sistema cerebrovascular o mediante el incremento de neurogénesis, la mejora de la cito arquitectura cerebral y de las propiedades electrofisiológicas, el aumento de los factores de crecimiento cerebrales y la disminución de la formación de las placas amiloideas en la enfermedad de Alzheimer (Rolland Y. et al 2008) (Rovio S. et al 2005) (Flicker L. et al 2009). Por lo cual la práctica de actividad física de forma regular es profundamente beneficiosa, incluso más allá de solo la prevención de caídas.

4.5. Actividad física en la prevención de caídas

La IWUF menciona beneficios del Kung-Fu en función al balance, calidad de movimiento y fuerza muscular, lo que conlleva a mejoras posturales, equilibrio y propiocepción. Bajo esta lógica, los beneficios anteriormente señalados refuerzan la elección del Kung-Fu como herramienta terapéutica, considerando que está fuertemente relacionado con la prevención en el riesgo de caídas.

Estos beneficios del ejercicio ya han sido descritos por otros autores donde refuerzan la influencia de este sobre la prevención de caídas (Fabio Andrade A. 2007).

En otros estudios se concluye que la actividad física es efectiva para la mejora del equilibrio y fuerza de extremidades inferiores, para conservar la funcionalidad y la autonomía de las personas de tercera edad. (Chalapud-Narváez. 2017)

El ejercicio y actividad física influye sobre la prevención de caídas a través del fortalecimiento muscular de los miembros inferiores y paravertebrales, sumado a la mejora de reflejos y sinergias motoras en las reacciones posturales. También genera cambios en la velocidad de la marcha, incremento de flexibilidad que en conjunto ayudan a regular el peso corporal, incidiendo en la movilidad articular y disminuyendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Esto mejora la postura y logra mantener al adulto mayor mucho más seguro, al evitar las caídas estamos previniendo una de las principales causas de muerte en la edad avanzada, que es el proceso que comienza con una fractura de cadera o de cabeza de fémur, y que deteriora la calidad de vida de la persona hasta provocar su fallecimiento. (Fabio Andrade A. 2007).

4.6. Control motor

Es definido como el estudio de la causa y naturaleza del movimiento. Cuando hablamos sobre control motor, en realidad nos referimos a dos elementos. El primero se asocia con la estabilización del cuerpo en el espacio, o sea, con el control motor aplicado al control de la postura y del equilibrio. El segundo se relaciona con el desplazamiento del cuerpo en el espacio, o sea, con el control motor aplicado al movimiento. (Shumway-Cook & Woollacott, 2001). Un ejemplo cotidiano, es apreciar las estrategias de posturales que se generan al momento de viajar en transporte público, existe una sinergia muscular y movimientos del cuerpo asociadas a estrategias a corrección o cambios de la base de sustentación (Shumway-Cook & Woollacott, 2017).

4.6.1. Niveles de control motor.

Como eje central se describen 3 niveles de control motor, la médula espinal, el tronco encefálico y la corteza cerebral.

La organización jerárquica de los 3 niveles permite que las áreas motoras inferiores tengan como función controlar automáticamente los detalles de las actividades motoras más

comunes, mientras que los centros superiores utilizan sus recursos para el control de la precisión y la destreza de una actividad motora más compleja.

Además, los niveles más altos pueden regular la información aferente que ingresa a través de facilitación y el control inhibitorio sobre núcleos de relevo sensorial (Riemann y Lephart, 2002).

4.6.1.1. *médula espinal.*

La médula espinal desempeña un papel importante en el control motor, es nivel más bajo jerárquicamente hablando.

A pesar que su anatomía sugiere que sólo puede ser una mezcla de vías de conducción de información, se sabe que en la médula espinal surgen respuestas motoras directas a la información sensorial periférica (reflejos) y patrones rítmicos de movimientos (CGP).

Este nivel utiliza receptores propioceptivos de husos neuromusculares y órganos tendinosos de Golgi, produciendo una actividad integradora para que los músculos individuales aporten al control del tono muscular. (Riemann y Lephart, 2002)

4.6.1.2. *tronco encefálico.*

A pesar de ser la parte más primitiva del cerebro desde una perspectiva filogenética, el tronco encefálico contiene grandes circuitos que controlan el equilibrio postural y muchos de los estereotipos y los movimientos automáticos del cuerpo.

Además de estar bajo el mando directo de las áreas corticales, proporcionan una estación de relevo indirecta entre la corteza y la médula espinal. Esta área está encargada directamente en regular y modular las actividades motoras basadas en la integración de la información sensorial desde el sistema vestibular y somatosensorial, además de las fuentes visuales.

Existen dos vías descendentes principales, las vías lateral y medial, estas se extienden desde el tronco encefálico hasta las redes neuronales de la médula espinal. La vía medial influencia las neuronas motoras que inervan los músculos axiales y proximales, Además de

dirigir el control postural. Por otro lado, la vía lateral controla los músculos distales de las extremidades.

A través de influencias en las vías, tanto medial y lateral estas ayudan al mantenimiento y modulación de tono muscular para conseguir el equilibrio. (Riemann y Lephart, 2002)

4.6.1.3. corteza cerebral.

En general, la corteza motora es responsable de iniciar y controlar los movimientos voluntarios más complejos y elaborados. Encargada de la programación cognitiva, basada en la repetición y almacenamiento de comandos que lideran ajustes voluntarios. (Riemann y Lephart, 2002).

Además de los niveles jerárquicos indicados, médula espinal, tronco encefálico y corteza, en la planificación y ejecución de movimiento intervienen el cerebelo y los ganglios basales. Estas estructuras establecen bucle de retroalimentación que tiene un efecto regulador sobre la corteza, contribuyendo tanto al control postural como a la realización normal del movimiento. (López Chicharro. 3era edición 2008).

4.7. Control postural

La postura representa la totalidad de posiciones del cuerpo y extremidades entre ellas, además de su orientación en el espacio. (Kandell, 2000), la cual es beneficiada por la práctica de actividad física.

El dominio del cuerpo o control postural juega un papel importante en el control del equilibrio permanentemente. El control postural requiere una compleja interacción del sistema musculoesquelético, neural y un alto nivel integrativo para crear la acción y anticipar aspectos adaptativos al control postural (Shumway-Cook & Woollacott, 2001; Byl & Sinnott, 1990).

Se ha estudiado las estrategias sensoriales y motoras que mantienen el control postural, el cual es llevado a cabo mediante las siguientes estrategias (Nashner, 1989; Shumway-Cook & Woollacott, 2001):

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

Para un correcto manejo de la postura, el SNC procesa información, recoge experiencias y elabora respuestas a través de la actividad muscular, movimiento articular, reacciones posturales y sinergias. Para mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación se requiere de un importante trabajo de los músculos anti gravitatorios y de una adecuada regulación neuronal, que se explica a través de los denominados, “ajustes posturales”. Estos ajustes activan determinadas sinergias, que son un conjunto de contracciones musculares coordinadas funcionalmente para mantener el equilibrio postural (Winter y col., 2003).

4.8. Mecanismos de ajustes posturales

Existen dos mecanismos que permiten generar ajustes posturales (Alexander y col., 1998 y Kandell, 2000):

- **Anticipatorio o feed forward:** Este sistema predice disturbios y genera un programa de respuesta cuyo fin es la mantención de la estabilidad. Esta respuesta permite realizar ajustes posturales previo a la ejecución de un movimiento voluntario (experiencia previa). Como consecuencias de la inexistencia del feed forward el cuerpo se tornaría inestable y caería.
- **Compensatorio o feed back:** Evocados por eventos sensoriales asociados a la pérdida del balance de forma imprevista (compensatoria). Son el resultado de la interacción del

cuerpo con su entorno, que se adapta a las condiciones externas gracias a la información visual, vestibular y propioceptiva. Cuando una perturbación se repite y es predecible, la corrección se puede mejorar a través de un sistema de anticipación.

Para entender este constante mecanismo compensatorio se ha descrito el modelo del péndulo invertido, el cual considera un brazo de palanca situado en su eje rotacional a nivel de la articulación tibio tarsiana (Gagey 2001). Este modelo es utilizado como factor común en las investigaciones del balance y postura. Estas características obligan a un perfecto control sensoriomotor que evite la pérdida de estabilidad y además economice energía (Winter, 1995). La información sensorial es utilizada para generar un torque correctivo de los disturbios en el cuerpo. (Peterka R.J. 2000).

4.9. Relación equilibrio y estabilidad

Debemos considerar que el equilibrio es un estado corporal donde distintas fuerzas se encuentran entre sí y actúan sobre el mismo cuerpo, anulándose como resultado. Por otro lado, la estabilidad se puede entender como la resistencia que ejerce un cuerpo a la pérdida del equilibrio o la capacidad de mantener el centro de masa dentro de los límites de su propia base de sustentación, ante la perturbación de estímulos externos o internos que tengan efecto sobre el equilibrio del cuerpo. (Vera-García et al., 2015)

A partir de la relación establecida entre equilibrio y estabilidad se entiende que ambos forman parte y favorecen un mejor control postural en general.

4.10. Formas de medición del control postural

Es útil determinar si existe un problema de estabilidad para predecir el riesgo de caídas y determinar la efectividad de una intervención. Las herramientas de evaluación de estabilidad

que diferencian los tipos y las razones del problema de equilibrio pueden ayudar a dirigir el tipo de intervención para un tratamiento más eficaz del trastorno del equilibrio.

La evaluación del equilibrio clínico puede dividirse en tres enfoques principales:

1. Escalas clínicas
2. Evaluaciones sistémicas / fisiológicas.
3. Evaluaciones cuantitativas.

4.10.1. Escalas clínicas.

Las pruebas funcionales son útiles para documentar el estado del equilibrio y los cambios que pueden existir por medio de una intervención. Estas pruebas generalmente evalúan el rendimiento en un conjunto de tareas motoras en una escala de tres a cinco puntos o usan un cronómetro para ver cuánto tiempo el sujeto puede mantener el equilibrio en una postura particular (Horak 1997).

Las evaluaciones clínicas de equilibrio son fáciles de usar, no requieren equipos costosos, generalmente son rápidas de administrar y también han demostrado predecir el riesgo de caídas, por lo tanto, una posible necesidad de terapia (Berg, Norman 1996; Giorgetti et al., 1998). Sin embargo, los resultados obtenidos son subjetivos, por lo general no son lo suficientemente sensibles como para medir un pequeño progreso o el deterioro en la capacidad de equilibrio de un sujeto (Blum, Korner-Bitensky 2008). La mayor limitación del enfoque funcional para la calificación del balance es que no puede especificar qué tipo de problema de equilibrio tiene un sujeto para dirigir el tratamiento.

4.10.1.1. descripción de Escalas clínicas.

- **Las actividades de equilibrio de confianza (ABC):** Es un cuestionario útil que evalúa la confianza en el equilibrio auto percibido al intentar 16 actividades diferentes de la vida diaria. Sin embargo, se ha demostrado que se relaciona mejor con las actividades que las personas realmente evitan que con las caídas futuras (Meyers, 1998).
- **La prueba de equilibrio y marcha de Tinetti.** Es la herramienta de evaluación del equilibrio clínico más antigua y la más utilizada entre las personas mayores (Yelnik, Bonan 2008). Las ventajas de la herramienta de evaluación del equilibrio de Tinetti son la inclusión del equilibrio, la marcha y su buena fiabilidad entre evaluadores (85% de acuerdo entre evaluadores) y excelente sensibilidad (se identifica el 93% de las personas con riesgo de caídas) (Maki et al., 1994; Topper et al., 1993). Sin embargo, muchos ítems son difíciles de evaluar en una escala de 3 puntos y tiene poca especificidad. A pesar de ser ampliamente utilizado en gerontología, la sección de la marcha rara vez se utiliza y tiene efectos límite para las personas más jóvenes con déficit de equilibrio (Yelnik, Bonan 2008).
- **Escala Balance Berg (BBS):** La fiabilidad entre evaluadores de BBS es excelente, pero su sensibilidad es de pobre a moderada (Berg et al., 1995; Berg et al., 1992).

El BBS también se desarrolló para personas mayores, en quienes una puntuación superior a 45 se relacionó con un bajo riesgo de antecedentes de caídas (Conradsson et al., 2007). Sin embargo, un estudio reciente mostró que se requiere un cambio de ocho puntos para revelar un cambio clínicamente significativo en la función entre las personas mayores que dependen de las actividades de la vida diaria (Yelnik, Bonan 2008). El BBS es fácil de usar y se puede realizar en solo 10 a 15 minutos, pero la incertidumbre entre dos puntajes cercanos es frecuente.

- **Up and Go Test (TUG):** Es la prueba de equilibrio clínico más corta y simple, probablemente la más confiable porque utiliza un acuerdo en las duraciones del cronómetro en lugar de las escalas de calificación. El TUG se usa ampliamente debido a la facilidad con la que se puede realizar en la clínica (Weiss et al., 2009). Además, la prueba TUG ha demostrado predecir el riesgo de caídas en los ancianos (Shumway-Cook et al., 2000; Whitney et al., 2005). Sin embargo, el TUG posee las mismas limitaciones que las otras escalas clínicas funcionales, ya que no es posible separar qué subcomponentes de equilibrio y marcha están afectados (Zampieri, et al, 2009).

- **One-leg stance:** La duración de la postura de una pierna es la prueba de balance más antigua. Las ventajas de la prueba de posición de una pierna son:
 1. Excelente fiabilidad porque se usa un cronómetro para evaluar el rendimiento con criterios específicos para detener la prueba cronometrada.
 2. La desventaja es la dificultad de la prueba y la limitación para la evaluación del control del equilibrio estático (Franchigiogni et al, 2010).

- **Prueba de alcance funcional:** Se desarrolló para evaluar los límites máximos de estabilidad en la postura (Duncan, et al, 1990). Se les pide a los sujetos que avancen tan lejos como puedan mientras permanecen de pie de manera independiente. También se ha agregado el alcance en las direcciones lateral y hacia atrás. Aunque se pensó que los sujetos podían mover su centro de masa corporal sobre su base de apoyo del pie, las mediciones de laboratorio mostraron que el desplazamiento del centro de masa no está bien correlacionado con la distancia de alcance funcional (Jonsson, et al, 2002). No obstante, el rendimiento funcional del alcance directo puede predecir el riesgo de caídas (Behrman, et al, 2002).

4.10.2. Evaluaciones de sistemas.

Un enfoque de sistema es útil cuando el objetivo de la evaluación es determinar las causas subyacentes del déficit de equilibrio para tratarlo de manera efectiva (Horak 1997).

Dos pruebas recientes de equilibrio clínico utilizan un enfoque sistémico para caracterizar las razones subyacentes del control del equilibrio dañado, estas son:

1. La prueba de equilibrio de sistemas de evaluación (BESTest) (Horak, Wrisley, Frank 2009).
 2. El perfil de equilibrio fisiológico (PPA; Lord, 1996).
- **BESTest:** La prueba de equilibrio de sistemas de evaluación tiene como objetivo evaluar 6 sistemas diferentes de control de equilibrio para que puedan existir enfoques de rehabilitación específicos para diferentes tipos de déficits de equilibrio.
BESTest consta de 36 elementos, agrupados en 6 sistemas: "Restricciones biomecánicas", "Límites de estabilidad / verticalidad", "Ajustes posturales anticipatorios", "Respuestas posturales", "Orientación sensorial" y "Estabilidad en la marcha". Basado en la investigación, cada sistema es conocido por representar mecanismos neuronales relativamente independientes que subyacen al control del equilibrio postural (Horak y McPherson, 1996; Horak, 1987, 1997; Horak, et al, 2010). El BESTest tiene una fiabilidad similar entre evaluadores que las pruebas de equilibrio funcional (ICC de .91, Horak, Wrisley, Frank 2009). El BESTest es único al permitir que los terapeutas determinen el tipo de problemas de equilibrio para dirigir tratamientos específicos para sus pacientes. La principal limitación de BESTest son los 30 minutos necesarios para completar la prueba. Recientemente, se ha desarrollado una versión corta de 10 minutos del BESTest al eliminar elementos redundantes e insensibles del BESTest (Franchigioni, et al., 2010).
 - **Enfoque del Perfil Fisiológico (PPA):** El PPA se organiza en torno a las deficiencias fisiológicas que conducen al riesgo de caídas. El PPA implica una serie de pruebas simples de visión, sensación cutánea en los pies, fuerza muscular de la pierna, tiempo de

reacción y balanceo postural en posición. El PPA tiene 2 versiones: una versión completa (o larga) y una versión de proyección (o corta) (Lord 2003). La forma corta demora 15 minutos en administrarse e incluye:

1. Balanceo postural.
2. Tiempo de reacción de la mano.
3. Fuerza de extensión de la rodilla.
4. Propiocepción de la pierna.
5. Sensibilidad al contraste del borde visual.

Estas 5 funciones fisiológicas se identificaron para discriminar entre riesgo y sin riesgo de caídas (Lord 1991, 1994). el puntaje de riesgo de caída tiene una precisión de predicción del 75% para las caídas en las personas mayores. Los puntajes compuestos de PPA por debajo de 0 indican un bajo riesgo de caídas, los puntajes entre 0 y 1 indican un riesgo leve de caídas, los puntajes entre 1 y 2 indican un riesgo moderado de caídas, y los puntajes superiores a 2 indican un alto riesgo de caídas.

Aunque el PPA ha demostrado ser válido para predecir caídas con alta sensibilidad y especificidad, los resultados de las pruebas no ayudan a los terapeutas a dirigir el tratamiento. Sin embargo, la identificación de las deficiencias puede ayudar a identificar la patología. El método de evaluación ideal debe proporcionar mediciones objetivas y cuantitativas que puedan traducirse fácilmente en información simple y útil. Los avances en la tecnología computarizada han hecho evaluaciones objetivas del equilibrio cada vez más prácticas para entornos clínicos.

4.10.3. Evaluaciones cuantitativas/objetivas.

4.10.3.1. *posturografía.*

En la última década, la evaluación cuantitativa del dominio postural durante la postura está disponible como herramientas clínicas y un número creciente de terapeutas están personalizando los tratamientos para sus pacientes basándose en la información de la posturografía (Jacobs et al., 2006; Moore et al., 2007; Plotnik, Giladi, Hausdorff 2007).

- **Posturografía estática:** La posturografía estática no es realmente estática, pero tiene como objetivo cuantificar la influencia de la postura mientras el sujeto permanece lo más quieto posible. El balanceo postural generalmente se cuantifica caracterizando los desplazamientos del centro de la presión del pie desde una placa de fuerza. Recientemente, los acelerómetros o giroscopios (sensores de velocidad angular) colocados en el tronco o la cabeza están disponibles para medir el balanceo postural. De hecho, se ha demostrado que el balanceo postural caracterizado por acelerómetros en la parte baja de la espalda o el muslo, puede analizarse para obtener características de balanceo similares a las medidas de balanceo de la placa de fuerza. (Mancini, et al, 2009) Los sensores de inercia livianos y portátiles proporcionan un método menos costoso y más práctico para cuantificar la influencia postural en un entorno clínico y recientemente se han puesto a disposición interfaces informáticas fáciles de usar con análisis automáticos. Las técnicas de posturografía disponibles y las posibles aplicaciones se han revisado recientemente (Bloem, Visser, Allum 2003).

La posturografía cuantitativa puede superar los principales inconvenientes del examen del equilibrio clínico funcional, como:

1. La variabilidad en el rendimiento de la prueba (dentro y entre los diferentes examinadores),
2. La naturaleza subjetiva del sistema de puntuación;
3. Sensibilidad a pequeños cambios (Visser et al., 2008).

Además, la posturografía cuantitativa puede usarse para evaluar la eficacia terapéutica (Nardone et al., 2006; Rocchi et al., 2002) y para predecir el riesgo de caídas (Pirtola y Era, 2006). Sin embargo, la posturografía estática puede no ser capaz de desentrañar detalles de la fisiopatología subyacente o proporcionar información de diagnóstico porque, a pesar de su excelente sensibilidad, la influencia postural tiene poca especificidad.

Debido a que el balanceo postural es un comportamiento tan complejo que depende de muchas partes del sistema nervioso central, periférico y del sistema musculoesquelético, a menudo es difícil determinar por qué las características de balanceo han cambiado. El control postural es una excelente medida de la salud general, pero no es una buena medida de la fisiopatología subyacente, ya que tantos trastornos diferentes dan como resultado una disminución del dominio de la postura. Por ejemplo, una mayor velocidad media en el desplazamiento de COP se ha asociado con envejecimiento, neuropatía, enfermedad de Parkinson, pérdida vestibular, accidente cerebrovascular, etc. (Prieto et al., 1996, de Haart et al., 2004, Dozza et al., 2005).

Se pueden introducir varias manipulaciones a la posturografía estática para que la tarea de equilibrado sea más desafiante, por ejemplo, reduciendo el tamaño de la base de soporte, disminuyendo la retroalimentación visual (cierre de los ojos), disminuyendo la retroalimentación propioceptiva (superficie compatible) o aplicando una segunda tarea mientras los sujetos mantienen su equilibrio.

- **Posturografía dinámica:** En contraste con la posturografía estática, la posturografía dinámica implica el uso de perturbaciones del balance externo o el cambio de las condiciones superficiales y / o visuales. Por lo general, las perturbaciones posturales se realizan con una superficie de soporte computarizada y móvil, de modo que induce el desequilibrio mediante la traducción o rotación horizontal repentina (Bloem, Visser, Allum 2003). Los cambios dependen de la aceleración y la velocidad iniciales de la perturbación. Se observan una respuesta postural más prolongadas con pacientes que tienen daño en las vías propioceptivas, particularmente en los nervios sensoriales grandes y la médula espinal. A diferencia de las rápidas perturbaciones superficiales para

detectar latencias de respuestas posturales, se usan movimientos lentos y oscilatorios para estudiar la adaptación postural, el aprendizaje motor, la anticipación del estímulo y los mecanismos de control postural de avance (Dietz et al., 1992; Dietz et al., 1993; Van Ootenhagen, et al, 2008).

También es posible utilizar perturbaciones sensoriales para manipular selectivamente una o más entradas sensoriales específicas para el control postural (movimientos de la escena visual, estimulación vestibular, vibración del tendón para interrumpir la propiocepción). De hecho, las perturbaciones sensoriales ayudan a aclarar cómo cada sistema sensorial contribuye al control del equilibrio y qué tan bien los sujetos pueden volver a ponderar la información sensorial disponible según sea necesario para mantener el equilibrio en entornos alterados.

Aunque los sistemas de posturografía dinámica proporcionan datos precisos sobre el balanceo del cuerpo hacia adelante y hacia atrás, estos representan un Gold-standard en la medición de las contribuciones sensoriales. Un inconveniente importante es el alto costo y el tiempo para el entrenamiento y las pruebas, así como el espacio para el equipo (Visser 2008).

4.10.3.2. *sensores inerciales.*

Recientemente, los sensores de movimiento portátiles desarrollados para mediciones robóticas, aeroespaciales y biomédicas se han utilizado para medir el control del equilibrio (Bonato, 2005; Chiari et al., 2005). Estos sensores, con transferencia inalámbrica de datos, tienen el potencial de superar los principales inconvenientes del costo, el tamaño y la ubicación limitada de las pruebas computarizadas, así como también permiten la medición objetiva del control postural. De hecho, los avances en electrónica han llevado a una nueva generación de sensores pequeños, baratos y robustos con una batería de larga duración y un gran almacenamiento de datos locales.

Los sensores inerciales portátiles consisten en acelerómetros lineales y/o sensores de velocidad angular (giroscopios) que pueden medir movimientos de piernas, brazos y torso mientras las personas realizan tareas de equilibrio clínico o realizan sus actividades diarias.

Los acelerómetros pueden sustituir a las medidas tradicionales que caracterizan el balanceo postural durante la mantención de la postura y los ajustes posturales anticipatorios (Chiari, et al, 2005; Mancini, et al, 2009). Por ejemplo, un sensor inercial con la sensibilidad adecuada colocado en el tronco en el nivel L5 puede transmitir inalámbricamente el balanceo del tronco con respecto a la gravedad. La detección basada en acelerometría de balanceo postural proporciona una herramienta nueva y sensible para medir el control del equilibrio. Por lo tanto, las mediciones objetivas del equilibrio utilizando sensores inerciales tienen el potencial de proporcionar a los profesionales marcadores precisos, estables y sensibles para las pruebas longitudinales de la postura y la marcha.

4.11. Acelerometría

Los acelerómetros son pequeños instrumentos electrónicos que miden la magnitud de los cambios de la aceleración que lleva a cabo una persona cuando se mueve, o también puede medir los cambios de aceleración de segmentos específicos como lo puede ser el centro de masas del cuerpo durante el movimiento (Aguilar Cordero et al., 2014). (Calahorra Cañada y Torres-Luque, 2015).

Puede ser uniaxial o triaxial, según mida las aceleraciones en una sola dirección (vertical) o lo haga en tres direcciones (antero-posterior, medio-lateral y longitudinal). Los acelerómetros se han utilizado cada vez más comúnmente como dispositivos de medición, ya que pueden cuantificar económicamente el movimiento corporal, la marcha y las tareas de pie. (D. Álvarez, R.C. González, 2006)

Las dimensiones de los acelerómetros son pequeñas (3,8 cm x 3,7 cm x 1,8 cm y 27 gramos aproximadamente). Pueden colocarse en la parte baja de la espalda para medir la aceleración del COM o en una extremidad para medir su aceleración en algún movimiento determinado.

Los datos se descargan en un computador mediante el software y posteriormente se analizan para obtener los resultados.

En la práctica, el centro de masa es típicamente estimado a partir de un modelo de cuerpo rígido de segmentos articulados, cuyo número depende de la complejidad del modelo. Cuando el objeto de estudio hace referencia al cuerpo humano completo la colocación de los

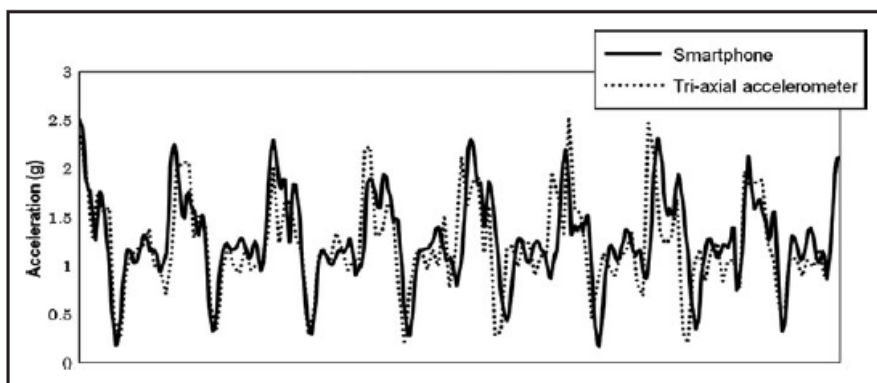
instrumentos de medición suele estar cerca del centro de masa, en la cintura, entre L3-L5, consiguiendo así información muy útil y de interés, pues este lugar se considera el más idóneo para realizar un análisis global del movimiento humano. (Moe-Nilssen and Helbostad, 2002). Es por esta razón que en este estudio la medición de COM será definida a nivel de L3 de los sujetos estudiados.

Es importante mencionar que hoy en día los teléfonos inteligentes han aportado mejoras significativas en los sistemas de salud, tienen la ventaja de ser pequeños, fáciles de usar, asequibles e incluir una unidad de movimiento inercial, compuesta por acelerómetro 3D, magnetómetro y giroscopio (E. Ozdalga, A. Ozdalga, y N. Ahuja 2012).

4.12. Validación y confiabilidad de acelerómetro

En el estudio presentado por Nishiguchi en el año 2012 los resultados indican que los parámetros obtenidos por el teléfono inteligente son confiables. Además, el teléfono inteligente y el acelerómetro triaxial mostraron una aceleración similar en las formas de onda. Si bien la similitud de la forma de la onda es algo a destacar, más importante aún es la correlación numérica de ambos acelerómetros que será explicada más adelante.

Figura N°1: similitud de medición de aceleraciones de acelerómetro convencional y teléfono inteligente.



(Nishiguchi et al., 2012).

Los parámetros obtenidos por el teléfono inteligente se correlacionaron considerablemente con los obtenidos por el acelerómetro triaxial. Por lo tanto, el teléfono inteligente con la aplicación de análisis utilizada en ese estudio ofrece alta prueba de confiabilidad y tiene la capacidad de cuantificar los parámetros con la misma precisión que un acelerómetro triaxial.

En los parámetros utilizados en el estudio de Nishiguchi del año 2012 (PF, RMS, AC y CV) se observó una consistencia notable en la confiabilidad test-retest de todos los resultados de parámetros obtenidos por el teléfono inteligente, los valores se muestran en la tabla extraída del estudio antes mencionado y que se presenta a continuación:

Figura N°2: Correlación entre parámetros, resultados obtenidos por un teléfono inteligente y acelerómetro triaxial ($p < 0,01$).

	SMARTPHONE	TRI-AXIAL ACCELEROMETER	SPEARMAN'S <i>R</i>
PF (Hz)	2.08 (1.82–2.21)	2.08 (1.82–2.21)	0.99*
RMS (g)	10.86 (10.48–12.62)	11.23 (10.89–12.37)	0.89*
AC	0.81 (0.61–0.91)	0.87 (0.71–0.95)	0.82*
CV	0.092 (0.04–0.18)	0.064 (0.02–0.15)	0.85*
Data are median (range) values. * $p < 0.01$ is statistically significant.			

(Nishiguchi et al., 2012).

Desglosando la tabla anterior, el PF indica el ciclo de la marcha. La CA indica el grado de equilibrio de la marcha; cuanto mayor es la CA, mayor es el grado de equilibrio. El CV indica el grado de variabilidad de la marcha, por último, el parámetro que será utilizado en el presente estudio será el RMS de la aceleración, es necesario aclarar que el estudio antes citado describe el RMS de la marcha de un individuo y en este estudio utilizaremos el RMS de la aceleración del centro de masa en una postura específica. El RMS indica el grado de inestabilidad; a mayor RMS, menor es el grado de estabilidad, el cual dio como resultado una alta correlación entre el acelerómetro triaxial y el teléfono celular ($r=0.89$), calculado mediante el índice de Spearman,

el cual indica que con valores próximos a 1 existe una correlación fuerte y positiva entre las dos variables.

Los teléfonos inteligentes ofrecen ventajas importantes. Primero, los teléfonos inteligentes son ahora dispositivos comunes, y son menos costosos que los acelerómetros convencionales. En segundo lugar, pueden procesar y guardar grandes cantidades de datos y transmitir datos a través señales inalámbricas y/o correo electrónico. Esto permite evaluar los distintos patrones de movimiento fácilmente. En tercer lugar, los teléfonos inteligentes están equipados con aplicaciones que son flexibles y que se pueden mejorar fácilmente. Por estas razones, un teléfono inteligente es más ventajoso que un acelerómetro convencional (Nishiguchi et al., 2012).

Por otro lado, existen estudios los cuales demuestran que la confiabilidad test-retest de los acelerómetros de los teléfonos celulares es bastante buena ($ICC = 0,81-0,97$) (Kosse et al., 2014). E incluso hay estudios que describen que el acelerómetro es capaz de distinguir significativamente entre las respuestas de oscilación a todas las condiciones de pruebas y que el RMS de la aceleración medido con un teléfono inteligente está positivamente correlacionados con valores del Test Up and Go ($r = 0,621$, $P < 0,01$). (O'Sullivan et al., 2008). Lo que justifica la medición de la estabilidad mediante el resultado del RMS y la relación que tiene este con el riesgo de caídas de las personas.

Es posible que las caídas accidentales en las personas mayores pudieran predecirse utilizando estos parámetros. Esto indica que los teléfonos inteligentes tienen el potencial de evaluar el riesgo de caídas y pueden ser utilizado como una nueva herramienta para la prevención de caídas en el futuro.

Además se ha descrito que los acelerómetros pueden sustituir a las medidas tradicionales de placa de fuerza para caracterizar tanto el balance postural estático y los ajustes posturales anticipatorios.(Chiari, et al, 2005 ; Mancini, et al, 2009).

4.13. RMS

RMS (raíz media cuadrática), cuantifica la magnitud media de la aceleración en cada eje durante la duración de las pruebas. Se calcula mediante la raíz cuadrada de la media aritmética de los cuadrados de los valores. Es un parámetro calculado a lo largo del tiempo para las muestras de la señal. Este indicador es frecuentemente utilizado en los estudios que proponen la acelerometría como instrumento de valoración para determinar parámetros del control postural, equilibrio y marcha. (Apolo Arenas, 2015).

Figura N°3: Fórmula raíz media cuadrática (RMS)

$$RMS = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2}{N}}$$

El valor RMS es capaz de indicar el grado de inestabilidad de un movimiento o postura; así, un valor RMS más alto indica un menor grado de estabilidad y un valor de RMS más bajo indica un mejor grado de estabilidad. (Nishiguchi et al., 2012).

A través del RMS comparamos los promedios de las aceleraciones en los ejes de 2 ejes, para lo cual calculamos el RMS para cada uno de los sujetos en cada una de las condiciones. Calculamos la media de los valores que obtuvimos para los sujetos. El primer valor de estos datos corresponde al RMS medido para las aceleraciones del eje X, es decir, el movimiento medio lateral. El segundo valor es el RMS para el eje Z que corresponde al movimiento antero posterior, y el tercer valor, el resultado del movimiento en el eje Y es obviado dado que corresponde a los valores de la aceleración de gravedad.

4.14. Aplicación: Sensor Kinetics Pro

Sensor Kinetics Pro es una aplicación avanzada que ofrece potentes herramientas para ver y monitorear todos los sensores disponibles en el teléfono, cada sensor permite configurar la velocidad de actualización y muestra las lecturas de los ejes X, Y y Z. Además, puede aplicar filtros a la secuencia de datos y guardar los datos del sensor en la memoria interna del teléfono y exportarlos a un computador por medio de un correo electrónico.

La pantalla principal Sensor Kinetics Pro enumera todos los sensores disponibles e incluye gráficos avanzados. Al tocar el título de cada sensor, activa las funciones de gráficos, que incluyen la creación de archivos que contienen la información en formato “.csv”.

4.15. Procesamiento de la señal

Fue utilizado un filtro de paso bajo de 3,5 Hz, ya que la frecuencia a la que puede ejercerse el movimiento humano es determinada. Sin embargo, suele resultar de interés únicamente por debajo de 40Hz. Por ello, en ocasiones se hace uso de un filtro paso bajo para eliminar las señales por encima de esa frecuencia. Dado que la mayoría de los movimientos humanos ocurren entre 0,3 y 3,5 Hz. (Apolo Arenas, 2015).

La evaluación se realizó con una tasa de muestreo de 20 Hz, lo que daba como resultado de 400 mediciones o datos en total, durante los 20 segundos de cada prueba, es importante mencionar que el filtro de paso bajo y en control de los datos por segundo fueron proporcionados por la misma aplicación.

Para el cálculo del RMS la información es exportada a una plantilla Excel en la cual se aplica la fórmula de RMS.

4.16. Samsung Galaxy S7

En el presente estudio se utilizó un celular Samsung Galaxy S7, sus principales características se muestran a continuación.

- **Características principales**
 - Sistema operativo Android 6.0.1.
 - Perfil de 7.9 mm
 - Peso de 152 gramos.
 - Pantalla de 5.1"
 - Resolución de 1440 x 2560 pixeles.
- **Características técnicas:**
 - Procesador Exynos 8890 Octa 2.3GHz.
 - 4 GB de memoria RAM.
 - 64 GB de almacenamiento.
 - **Acelerómetro:**
 - K6DS3TR Acceleration Sensor (STM).
 - Rango: 0-78,453.
 - Resolución: 0,002 (0,003%).
 - Potencia: 0,25mA.

5. Enfoque metodológico

5.1. Diseño de Investigación

Diseño observacional de corte transversal analítico. Se utiliza un grupo de 60 adultos divididos de forma equitativa en 3 grupos, a los que se les aplicará las 6 pruebas de control postural estático, recogiendo información relacionada con los cambios de aceleración en los desplazamientos antero posteriores y medio laterales de los individuos. Posterior a esta observación se aplicará el cálculo de RMS por cada eje, para luego ser comparado entre los grupos.

5.2. Población Blanco

Las capacidades físicas se desarrollan hasta los 30-35 años aproximadamente, luego estas comienzan a declinar. La disminución en la fuerza de piernas, es significativa a partir de la década de los 50 años en mujeres y de los 30 ó 40 en hombres (Schlssel et al., 2008; Vianna et al., 2007). siendo esta pérdida mayor a la que se produce en la fuerza de brazos (Landers et al., 2001). Una baja fuerza muscular, tanto de piernas como de prensión manual, son predictores fuertes e independientes de mortalidad en personas mayores (Gale et al., 2007; Meter et al., 2002; Newman et al., 2006; Ruiz et al., 2008) y están asociados con limitaciones de la movilidad (Visser et al., 2005). Considerando que la pérdida de las capacidades físicas es inevitable, es necesario mantener una buena condición física en la población generando estrategias de intervención con un enfoque preventivo que permita mantener las capacidades físicas de los sujetos en el futuro.

El Kung-Fu ha sido practicado desde hace siglos en las culturas orientales como ejercicio físico para mejorar el equilibrio y la percepción del esquema corporal, y recientemente se ha incrementado su práctica en la población anciana occidental. Actualmente, existen estudios que demuestran una evidente mejora en el equilibrio (Verhagen 2004), estabilidad postural, función

cardiorrespiratoria, presión sanguínea, capacidad aeróbica, fuerza, flexibilidad y un mejor estado físico, mental y psico-social en los sujetos que lo practican (Valero Serrano et al, 2010).

Es por esta razón que se medirán a personas deportistas y no deportistas entre 20 y 35 años de edad y que asistan a un gimnasio convencional, que realicen Kung-Fu y un tercer grupo control que tenga un nivel de actividad física IPAQ 1 o 2.

5.2.1. Criterios de inclusión.

Criterios de Inclusión generales

- Participantes entre 20 y 35 años de edad.
- Sin trastornos músculo esqueléticos, vestibulares y/o cognitivos.
- Personas de ambos sexos.

Criterios específicos por grupo:

- **Grupo Kung-Fu:** Personas que entrenen kung fu hace mínimo 2 años o lleven entrenado dicha arte marcial por 12 semanas, 5 días a la semana, por 60 minutos. (Zheng et al., 2015)
- **Grupo Gimnasio:** Personas que lleven asistiendo al gimnasio por más de 12 semanas y asistan como mínimo 4 días a la semana. (Casas Herrero and Izquierdo, 2012)
- **Grupo Sedentario:** Personas que no realicen actividad física de forma regular, por al menos tres meses o que sean clasificados IPAQ 1 o 2.

5.2.2. Criterios de Exclusión.

- Uso de ayudas técnicas de asistencia necesarios para realizar marcha (bastón, andador, etc.).
- Alteraciones musculoesqueléticas y neurológicas no compensadas, psiquiátricas (diagnosticada) o cognitivas.

- Otras enfermedades en estado de descompensación que puedan alterar el equilibrio y la realización de las pruebas.
- Mujeres embarazadas.

5.3. Tamaño muestral

No es posible realizar el cálculo del tamaño muestral, ya que no existen reportes previos similares como acceder a los componentes necesarios para hacer el cálculo, sin embargo, Baccouch, Rebai y Sahli en 2017 realizaron mediciones de control postural comparando tres grupos los cuales tenían 12 personas en cada uno y obtuvieron resultados positivos.

A partir de lo anteriormente mencionado se medirán a 60 adultos. El total de la muestra es dividido en tres grupos de 20 personas correspondientes a, Gimnasio, Kung-Fu y Sedentario.

Los participantes fueron reclutados en las dependencias de la escuela de Kung-Fu tradicional Choy Lee Fut Chile y la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, con la previa autorización de las instituciones involucradas.

5.4. Fichas

En estas se realiza el registro de los principales datos de los sujetos involucrados en el estudio, entre los cuales se encuentran nombre, sexo, edad, grupo, si posee lesiones, correo electrónico, además, del número de intentos realizados en cada prueba, observaciones y fecha en la que se realizó la medición.

5.5. Mediciones

Se evaluarán tres grupos independientes de 20 adultos entre los 20 y 35 años cada uno (hombres y mujeres), separados en un grupo control (Sedentarios), un grupo que practica Kung-Fu, y un grupo de personas que asisten regularmente al gimnasio que no padezcan alteraciones cognitivas y/o sensoriales (vestibular), ni presenten condiciones musculoesqueléticas que les impidan realizar las pruebas.

A los participantes se les colocará un acelerómetro triaxial de un teléfono celular puesto en un cinturón que se ubicará a nivel de L3, cerca del centro de masa del cuerpo.

Se les pedirá que mantengan las siguientes posiciones: bipodal, unipodal con ambas extremidades, ambas pruebas se realizarán con ojos abiertos y cerrados, tendrán que mantener estas posturas por 20 segundos cada una (Chiu et al., 2017), con un descanso de un minuto entre ellas, cada participante podrá realizar tres intentos en cada posición. Posteriormente se recolectan los datos obtenidos por cada participante y se graficarán en función de los promedios de los cambios de aceleración del centro de masa (RMS), y se compararán con los otros grupos.

5.6. Plantillas Microsoft Office Excel ®

Los resultados fueron separados por cada grupo de acuerdo a las variables de aceleración para finalmente calcular el RMS-ML y RMS-AP de cada sujeto. Cada una de las 6 pruebas (próximamente descritas), conto con su propia plantilla para evitar la confusión de los datos.

5.6.1. Protocolo Experimental.

La escuela de Kung-Fu Choy Lee Fut Chile y la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación firmarán una autorización en la cual nos proporciona el permiso para realizar las pruebas y mediciones en su establecimiento.

Previo a las mediciones, se aplicará el cuestionario “IPAQ” (Cuestionario Internacional de Actividad Física), el que nos asegurará que la muestra perteneciente al grupo control o Sedentario no posee altos niveles de actividad física, sino moderados, bajos y/o nulos como lo necesitamos para esta investigación.

La medición comenzará con la división de la muestra en 3 grupos de 20 personas cada uno (Kung-Fu, Gimnasio, Sedentario). Cada sujeto se dirigirá a el lugar en donde se realizará la medición del control postural estático por medio de 6 pruebas diferentes, bipodal-ojos abiertos, bipodal-ojos cerrados, unipodal -ojos abiertos, unipodal -ojos cerrados. Con estas 6 pruebas serán medidos los cambios de aceleración del acelerómetro (teléfono celular) para posteriormente hacer un análisis de la información de los 3 grupos estudiados.

Cada prueba se realizará un máximo de tres veces, con un descanso de un minuto entre cada repetición para evitar la fatiga. Antes de comenzar otra prueba el sujeto debe tomar un descanso de dos minutos.

Prueba n°1: El sujeto se ubica en bipedestación sobre una base estable, serán instruidos a mirar hacia delante en una cruz blanca colocada en la pared a 2 metros de distancia a nivel de los ojos.

Tendrá que mantener esta posición durante 20 segundos, manteniéndose lo más estático que pueda.

Prueba n°2: En bipedestación con los ojos cerrados sobre una base estable, tendrá que mantenerse lo más estático posible durante 20 segundos.

Prueba n°3: El paciente tendrá que mantenerse en apoyo unipodal en su pierna dominante, serán instruidos a mirar hacia delante en una cruz blanca colocada en la pared a 2 metros de distancia a nivel de los ojos. En esta prueba tendrá que posicionar sus brazos cruzados sobre su pecho, la pierna no dominante tendrá que realizar una pequeña flexión de rodilla. Mantener por 20 segundos o hasta que toque el piso.

Prueba n°4: El paciente tendrá que mantenerse en apoyo unipodal en su pierna dominante, en esta prueba tendrá que posicionar sus brazos cruzados sobre su pecho con los ojos cerrados, la

pierna no dominante tendrá que realizar una pequeña flexión de rodilla. Mantener por 20 segundos o hasta que toque el piso.

Prueba n°5: El paciente tendrá que mantenerse en apoyo unipodal con su pierna no dominante, en esta prueba tendrá que posicionar sus brazos cruzados sobre su pecho, serán instruidos a mirar hacia delante en una cruz blanca colocada en la pared a 2 metros de distancia a nivel de los ojos. La pierna dominante tendrá que realizar una pequeña flexión de rodilla. Mantener la posición por 20 segundos o hasta que apoye el pie en el piso.

Prueba n°6: El paciente tendrá que mantenerse en apoyo unipodal con su pierna no dominante, en esta prueba tendrá que posicionar sus brazos cruzados sobre su pecho con los ojos cerrados, la pierna no dominante tendrá que realizar una pequeña flexión de rodilla. Mantener la posición por 20 segundos o hasta que apoye el pie en el piso.

- En las pruebas que se realizarán con los ojos cerrados el tratante estará ubicado cercano al sujeto experimental para evitar que el sujeto caiga.
- Al momento de realizar las pruebas bipodales se les indicará a los sujetos que ubiquen sus pies al ancho de sus hombros, además los brazos deberán estar posicionados al costado del cuerpo en forma relajada.

5.7. Variables

Las principales variables que se utilizaran para realizar este estudio son las siguientes:

Variable	Tipo de variable	Escala de medición	Definición operacional
Sexo	Cualitativa	Nominal	Hombre/Mujer
Tiempo	Cuantitativa	Continuo	Segundos
RMS	Cuantitativa	Continuo	m/s ²
Dominancia	Cualitativa	Nominal	Derecha/Izquierda

6. Plan de análisis de datos

Los datos obtenidos serán registrados en la memoria interna del teléfono por medio de una planilla de Microsoft Office Excel ®, luego serán enviada a un correo electrónico que servirá para almacenar la información, para su posterior análisis en el programa de análisis estadístico G-Stat® versión 2.0.1. Los datos tabulados serán: Edad, RMS-AP, RMS-ML, sexo, cuestionario IPAQ.

En estadística analítica se aplicará la evaluación de la distribución normal de los datos, el nivel de significancia fue fijado con un valor $p < 0.05$ para todos los procedimientos estadísticos. Para estadística descriptiva de variables cuantitativas se utilizó media, desviación estándar y mediana. Se comprueba la homogeneidad de la variabilidad de los datos mediante las pruebas de homocedasticidad.

6.1. Consideraciones Éticas

Para llevar a cabo la investigación, la escuela de artes marciales Choy Lee Fut Chile y la directora del Departamento de kinesiología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación deberán firmar una autorización que nos permita acceder a sus dependencias. Previo a esto la investigación fue enviada a una evaluación ética en un comité de ética científico (CEC) o a un comité de ética asistencial (CEA). El informe de aprobación ética fue entregado el 29 de septiembre de 2017 (informe ético N°588), tras la aprobación del respectivo comité se realizarán las mediciones correspondientes según las leyes 20.120 y 20.584.

Dentro de la comunidad de personas seleccionadas para esta investigación, se tomará la muestra (60 personas), las que deben firmar un Consentimiento Informado, en donde se explica el procedimiento al que serán sometidos, como también todos sus derechos de tal investigación. A través de este medio las personas tendrán total libertad de elegir participar o no en dicho proceso de investigación, respetando su autonomía, donde prevalecerá el criterio de respeto a su dignidad y a la protección de los derechos como persona.

Esta investigación se ajusta a las exigencias de las leyes 20.120 y la 20.584, resguardando los derechos y libertades de los pacientes.

7. Análisis de datos

Una vez comprobada la distribución normal de los datos se aplicó la prueba ANOVA para comparar tendencia central (media) de los parámetros en estudio durante las seis ejecuciones de las pruebas. El nivel de significancia fue fijado con un valor $p < 0.05$ para todos los procedimientos estadísticos.

7.1. Presentación de la muestra

Tabla N° 1: Descripción de la muestra

Grupo	N°	Hombres	Mujeres	Edad (media)	DE	Rango	PDD (%)	PDI (%)
Sedentario	20	15	5	23.8	3.22	21-35	19 (95%)	1 (5%)
Kung-Fu	20	18	2	31.5	4.18	21-35	19 (95%)	1 (5%)
Gimnasio	20	16	4	22.8	2.53	20-30	20 (100%)	0 (0%)
TOTAL	60	49 (82%)	11 (18%)	26.03	-	20-35	58 (96.6%)	2 (3.4%)

PDD: pie dominante derecho

PDI: pie dominante izquierdo

En la Tabla n°1 se describe la muestra, con un total de 60 sujetos, destacando la predominancia masculina (82%) por sobre la femenina (18%), además de la dominancia del pie derecho (96.6%) por sobre el izquierdo (3.4%).

Tabla N° 2: Clasificación IPAQ

Grupo	IPAQ 1	IPAQ 2
Sedentario	12	8

En la Tabla N° 2 se describe la distribución en la clasificación IPAQ del grupo Sedentario. En donde se puede ver que la mayoría de los sujetos clasificados obtuvieron como resultado la clasificación IPAQ 1, la cual indica un bajo nivel de actividad física o la no realización de ningún tipo de actividad física.

Tabla N° 3: Tiempo de entrenamiento

Grupo	Tiempo de entrenamiento (años)	DE
Gimnasio	X= 3.05	1.5195
Kung-Fu	X= 4.3	2.6623

En la Tabla n°3 se observa la media (en años) de tiempo de entrenamiento de los grupos Kung-Fu y Gimnasio respectivamente. En la cual se describe que el promedio de años de práctica del grupo Kung-Fu es de 4.3 años y la media del grupo Gimnasio corresponde a 3.05 años de entrenamiento.

7.2. Descripción de los resultados

Durante la fase de recolección de los datos se reclutaron a 20 sujetos para cada uno de los tres grupos, los cuales cumplieron con los criterios de inclusión y firmaron un consentimiento informado.

7.3. Normalidad de los datos

La prueba de normalidad de Shapiro–Wilk utilizada, arrojó que las variables (RMS-ML y RMS-AP) se distribuyen de forma normal ($p > 0,05$), por lo cual fue utilizada la prueba estadística ANOVA.

8. Comparaciones y resultados

A continuación, se muestran los gráficos obtenidos a partir de las 6 pruebas realizadas y sus respectivas combinaciones. Se describen dos gráficos por cada comparación los cuales corresponden el primero al RMS medio lateral y el segundo al RMS antero posterior.

En una primera instancia se compara la misma prueba para los tres grupos, buscando si existen diferencias significativas entre los grupos.

En segunda instancia se toman en cuenta diferentes pruebas por lo cual los resultados son comparados dentro del mismo grupo.

Simbología

En la primera parte la simbología utilizada es:

- G = Grupo Gimnasio
- K = Grupo Kung-Fu
- S = Grupo Sedentario

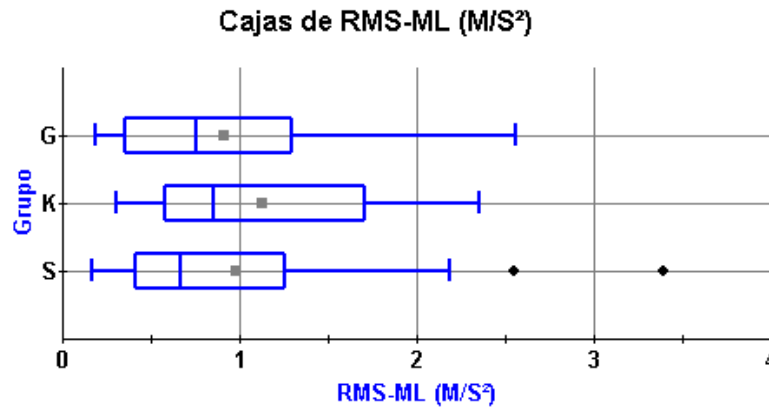
En la segunda parte de los resultados la simbología utilizada es:

- g = Gimnasio, prueba con ojos cerrados.
- k = Kung-Fu, prueba con ojos cerrados.
- s = Sedentario, prueba con ojos cerrados

- G = Gimnasio, prueba con ojos abiertos.
- K = Kung-Fu, prueba con ojos abiertos.
- S = Sedentario, prueba con ojos abiertos.

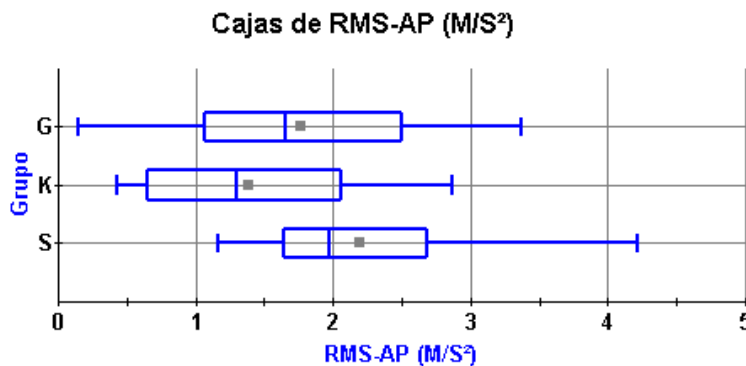
1. PIOC: Pie izquierdo ojos cerrados

Gráfico N° 1: Variación RMS- ML PIOC.



En el gráfico N° 1 se expone la variación de RMS-ML en los tres grupos en la prueba de pie izquierdo ojos cerrados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.7311) (ANOVA).

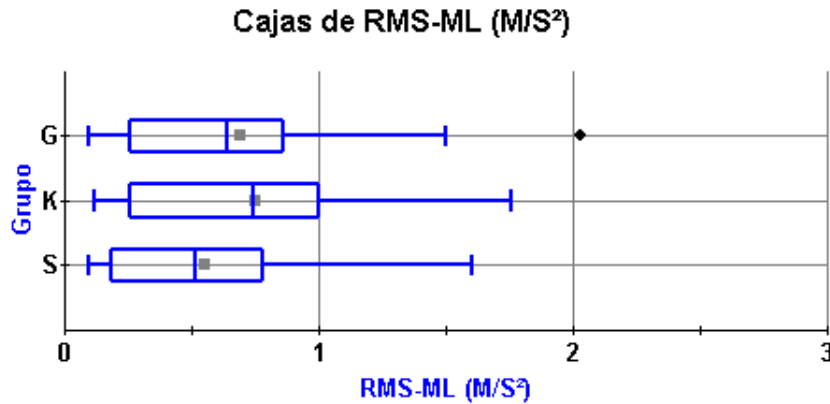
Gráfico N° 2: Variación RMS-AP PIOC.



En el gráfico N° 2 se expone la variación de RMS-AP en los tres grupos en la prueba de pie izquierdo ojos cerrados. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupo Kung-Fu versus Sedentario, la cual fue significativamente mayor al grupo que realiza Kung-Fu (p valor=0.0361*) (ANOVA). Esta diferencia fue visualizada mediante comparaciones múltiples.

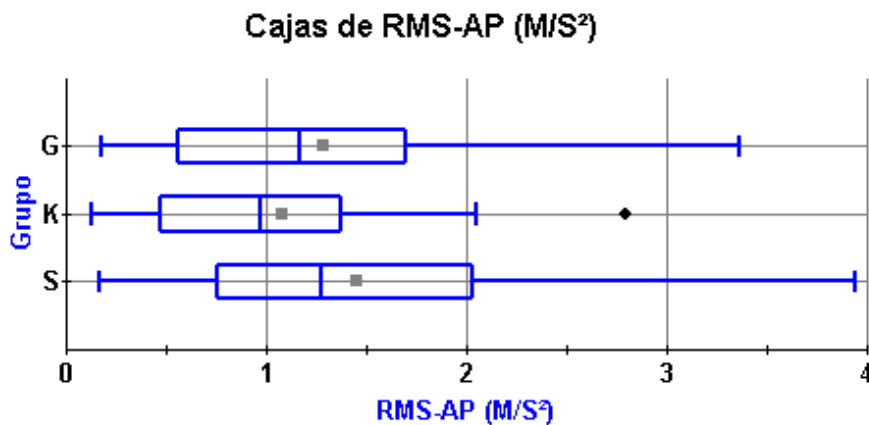
2. PIOA: Pie izquierdo ojos abiertos

Gráfico N° 3: Variación RMS- ML PIOA.



En el gráfico N° 3 se expone la variación de RMS-ML en los tres grupos en la prueba de pie izquierdo ojos abiertos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.4724) (ANOVA).

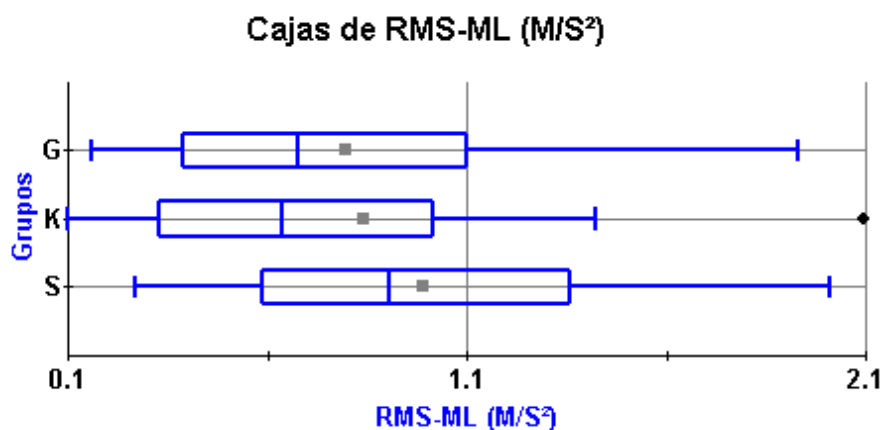
Gráfico N° 4: Variación RMS- AP PIOA.



En el gráfico N° 4 se expone la variación de RMS-AP en los tres grupos en la prueba de pie izquierdo ojos abiertos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.4797) (ANOVA).

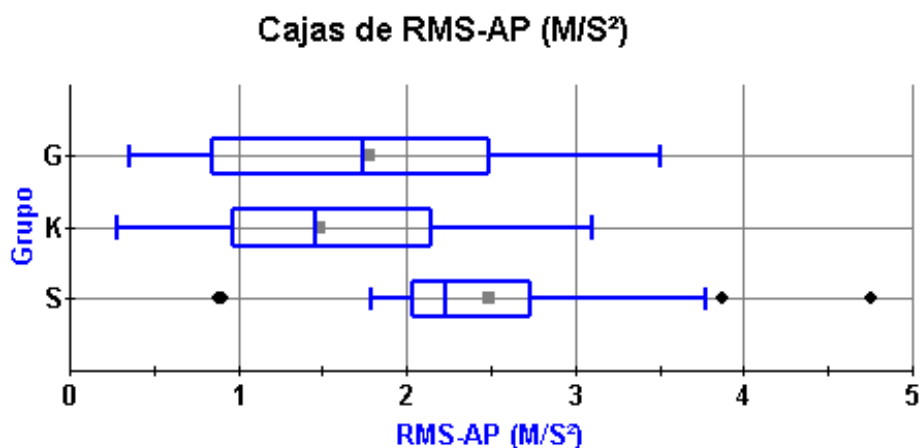
3. PDOC: Pie derecho ojos cerrados

Gráfico N° 5: Variación RMS- ML PDOC.



En el gráfico N° 5 se expone la variación de RMS-ML en los tres grupos en la prueba de pie derecho ojos cerrados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.5267) (ANOVA).

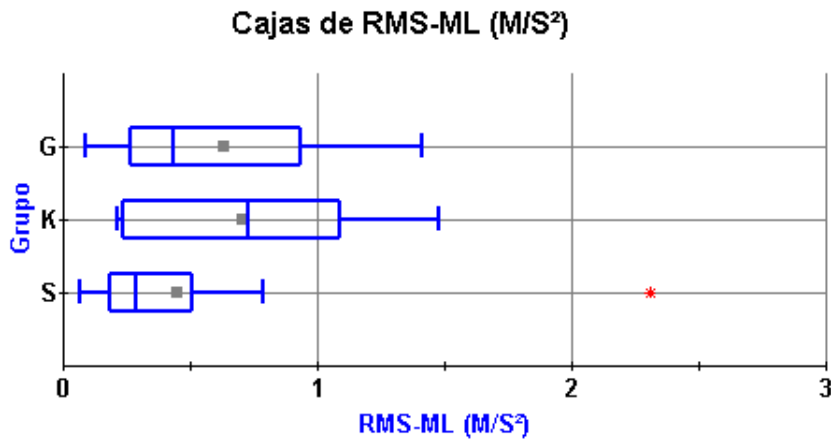
Gráfico N° 6: Variación RMS- AP PDOC.



En el gráfico N° 6 se expone la variación de RMS-AP en los tres grupos en la prueba de pie derecho ojos cerrados. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupo Kung-Fu versus Sedentario y grupo Gimnasio versus Sedentarios (p valor=0.0101*) (ANOVA). Esta diferencia fue visualizada mediante comparaciones múltiples.

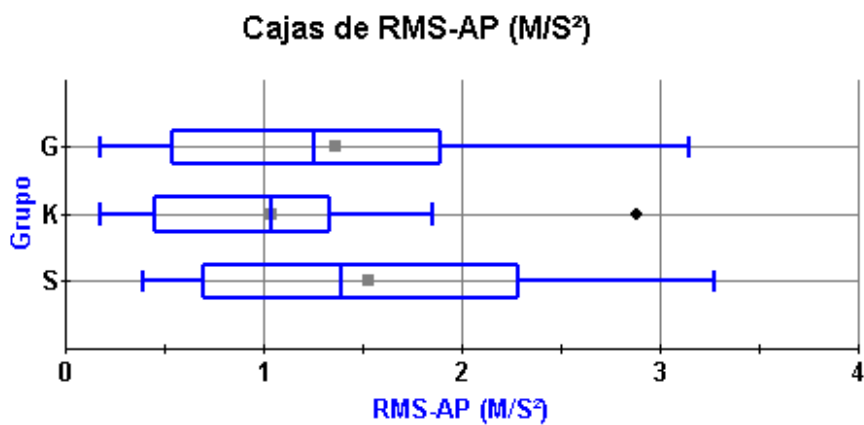
4. PDOA: Pie derecho ojos abiertos

Gráfico N° 7: Variación RMS- ML PDOA.



En el gráfico N° 7 se expone la variación de RMS-ML en los tres grupos en la prueba de pie derecho ojos abiertos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.2434) (ANOVA).

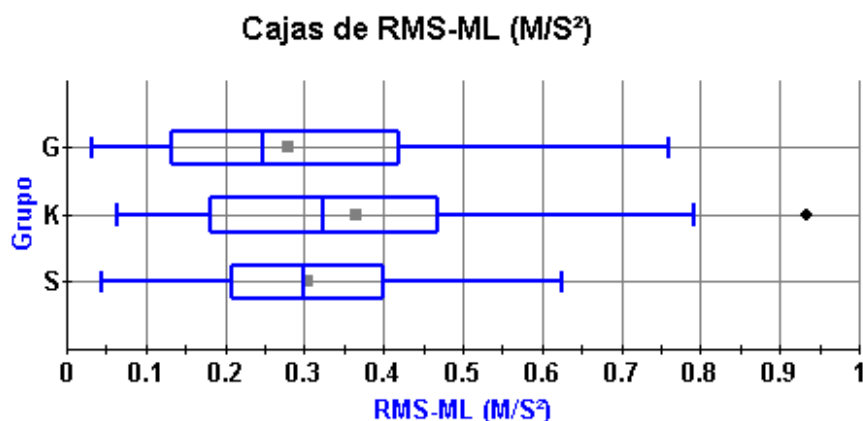
Gráfico N° 8: Variación RMS-AP PDOA.



En el gráfico N° 8 se expone la variación de RMS-AP en los tres grupos en la prueba de pie derecho ojos abiertos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.2664) (ANOVA).

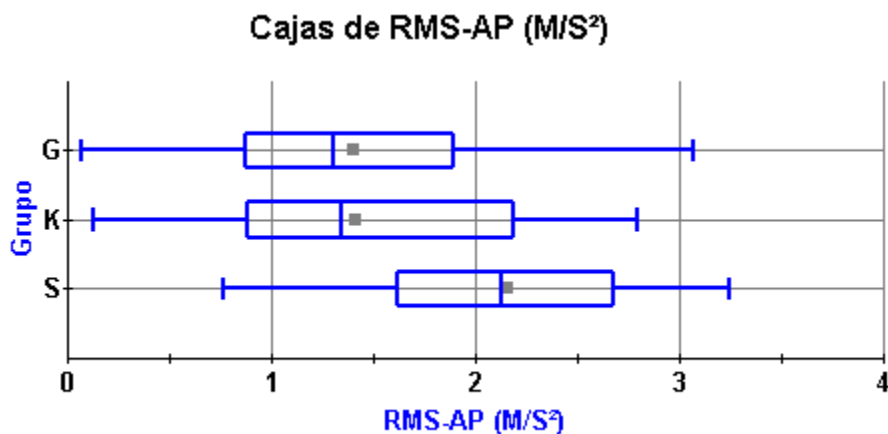
5. 2POC: 2 pies ojos cerrados

Gráfico N° 9: Variación RMS- ML 2POC.



En el gráfico N° 9 se expone la variación de RMS-ML en los tres grupos en la prueba de 2 pies ojos cerrados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.4842) (ANOVA).

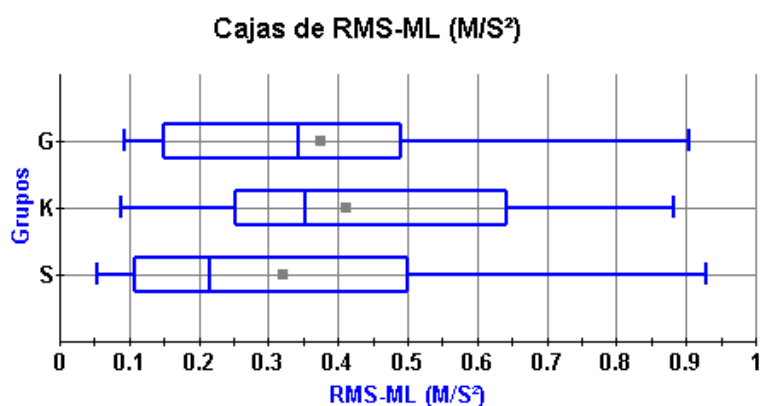
Gráfico N° 10: Variación RMS- AP 2POC.



En el gráfico N° 10 se expone la variación de RMS-AP en los tres grupos en la prueba de 2 pies ojos cerrados. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupo Kung-Fu versus Sedentario y grupo Gimnasio versus Sedentarios (p valor=0.0104*) (ANOVA). Esta diferencia fue visualizada mediante comparaciones múltiples.

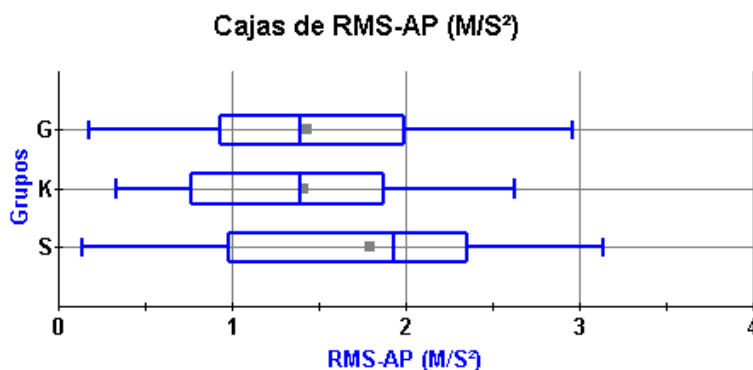
6. 2POA: 2 pies ojos abiertos.

Gráfico N° 11: Variación RMS- ML 2POA.



En el gráfico N° 11 se expone la variación de RMS-ML en los tres grupos en la prueba de 2 pies ojos abiertos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.5845) (ANOVA).

Gráfico N° 12: Variación RMS- AP 2POA.

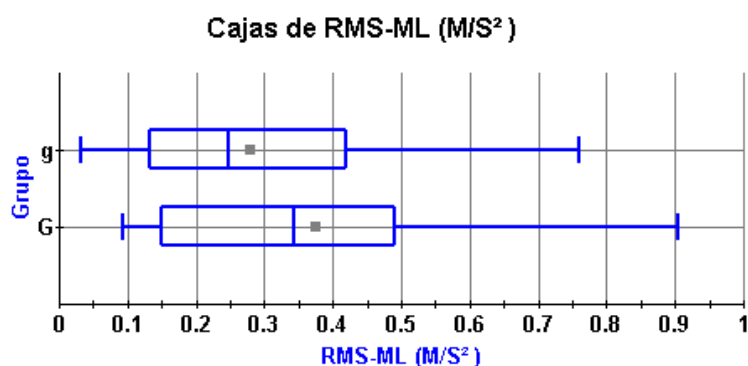


En el gráfico N° 12 se expone la variación de RMS-AP en los tres grupos en la prueba de 2 pies ojos abiertos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.3287) (ANOVA).

7. 2POA vs 2POC: 2 pies ojos abiertos vs 2 pies ojos cerrados

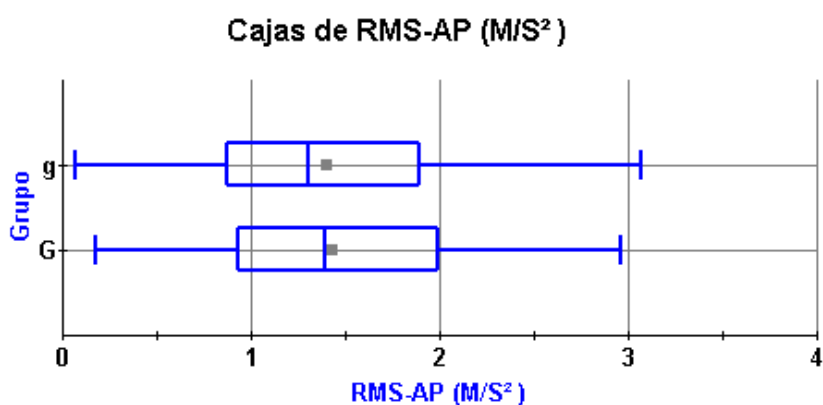
Se comparan las dos pruebas en los resultados obtenidos dentro del mismo grupo, en los cuales G-K-S (mayúscula) indican 2POA y g-k-s (minúscula) indican 2POC.

Gráfico N° 13: Variación RMS- ML, 2POA vs 2POC, grupo Gimnasio.



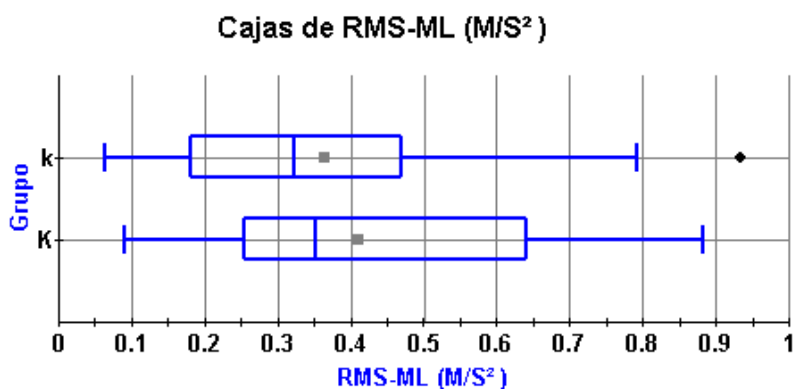
En el gráfico N° 13 se expone la variación de RMS-ML en grupo Gimnasio al comparar las pruebas de 2 pies ojos abiertos vs 2 pies ojos cerrados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.2357) (ANOVA).

Gráfico N° 14: Variación RMS- AP, 2POA vs 2POC, grupo Gimnasio.



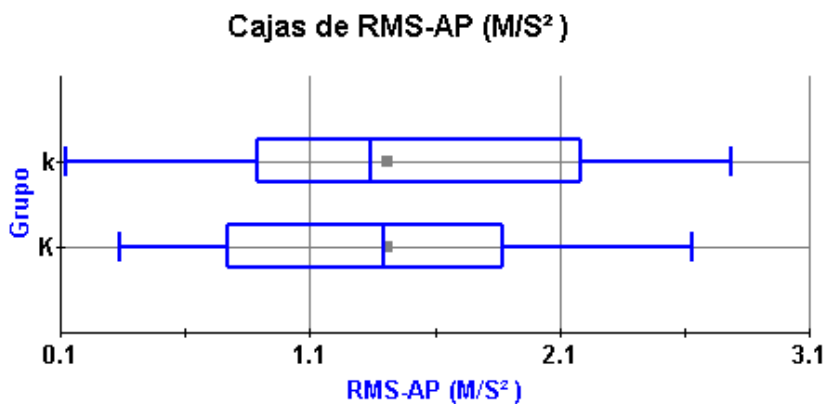
En el gráfico N° 14 se expone la variación de RMS-AP en grupo Gimnasio al comparar las pruebas de 2 pies ojos abiertos vs 2 pies ojos cerrados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.9075) (ANOVA).

Gráfico N° 15: Variación RMS- ML, 2POA vs 2POC, grupo Kung-Fu.



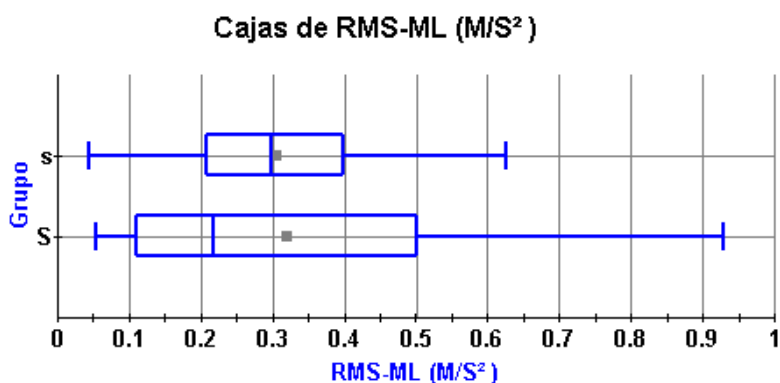
En el gráfico N° 15 se expone la variación de RMS-ML en grupo Kung-Fu al comparar las pruebas de 2 pies ojos abiertos vs 2 pies ojos cerrados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.6063) (ANOVA).

Gráfico N° 16: Variación RMS- AP, 2POA vs 2POC, grupo Kung-Fu.



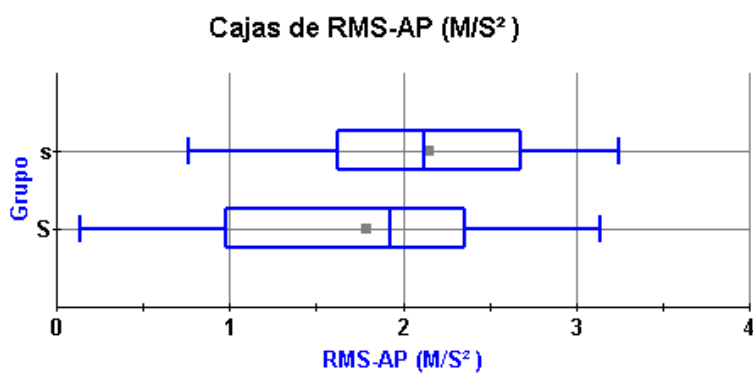
En el gráfico N° 16 se expone la variación de RMS-AP en grupo Kung-Fu al comparar las pruebas de 2 pies ojos abiertos vs 2 pies ojos cerrados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.9919) (ANOVA).

Gráfico N° 17: Variación RMS- ML, 2POA vs 2POC, grupo Sedentario.



En el gráfico N° 17 se expone la variación de RMS-ML en grupo Sedentario al comparar las pruebas de 2 pies ojos abiertos vs 2 pies ojos cerrados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.8278) (ANOVA).

Gráfico N° 18: Variación RMS- AP, 2POA vs 2POC, grupo Sedentario.



En el gráfico N° 18 se expone la variación de RMS-AP en grupo Sedentario al comparar las pruebas de 2 pies ojos abiertos vs 2 pies ojos cerrados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (p valor=0.1822) (ANOVA).

9. Resumen de los resultados

Luego de visualizar la gran cantidad de comparaciones realizadas en este estudio, es preciso resumir los resultados relevantes y estadísticamente significativos. Estos fueron vistos en 3 pruebas.

- Al comparar las pruebas de PIOC vs PIOC entre los tres grupos (gráfico N°2), se presentó una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo Kung-Fu y el grupo Sedentario, esto observando el movimiento anteroposterior del centro de masa.
- Al comparar las pruebas de PDOC vs PDOC entre los tres grupos (gráfico N°6), se presentó una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo Kung-Fu y grupo Gimnasio, ambos por sobre el grupo Sedentario. Los resultados fueron observados en el movimiento anteroposterior del centro de masa.
- Al comparar las pruebas de 2POC vs 2POC entre los tres grupos (gráfico N°10), se presentó una diferencia estadísticamente significativa del grupo Kung-Fu y Gimnasio, ambos por sobre el grupo Sedentario. Los resultados fueron observados en el movimiento anteroposterior del centro de masa.

A continuación, se presentan los resultados estadísticos de todas las pruebas y sus respectivas comparaciones:

Tabla N° 4: Comparaciones entre los tres grupos estudiados.

<i>Comparación entre los tres grupos</i>	<i>Media Kung-Fu</i>	<i>Media Gimnasio</i>	<i>Media Sedentario</i>	<i>P- valor</i>
PIOC vs PIOC (ML)	1.1234 (DE=0.6821)	0.9098 (DE=0.6322)	0.9810 (DE=0.8951)	0.7311
PIOC vs PIOC (AP)	1.3871* (DE=0.8529)	1.7656 (DE=0.9400)	2.1935 (DE=0.7582)	0.0361*
PIOA vs PIOA (ML)	0.7525 (DE=0.5256)	0.6933 (DE=0.5282)	0.5517 (DE=0.3999)	0.4724
PIOA vs PIOA (AP)	1.0791 (DE=0.7370)	1.2868 (DE=0.8935)	1.4473 (DE=0.9256)	0.4797
PDOC vs PDOC (ML)	0.8412 (DE=0.6211)	0.7972 (DE=0.4948)	0.9911 (DE=0.4691)	0.5267
PDOC vs PDOC (AP)	1.4787* (DE=0.7600)	1.7809* (DE=1.0202)	2.4820 (DE=0.9843)	0.0101*
PDOA vs PDOA (ML)	0.7056 (DE=0.4172)	0.6345 (DE=0.4173)	0.4489 (DE=0.5053)	0.2434
PDOA vs PDOA (AP)	1.0430 (DE=0.7373)	1.3658 (DE=0.8719)	1.5328 (DE=0.9307)	0.2664
2POC vs 2POC (ML)	0.3653 (DE=0.2474)	0.2804 (DE=0.2055)	0.3047 (DE=0.1506)	0.4842
2POC vs 2POC (AP)	1.4119* (DE=0.8091)	1.3993* (DE=0.9088)	2.1556 (DE=0.6799)	0.0104*
2POA vs 2POA (ML)	0.4116 (DE=0.2398)	0.3743 (DE=0.2457)	0.3206 (DE=0.2695)	0.5845
2POA vs 2POA (AP)	1.4090 (DE=0.7249)	1.4347 (DE=0.8533)	1.7935 (DE=0.9000)	0.3287

ML: medio lateral

AP: antero posterior

P<0.05 estadísticamente significativo

En la tabla N° 4 se expone las diversas comparaciones y sus respectivos resultados. En solo tres pruebas existieron diferencias estadísticamente significativas siendo todas estas favorables para el grupo Kung-Fu por sobre el grupo Sedentario y Gimnasio.

Tabla N° 5: Comparaciones grupo Gimnasio

Comparaciones grupo Gimnasio	Media OA	Media OC	P- valor
2POA vs 2POC (ML)	0.3743 (DE=0.2457)	0.2804 (DE=0.2855)	0.2357
2POA vs 2POC (AP)	1.4347 (DE=0.8533)	1.3993 (DE=0.9088)	0.9075

ML: medio lateral

AP: antero posterior

P<0.05 estadísticamente significativo

En la tabla N° 5 se expone la comparación bipodal entre ojos abiertos versus ojos cerrados y sus respectivos resultados. No se encontraron resultados estadísticamente significativos.

Tabla N° 6: Comparaciones grupo Kung-Fu.

Comparaciones grupo Kung-Fu	Media OA	Media OC	P- valor
2POA vs 2POC (ML)	0.4116 (DE=0.2398)	0.3653 (DE=0.2474)	0.6063
2POA vs 2POC (AP)	1.4090 (DE=0.7249)	1.4119 (DE=0.8091)	0.9919

ML: medio lateral

AP: antero posterior

P<0.05 estadísticamente significativo

En la tabla N° 6 se expone la comparación bipodal entre ojos abiertos versus ojos cerrados y sus respectivos resultados. No se encontraron resultados estadísticamente significativos.

Tabla N° 7: Comparaciones grupo Sedentario.

Comparaciones grupo Sedentario	Media OA	Media OC	P- valor
2POA vs 2POC (ML)	0.3206 (DE=0.2695)	0.3047 (DE=0.1506)	0.8278
2POA vs 2POC (AP)	1.7935 (DE=0.9000)	2.1556 (DE=0.6799)	0.1822

ML: medio lateral

AP: antero posterior

P<0.05 estadísticamente significativo

En la tabla N° 7 se expone la comparación bipodal entre ojos abiertos versus ojos cerrados y sus respectivos resultados. No se encontraron resultados estadísticamente significativos.

10. Discusión

El control postural estático medido durante las pruebas y objetivados a través del uso de acelerómetro, permite indagar sobre el impacto del entrenamiento, ya sea de Kung-Fu o de gimnasio, en el desempeño de la postura en bípedo en sujetos adultos entrenados y no entrenados. De esta manera se puede tener una aproximación a la fisiopatología de riesgo de caídas y/o problemas de estabilidad en la población desde una perspectiva sensoriomotora y de carácter preventivo.

Es importante considerar el uso de acelerómetros como una herramienta validada para estudios referentes al control motor (Nishiguchi et al., 2012). Esto permite evaluar de forma fácil, objetiva y segura a los distintos grupos de estudio que abarcan las edades de 20 a 35 años y que son distribuidos en función de su actividad, de esa manera contamos con un punto de partida para comparar los resultados en los sujetos entrenados y no entrenados.

Para esta investigación se recogió una muestra de 20 sujetos para el grupo Kung- Fu, 20 sujetos para el grupo Gimnasio y 20 sujetos para el grupo Sedentario.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar si las personas que entrenan Kung-Fu tienen un mejor control postural estático que las personas que asisten al gimnasio convencional. Respondiendo la pregunta de investigación, nuestra hipótesis fue comprobada parcialmente, debido a que los resultados que mostraron diferencias en cuanto a la estabilidad postural eran significativos en ambos grupos que realizaban deporte. Aun así, se observó que el Kung-Fu mostraba mejor desempeño en las pruebas de apoyo unipodal con ojos cerrados por sobre los otros dos grupos. Esto se llevó a cabo en función del cumplimiento o no cumplimiento de los distintos objetivos específicos planteados para responder la hipótesis de la investigación.

A continuación, se describirán el análisis, comparación y las reflexiones recogidas de los resultados de esta investigación:

10.1. Resultados de las comparaciones dentro del mismo grupo

En nuestro estudio se aplicaron 9 combinaciones de resultados en función de las pruebas, de estas combinaciones 6 no arrojaron resultados estadísticamente significativos.

3 de estas 9 corresponden a comparaciones dentro del mismo grupo considerando como variable la realización de la prueba con ojos abiertos o con ojos cerrados.

En la comparación entre apoyo bipodal con ojos abiertos y ojos cerrados dentro de los mismos grupos, se evidenció que entre los sujetos de cada grupo no existe diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los dos planos de movimiento.

A pesar de que no hubo una diferencia numérica significativa, podemos observar un aumento del RMS en el grupo Sedentario. Este mismo comportamiento fue el que se demostró un estudio realizado por de Maetzer et al. 2012, en el cual, determinaron que esta variable se incrementó durante pruebas de mayor dificultad (ojos cerrados) y al igual que en este estudio el resultado fue un aumento del RMS, pero sin significancia estadística. Probablemente las modificaciones significativas en el RMS se observen en aquellos sujetos con patologías en las que exista una alteración del equilibrio, que no es perceptibles en sujetos sanos.

10.2. Resultado de las comparaciones entre los tres grupos

Las 3 pruebas que arrojaron diferencias significativas en el RMS, correspondieron a las pruebas realizadas con ojos cerrados tanto en apoyo unipodal y apoyo bipodal, siendo todas estas favorables al grupo que realizaba Kung-Fu y al grupo que asiste al gimnasio, es decir que el grupo que realizaban artes marciales y el grupo que asistía al gimnasio presentaban valores significativamente más bajos de RMS durante estas pruebas. Sumado a eso las diferencias se mostraron exclusivamente en el plano anteroposterior.

En las pruebas requeridas, tanto los sujetos que practicaban artes marciales, como los deportistas de gimnasio convencional mostraban resultados favorables en función de la estabilidad, por sobre los sedentarios. Esto porque el valor RMS es más bajo y esto indica un mejor grado de estabilidad. (Nishiguchi et al., 2012).

Considerando lo anterior existen estudios que muestran que el Tai Chi (disciplina emparentada con el Kung-Fu), podría generar mejoría en la estabilidad al alterar la condición corporal, marcha y propiocepción (Chang et al., 2016; Sun et al., 2016; Zhou et al., 2015, 2014). Adicionalmente, el Tai Chi puede generar mejoría en la estabilidad en actividades que requieran los ojos cerrados (Wong et al., 2001), también expandir el límite de estabilidad del cuerpo (Li, 2014). Sumado a eso, revisiones sistemáticas muestran que la intervención a base de ejercicios puede aumentar la condición física, el balance y potencialmente reducir los riesgos de caída propios de la falta de estabilidad (Lesinski et al., 2015; Howe et al., 2011; Cadore et al., 2011). En líneas generales, tanto nuestro estudio como los citados anteriormente, muestran que la actividad física en sí, genera cambios favorables sobre la estabilidad del cuerpo. Por consiguiente, sujetos entrenados están mejor preparados a la hora de verse sometidos a pruebas que generen cambios del centro de masa y que los exponga a adaptarse a diferentes posiciones.

Dentro de los resultados significativos el Kung-Fu fue mejor en 2 de 3 pruebas por sobre el grupo Sedentario y Gimnasio, estas pruebas fueron PIOC y PDOC. Estos resultados fueron similares a los obtenidos por (Itamar, Schwartz and Melzer, 2013) en que determinaron que los artistas marciales son capaces de hacer frente a la pérdida momentánea de la visión mejor que los nadadores en pruebas en placa de fuerza. Dado la concordancia del estudio anterior con nuestros resultados consideramos que posiblemente se produce por el tipo y calidad del entrenamiento de las personas que realizan artes marciales en cuanto a las diversas situaciones y/o experiencias a los cuales son sometidos. Este tipo de entrenamiento requiere un mayor desempeño unipodal, en el cual incluyen perturbaciones inesperadas de la postura, lo que activa y enfatiza la respuesta a nivel sensoriomotor y disminuye la influencia de la información visual en el control de la postura.

Los resultados sugieren que los artistas marciales son menos dependientes visualmente y poseen la capacidad de depender de mejor forma de su sistema propioceptivo en comparación a otros deportistas. Estos resultados van en concordancia con otros autores, en los cuales se encontraban diferencias significativas a la hora de realizar tareas visomotoras en atletas karatecas y no entrenados (Mori S, Ohtani Y, Imanaka K. 2002). Bajo esta lógica cabe considerar como es que las artes marciales influyen en el control postural y por ende en las respuestas del Sistema Nervioso Central. Estudios previos muestran que los atletas de deportes de contacto

experimentados tienen un tiempo de respuesta menor que atletas principiantes en tareas con estímulos visuales, esto se puede explicar en función a una mejor respuesta anticipatoria previo a un posible ataque del oponente (Moscatelli F. 2016). Lo anterior se relaciona con las diferencias a nivel cerebral entre los atletas y sujetos no entrenados, para el primer grupo se observa una mayor excitabilidad cortical en relación con el segundo grupo. Esto puede ser explicado por el ejercicio físico y las habilidades adquiridas producto de la práctica, induciendo a cambios morfológicos en las regiones cerebrales (Bezzola L. 2011). Por ejemplo, autores señalan que las prácticas de tareas de balance por un periodo sobre las seis semanas generan cambios morfológicos asociados al aumento de materia gris en el área suplementaria motora izquierda, así como en la corteza dorsolateral prefrontal de manera bilateral (Taubert M. 2010). Otros estudios muestran que existe un cambio de excitabilidad cortical y/o espinal en atletas (Moscatelli F. 2016), que pueden estar asociados a la generación de nuevas redes neuronales o en conjunto con alteraciones en la efectividad de redes neuronales preexistentes. Al parecer la potenciación a largo plazo, ocurre tanto en el hipocampo como en la corteza motora, por medio del aprendizaje y la retención de habilidades motoras. (Pearce AJ. 2000).

Considerando las características de las pruebas estadísticamente significativas, nos parece importante destacar que se observaron principalmente variaciones en el plano anteroposterior (AP). Si bien se ha demostrado que durante la modulación del balance postural interactúan tanto la dinámica AP como la ML (Winter et al, 1996), se debe tener en cuenta que tanto AP como ML son mecanismos de naturaleza no lineal (Błaszczyk y Klonowski 2001). En sujetos normales el balance en dirección AP es mayor que en ML, tanto en condiciones de ojos cerrados, como abiertos (Suomi y Kocejka, 1994), esto también influenciado por la forma elíptica del área de balance (Duarte y Zatsiorsky 2002), la cual su excentricidad deriva en la dirección que puede tomar el balance en función de su centro de presión (Błaszczyk et al., 1994). Otros estudios señalan que tanto en sedestación como en bipedestación las aceleraciones ante diferentes situaciones de inestabilidad (superficie y factor visual) fueron mayores en el eje anteroposterior, resultados similares a los de Kamen et al. (1998), quienes obtuvieron mayores cambios en plano inestable con ojos cerrados en el eje anteroposterior en sujetos con riesgo de caídas. (Fuschillo et al., 2012). Además, una variación en la dirección ML, tendría mayor connotación, ya que existe una creciente evidencia de que la inestabilidad ML es un importante

marcador posturográfico del deterioro en el equilibrio. Siendo asociado con un mayor riesgo de caídas en los ancianos (Błaszczyk et al. 2007). Por consiguiente, se considera que esta característica dada en los resultados, no está asociada a ninguna situación específica, sino más bien una característica que se da con normalidad en la población.

En las pruebas que no existieron diferencias estadísticamente significativas, de igual forma se observó una tendencia en los resultados que favorecía a los dos grupos que realizaban actividad física. Esto coincide con revisiones sistemáticas que muestran que la intervención a base de ejercicios puede aumentar la condición física, el balance y potencialmente reducir los riesgos de caída propios de la falta de estabilidad (Lesinski et al., 2015; Howe et al., 2011; Cadore et al., 2011). Por consiguiente, según la literatura encontrada y nuestro estudio, la actividad física contribuye a una mejora en la estabilidad -así como también en otras características-, que influye en el desempeño de las pruebas a pesar de no ser diferencias significativas.

10.3. Fortalezas y limitaciones

Entre las fortalezas de esta investigación se encuentra la disponibilidad de los grupos de estudio. El grupo de practicantes de Kung-Fu, se logró por medio del contacto de unos de los investigadores, quien también practica esta disciplina, siendo fácil reclutar al número requeridos en el estudio. En segundo lugar, el grupo de deportistas de gimnasio también fue fácil de reclutar, ya que se encontraban en las inmediaciones de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, al ser en su gran mayoría personas o estudiantes que asistían regularmente a los gimnasios de nuestro establecimiento educacional. En líneas generales la obtención de datos fue una tarea rápida, y sin mayores dificultades debido a lo anteriormente expresado.

Otra fortaleza fue contar con herramientas de medición de fácil acceso, gracias a elementos de uso cotidiano como el teléfono celular y una aplicación libre que se encuentra para Android. Gracias a esto, se pudo acceder a los datos sin mayores problemas, y la recolección

para la futura tabulación se simplificó debido a la extensión del formato en el cual los datos eran arrojados.

Entre las limitaciones de esta investigación se encontró que no existía un protocolo de medición estándar cuando se realizó la búsqueda bibliográfica. Por lo que se ideó un protocolo propio en función de varios estudios anteriores.

Otra limitación resultó ser el hecho de que el 83% de los sujetos a medir fuesen de género masculino, hubiésemos deseado que la muestra fuese más pareja en cuanto al número de mujeres y hombres practicantes de alguno deporte o sedentarios. Lo anterior es en función de obtener datos que abarque a una población más heterogénea en cuanto a género, para así obtener resultados en función de la comunidad en general y no así de un grupo determinado.

De lo anterior, también se adhiere las limitaciones en cuanto al tiempo de entrenamiento en los cuales los sujetos de estudios se vieron sometidos. La experiencia previa, en función de años o meses, puede repercutir en los valores finales obtenidos en las pruebas, ya que si bien se exigió y considero un límite de practica en cuanto al tiempo, no se sabe con certeza si, por ejemplo, un practicante de 1 o 2 años tenga valores similares a un practicante de 6 meses.

La historia clínica, también juega un rol importante, si bien dentro de la obtención de datos se consideró esta historia clínica como tal preguntando al participante, no se considera de una forma directa sobre la obtención de resultados. Esto se debe, a que estos datos son heterogéneos, ya que se encontraban lesiones a distinto nivel articular por lo que es difícil correlacionar los datos con estas mismas ya que no existe causalidad suficiente. De lo anterior, por lo tanto, se desprende como sugerencia que exista en el futuro estudios similares, pero con afecciones determinas para así aprovechar la herramienta en función de una estructura anatomía en particular o lesión específica.

Como ultima limitación, se considera que futuras investigaciones se realicen con control, intervención y seguimiento, más que una única medición en un contexto determinado, como se llevó a cabo en este estudio. Esto en función de disminuir la cantidad de sesgos, llevando al estudio a una objetividad más completa, para así obtener resultados aún más fidedignos.

11. Conclusiones

Esta investigación se basó en la medición a través de un teléfono celular sobre las variables acelerométricas en sujetos que practican Kung-Fu, deportistas de gimnasio en un nivel determinado, así como también sujetos que no realizan actividad alguna o que caen en la categoría de sedentarios. Por lo tanto, este estudio pretende aportar nueva información con respecto al tipo de mediciones con las cuales se trabaja, la utilización de herramientas de un fácil acceso y también aportar nuevos datos acerca del control postural estático en función de los distintos tipos de entrenamientos o disciplinas deportivas. Además, se pretende considerar el Kung-Fu como herramienta terapéutica con un enfoque preventivo para disminuir el riesgo de caída en el futuro, así como también podría ser valorado desde el punto de vista biopsicosocial, ya que además de la actividad física en sí, el Kung-Fu incluye aspectos tales como la sociabilización, trabajo en equipo, características metafísicas (“Qi” o energía) y desarrollo cognitivo.

En base a las pruebas aplicadas en este estudio y sus respectivas combinaciones (apoyo unipodal, ojos cerrados-abiertos), las cuales se registraron mediante un teléfono celular a través de una aplicación del sistema operativo Android. A partir de lo anterior, las conclusiones de nuestro estudio fueron las siguientes:

- Entre los sujetos del grupo de Kung Fu y deportistas de gimnasio, no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al control postural estático.
- Las diferencias estadísticamente significativas fueron en las pruebas donde se le exigía al sujeto realizar la tarea con los ojos cerrados.
- En relación al plano tridimensional, las diferencias significativas estuvieron sobre el plano antero posterior en cuanto al movimiento del centro de masa.
- En relación al plano medio lateral no se observaron diferencias significativas entre los grupos.
- Las diferencias significativas se presentaron en los grupos que realizaban algún tipo de deporte por sobre el grupo Sedentario.

Con esta investigación se pretende contribuir a nuevos estudios e investigaciones en relación al control postural, generando una base fundamentada para la creación de nuevas herramientas terapéuticas, así como también la utilización del Kung-Fu como una de estas. También se pretende contribuir al uso de herramientas de fácil acceso y mediciones económicas que sean igual de fiables que equipamiento de altos costos, por lo que la generación de nuevos estudios se puede dar con mayor frecuencia.

Se espera que en el futuro estudios como el que se llevó a cabo en nuestra tesis, se repliquen y complementen a nuestra investigación para así generar resultados más concluyentes y generar mayor sustentación para las herramientas terapéuticas que se pretenden plantear en función al Kung-Fu o las artes marciales en general.

12. Referencias Bibliográficas

- **A. Zijlstra T. Ufkes D.A. Skelton L. Lundin-Olsson W. Zijlstra (2008).** *Do Dual Tasks Have an Added Value Over Single Tasks for Balance Assessment in Fall Prevention Programs? A Mini-Review.* Gerontology, 54, 40–49.
- **Aguilar Cordero, M. J., Sánchez López, A. M., Barrilao, Guisado, Rodríguez Blanque, R., Noack Segovia, J., & Pozo Cano, M. D. (2014).** *Descripción del acelerómetro como método para valorar la actividad física en los diferentes periodos de la vida: revisión sistemática.* Nutrición Hospitalaria, 29(6), 1250-1261. 8201.
- **Apolo Arenas, M. (2015).** *Análisis y valoración de control postural mediante indicadores basados en acelerometría. Propuesta de aplicación en hipoterapia.* Universidad de Extremadura, España.
- **Baccouch, R., Rebai, H. and Sahli, S. (2017).** *Kung-fu versus swimming training and the effects on balance abilities in young adolescents.*
- **Bergamin, M., Gobbo, S., Bullo, V., Zanotto, T., Vendramin, B., Duregon, F., Cugusi, L., Camozzi, V., Zaccaria, M., Neunhaeuserer, D. and Ermolao, A. (2015).** *Effects of a Pilates exercise program on muscle strength, postural control and body composition: results from a pilot study in a group of post-menopausal women.* AGE, 37(6).
- **Calahorra Cañada, F. and Torres-Luque, G. (2015).** *Revisión Actividad física y acelerometría; orientaciones metodológicas, recomendaciones y patrones.* Nutrición Hospitalaria, pp.2015;31(1):115-128.
- **Casas Herrero, A., & Izquierdo, M. (2012, April).** *Ejercicio físico como intervención eficaz en el anciano frágil.* In *Anales del Sistema Sanitario de Navarra* (Vol. 35, No. 1, pp. 69-85). Gobierno de Navarra. Departamento de Salud
- **Chalapud Narváez, L. and Escobar Almario, A. (2018).** *Actividad física para mejorar fuerza y equilibrio en el adulto mayor.*
- **Chen, P. Q., Wang, J. L., Tsuang, Y. H., Liao, T. L., Huang, P. I., & Hang, Y. S. (1998).** *The postural stability control and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescents.* Clinical biomechanics, 13(1), S52-S58.

- **Crespo-Salgado, J., Delgado-Martín, J., Blanco-Iglesias, O. and Aldecoa-Landes, S. (2015).** *Guía básica de detección del sedentarismo y recomendaciones de actividad física en atención primaria. Atención Primaria*, 47(3), pp.175-183.
- **Crétual, A. (2015).** *Which biomechanical models are currently used in standing posture analysis? Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 45(4), 285-295.
- **Cristi-Montero C, Celis-Morales C, Ramírez-Campillo R, Aguilar-Farías N, Álvarez C, Rodríguez-Rodríguez F (2015).** *Sedentary behaviour and physical inactivity is not the same! An update of concepts oriented towards the prescription of physical exercise for health. Rev Med Chile* 2015; 143 (8): 1089-90.
- **D. Alvarez, R.C. Gonzalez, A. Lopez and J.C. Alvarez (2006),** *Comparison of step length estimators from wearable accelerometer devices, in: Proceedings of the 28th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, New York, NY, 2006*, pp. 5964–59647.
- **D. Hamacher, N. B. Singh, J. H. Van Dieën, M. O. Heller and W. R. Taylor (2011).** *Kinematic measures for assessing gait stability in elderly individuals: a systematic review. J. R. Soc. Interface* (2011) 8, 1682–1698.
- **Da Silva Z, Gómez A (2008).** *Factores de riesgo de caídas en ancianos: revisión sistemática. Rev Saúde Pública* 2008; 42 (5): 946-56
- **de León, A., Rodríguez-Pérez, M., Rodríguez-Benjumeda, L., Anía-Lafuente, B., Brito-Díaz, B., de Fuentes, M., Almeida-González, D., Batista-Medina, M. and Aguirre-Jaime, A. (2007).** *Sedentarismo: tiempo de ocio activo frente a porcentaje del gasto energético. Revista Española de Cardiología*, 60(3), pp.244-250.
- **Docherty CL, Valovich McLeod TC, Shultz SJ (2006).** *Postural control deficits in participants with functional ankle instability as measured by the Balance Error Scoring System. Clin J Sport Med.* 2006;16(3): 203–208.
- **E. Ozdalga, A. Ozdalga, and N. Ahuja (2012),** *“The smartphone in medicine: a review of current and potential use among physicians and students,” Journal of Medical Internet Research*, vol. 14, no. 5, article e128, 2012.

- **Eladio Mancilla, José Valenzuela, Máximo Escoba. (2015).** *Rendimiento en las pruebas “Timed Up and Go” y “Estación Unipodal” en adultos mayores chilenos entre 60 y 89 años.* Rev Med Chile, 143, 39-46
- **Emma Barry, Rose Galvin, Claire Keogh, Frances Horgan and Tom Fahey. (2014).** *Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta- analysis.* BMC Geriatric, 14, 14
- **Fabio Andrade A. Juan Pablo Pizarro C. (marzo - mayo del 2007).** *BENEFICIOS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA EN EL ADULTO MAYOR.* Programa de Diplomado en Salud Pública y Salud Familiar, Módulo I: Tendencias en Salud Pública: Salud Familiar y Comunitaria y Promoción.
- **Flicker, L. (2009).** *Life style interventions to reduce the risk of dementia.* Maturitas, 63(4), pp.319-322.
- **G. Kamen, C. Patten, C.D. Du and S. Sison (1998),** *An accelerometry- based system for the assessment of balance and postural sway,* Gerontology 44 (1998), 40–45.
- **Galán-Mercant, A. and Cuesta-Vargas, A. (2014).** *Differences in trunk accelerometry between frail and non-frail elderly persons in functional tasks.* BMC Research Notes, 7(1), p.100.
- **Heebner, N., Akins, J., Lephart, S. and Sell, T. (2015).** *Reliability and validity of an accelerometry based measure of static and dynamic postural stability in healthy and active individuals.* Gait & Posture, 41(2), pp.535-539.
- **Heinbaugh, E., Smith, D., Zhu, Q., Wilson, M. and Dai, B. (2015).** *The effect of time-of-day on static and dynamic balance in recreational athletes.* Sports Biomechanics, 14(3), pp.361-373.
- **Hernández Rodríguez, J., Licea Puig, M. E., & Castelo Elías-Calles, L. (2015).** *Algunas formas alternativas de ejercicio, una opción a considerar en el tratamiento de personas con diabetes mellitus.* Revista Cubana de Endocrinología, 26(1), 77-92
- **Horak, F. (1997).** *Clinical assessment of balance disorders.* Gait & Posture, 6(1), pp.76-84.

- **Hrysomallis, C. (2011).** *Balance Ability and Athletic Performance*. Sports Medicine, 41(3), pp.221-232.
- **Itamar, N., Schwartz, D. and Melzer, I. (2013).** *Postural control: differences between youth judokas and swimmers*. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 53(5), pp.483-489.
- **Kandell, Eric R. (2000).** *“Principles of Neural Science”*. Cuarta Edición;
- **Kocak, F., Ulkar, B. and Özkan, F. (2010).** *Effect of Proprioceptive Rehabilitation on Postural Control Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*. Journal of Physical Therapy Science, 22(2), pp.195-202.
- **Kosse, N., Caljouw, S., Vervoort, D., Vuillerme, N. and Lamothe, C. (2014).** *Validity and Reliability of Gait and Postural Control Analysis Using the Tri-axial Accelerometer of the iPod Touch*. Annals of Biomedical Engineering, 43(8), pp.1935-1946.
- **Kostić, R. (2015).** *The effects of dance training program on the postural stability of middle aged women*. Central European Journal of Public Health, 23(Supplement), pp. S67-S73.
- **Lephart S, Riemann BL, Fu FH (2000).** *Introduction to the sensorimotor system*. In: Lephart S, Fu FH, editors. *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Champaign: Human Kinetics; 2000 MacGraw 2000 MacGraw-Hill; 41: 816-831
- **Mancini, M., & Horak, F. B. (2010).** *The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits*. European journal of physical and rehabilitation medicine, 46(2), 239.
- **Mancini, M., Salarian, A., Carlson-Kuhta, P., Zampieri, C., King, L., Chiari, L. and Horak, F. (2012).** *ISway: a sensitive, valid and reliable measure of postural control*. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 9(1), p.59.
- **Marcolin, G., Grainer, A., Reggiani, C., Bisiacchi, P., Cona, G., Petrone, N., & Paoli, A. (2016).** *Static and Dynamic Postural Changes after a Mountain Ultra-Marathon of 80 km and 5500 D+*. PloS one, 11(5), e0155085.
- **Mayagoitia, R. E., Lötters, J. C., Veltink, P. H., & Hermens, H. (2002).** *Standing balance evaluation using a triaxial accelerometer*. Gait & posture, 16(1), 55-59.

- **Moe-Nilssen, R. and Helbostad, J. (2002).** *Trunk accelerometry as a measure of balance control during quiet standing.* *Gait & Posture*, 16(1), pp.60-68.
- **Mohammadi, F., Salavati, M., Akhbari, B., Mazaheri, M., Khorrami, M. and Negahban, H. (2011).** *Static and dynamic postural control in competitive athletes after anterior cruciate ligament reconstruction and controls.* *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 20(8), pp.1603-1610.
- **Moreno González, A. (2005).** *Incidencia de la Actividad Física en el adulto mayor.* *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 5 (19) pp.222-237
- **Mourcou, Q., Fleury, A., Diot, B., Franco, C. and Vuillerme, N. (2015).** *Mobile Phone-Based Joint Angle Measurement for Functional Assessment and Rehabilitation of Proprioception.* *BioMed Research International*, 2015, pp.1-15.
- **Nishiguchi, S., Yamada, M., Nagai, K., Mori, S., Kajiwar, Y., Sonoda, T., Yoshimura, K., Yoshitomi, H., Ito, H., Okamoto, K., Ito, T., Muto, S., Ishihara, T. and Aoyama, T. (2012).** *Reliability and Validity of Gait Analysis by Android-Based Smartphone.* *Telemedicine and e-Health*, 18(4), pp.292-296.
- **Organización Mundial de la Salud (2017), OMS.** *10 datos sobre la actividad física.* Enero 2017
- **O'Sullivan, M., Blake, C., Cunningham, C., Boyle, G. and Finucane, C. (2008).** *Correlation of accelerometry with clinical balance tests in older fallers and non-fallers.* *Age and Ageing*, 38(3), pp.308-313.
- **Parus, K., Lisiński, P. and Huber, J. (2015).** *Body balance control deficiencies following ACL reconstruction combined with medial meniscus suture. A preliminary report.* *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 101(7), pp.807-810.
- **Paterno, M. V., Schmitt, L. C., Ford, K. R., Rauh, M. J., & Hewett, T. E. (2013).** *Altered postural sway persists after anterior cruciate ligament reconstruction and return to sport.* *Gait & posture*, 38(1), 136-140.
- **Pérez, B. M. (2014).** *Salud: entre la actividad física y el sedentarismo.* In *Anales Venezolanos de Nutrición* (Vol. 27, No. 1).

- **Peterka, R. (2000).** *Postural control model interpretation of stabilogram diffusion analysis. Biological Cybernetics*, 82(4), pp.335-343.
practical applications”. Segunda Edición. Editorial Lippincott Williams & Wilkins
- **Riemann, B. and Lephart, S. (2002).** *The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. journal of athletic training*, 37(1), pp.71-79.
- **Røgind, H., Lykkegaard, J. J., Bliddal, H., & Danneskiold- Samsøe, B. (2003).** *Postural sway in normal subjects aged 20–70 years. Clinical physiology and functional imaging*, 23(3), 171-176.
- **Rolland Y, Van Kan GA, Vellas B (2008).** *Physical activity and Alzheimer's disease: from prevention to therapeutic perspectives. J Am Med Dir Assoc.* 2008; 9:390-405.
- **Romero, T. (2009).** *Hacia una definición de Sedentarismo. Revista Chilena De Cardiología*, 28(4)
- **Rovio, S., Kåreholt, I., Helkala, E., Viitanen, M., Winblad, B., Tuomilehto, J., Soininen, H., Nissinen, A. and Kivipelto, M. (2005).** *Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. The Lancet Neurology*, 4(11), pp.705-711.
- **SERÓN, PAMELA, MUÑOZ, SERGIO, & LANAS, FERNANDO. (2010).** *Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población chilena. Revista médica de Chile*, 138(10), 1232-1239.
- **Shumway-Cook Anne, Woollacott, Maejorie, 2001.** “*Motor Control*”.
- **Sims, J., Cosby, N., Saliba, E. N., Hertel, J., & Saliba, S. A. (2013).** *Exergaming and static postural control in individuals with a history of lower limb injury. Journal of athletic training*, 48(3), 314.
- **Sónia Monterde Pérez, Rodrigo C. Miralles Marrero.** *Efecto de la actividad física acuática y en seco sobre el equilibrio. Medio de prevención de caídas en individuos de 60-85 años Standing and Walking*”. *Gait and Posture*; Diciembre, 3: 193-214

- **Valero Serrano, Beatriz, Franquelo Morales, Pablo, González Martínez, Félix, León Belmar, Javier de, & Quijada Rodríguez, José Luis. (2010).** *La práctica del Tai Chi previene las caídas en el Anciano Institucionalizado: Un Ensayo Clínico.* *Revista Clínica de Medicina de Familia*, 3(1), 34-38.
- **Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. L. (2015).** *Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento.* *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(3), 130-137.
- **Vera-García, F., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C. and Elvira, J. (2015).** *Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones.*
- **Vera-García, F., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C. and Elvira, J. (2015).** *Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones.*
- **Verhagen, A. (2004).** *The efficacy of Tai Chi Chuan in older adults: a systematic review.* *Family Practice*, 21(1), pp.107-113.
- **Vicente San Juan Anton (2014)** *Wai Tang Kung, para la longevidad.*
- **Wang, S. J., Xu, D. Q., & Li, J. X. (2016).** *Effects of regular Tai Chi practice and jogging on neuromuscular reaction during lateral postural control in older people.* *Research in Sports Medicine*, 1-7
- **Whitney, S., Roche, J., Marchetti, G., Lin, C., Steed, D., Furman, G., Musolino, M. and Redfern, M. (2011).** *A comparison of accelerometry and center of pressure measures during computerized dynamic posturography: A measure of balance.* *Gait & Posture*, 33(4), pp.594-599.
- **Winter, David A., (1995).** *“Review Article: Human Balance and Posture Control During*
- **World Health Organization (2007):** *Global Report on Falls Prevention in Older Age*, World Health Organization. 2007.

- **Zheng, G., Lan, X., Li, M., Ling, K., Lin, H., Chen, L., Tao, J., Li, J., Zheng, X., Chen, B. and Fang, Q. (2015).** *Effectiveness of Tai Chi on Physical and Psychological Health of College Students: Results of a Randomized Controlled Trial*. PLOS ONE, 10(7), p. e0132605.

13. Anexos

Anexo 1

Consentimiento informado.



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Medición de control postural por medio de pruebas de apoyo unipodal y bipodal, modalidad ojos abierto-cerrados en adultos chilenos entre 20 y 35 años

Usted ha sido invitado(a) a participar en el estudio **“Entrenamiento de kung fu versus deportistas de gimnasio convencional y los efectos en el control postural estático medido por acelerómetro triaxial, en adultos chilenos entre 20 y 35 años”**, a cargo de los estudiantes Esteban Cárdenas, Adrián Santander y Manuel Jaramillo, tesis de la carrera de Kinesiología de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.

El objetivo principal de este trabajo es determinar que la práctica constante de Kung Fu, genera un mejor control postural estático, en comparación con los deportistas que frecuentan el gimnasio.

Si acepta participar en este estudio requerirá realizar pruebas de apoyo bipodal, unipodal ambas con ojos abiertos y cerrados, los cuales tienen por objetivo determinar la estabilidad estática y medición del equilibrio.

Esta actividad se efectuará de manera personal y el tiempo estipulado para su aplicación es de **20 minutos aproximadamente**.

Su participación es totalmente voluntaria y podrá abandonar la investigación sin necesidad de dar ningún tipo de explicación o excusas y sin que ello signifique algún perjuicio o consecuencia para usted. Además, tendrá el derecho a no responder preguntas si así lo estima conveniente.

La totalidad de la información obtenida será de carácter confidencial, para lo cual los informantes serán identificados con código, sin que la identidad de los participantes sea requerida o escrita en **las pruebas de apoyo (bipodal y unipodal con ojos abiertos y cerrados)** a realizar.

Los datos recogidos serán analizados en el marco de la presente investigación, su presentación y difusión científica será efectuada de manera que los usuarios no puedan ser individualizados. Sus datos estarán protegidos y resguardados en los **dispositivos de almacenamiento personales**, bajo la custodia de Esteban Cárdenas Chaparro de manera que solo los investigadores puedan acceder a ellos.

Su participación en este estudio no le reportará beneficios personales, no obstante, los resultados del trabajo constituirán un aporte al conocimiento en torno a la implementación de nuevas terapias de rehabilitación que permitan mejorar el proceso del control postural, de manera de disminuir el riesgo de caídas.

Campus Macul | Av. José Pedro Alessandri 774, Ñuñoa, Santiago
Teléfono: (56-2) 22412441 | Fax: (56-2) 22412699 | Correo electrónico: direccion.investigacion@umce.cl
Sitio Web <http://www.umce.cl/index.php/direccion-investigacion-comite-de-etica>

Si tiene consultas respecto de esta investigación, puede contactarse con el académico Rodrigo Castro Vásquez, Profesor Guía de Tesis a su correo electrónico Rodrigo.castro@umce.cl o con los estudiantes Esteban Cárdenas Chaparro al correo estebancardenasch@gmail.com, Manuel Jaramillo Martínez al correo manuel.jaramillo.m@gmail.com, Adrián Santander León al correo adriansanleon@gmail.com.

Para cualquier duda que se presente o si se vulneran sus derechos puede contactarse con el Comité de Ética de la Universidad de Santiago de Chile al teléfono 227180293 o al correo electrónico comitedeetica@usach.cl. También puede solicitar más información sobre la ética del proyecto en el teléfono 222412441 y en el correo electrónico evaluacion.etica@umce.cl

Por medio del presente documento declaro haber sido informado de lo antes indicado, y estar en conocimiento del objetivo del estudio **“Entrenamiento de kung fu versus deportistas de gimnasio convencional y los efectos en el control postural estático medido por acelerómetro triaxial, en adultos chilenos entre 20 y 35 años”**. Manifiesto mi interés de participar en este estudio y declaro que he recibido un duplicado firmado de este documento que reitera este hecho.

Acepto participar en el presente estudio.

Nombre Encuestado(a).

Investigador Esteban Cárdenas

Firma Encuestado(a).

Investigador Adrián Santander

Investigador Manuel Jaramillo

Fecha

Anexo 2

Cuestionario de Actividad Física IPAQ Versión Corta.

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

_____ días por semana

☐

Ninguna actividad física vigorosa → *Pase a la pregunta 3*

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

_____ horas por día

_____ minutos por día

☐

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

_____ días por semana

☐

Ninguna actividad física moderada → *Pase a la pregunta 5*

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

☐ No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

_____ **días por semana**

☐ No caminó → **Pase a la pregunta 7**

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

☐ No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permanenció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando television.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día en la semana**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

☐ No sabe/No está seguro(a)

Anexo 3

Ficha de recolección de datos de los participantes.

Ficha N° _____

Nombre		
Sexo		
Edad		
Dominancia		
Lesiones (MEQ-Vestibulares-cognitivos)	Si __	No __
¿Cuáles?		
Grupo		
Correo electrónico		

Prueba	Número de intentos
Bipodal -ojos abiertos	
Bipodal- ojos cerrados	
Unipodal dominante -ojos abiertos	
Unipodal dominante -ojos cerrados	
Unipodal no dominante -ojos abiertos	
Unipodal no dominante -ojos cerrados	

Observaciones: _____

Investigador a cargo: _____

Fecha: _____

Anexo 4

Ejemplo plantilla de recolección de datos.

Plantilla 1P DER OC - Excel

Archivo Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista ¿Qué desea hacer?

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1															
2															
3		SEDENTARIOS	X ML	Z AP			KUNG FU	X ML	Z AP			GYM	X ML	Z AP	
4	1		0.2586469	2.2998392		1		0.6216839	1.1377961		1		0.9678137	2.9507114	
5	2		0.2712787	2.379689		2		0.1003214	0.2763564		2		0.3072313	3.5047956	
6	3		0.7064658	2.2299389		3		1.0175544	1.9615703		3		1.099878	2.1240695	
7	4		0.8986055	2.19464698		4		0.5989204	0.7706629		4		1.4066299	3.3633716	
8	5		0.364802	2.24053054		5		0.6334015	1.5087496		5		0.9215418	2.2639475	
9	6		1.0237644	2.73589208		6		1.4248181	0.9659664		6		0.6776751	1.0004108	
10	7		1.0852959	2.03439542		7		2.0927636	2.168957		7		0.50191	0.5087798	
11	8		0.8970191	2.14429017		8		2.0927636	2.168957		8		0.3898226	0.3538562	
12	9		1.514767	0.91046455		9		1.0036638	3.1003945		9		1.9315152	1.7460968	
13	10		X	X		10		0.2363102	1.10257		10		0.7942495	0.6663217	
14	11		0.5858067	1.99650162		11		0.3269057	0.9684589		11		1.3296868	0.5559842	
15	12		0.9134496	4.75138591		12		0.142879	2.1447364		12		0.1594162	2.4898344	
16	13		2.0115493	1.78953166		13		0.637763	1.9202466		13		0.5582749	2.2831322	
17	14		0.4570266	2.22848487		14		0.7685452	1.4571298		14		0.5210552	1.5539893	
18	15		0.4909887	2.33777026		15		0.919966	0.5285055		15		0.2395951	0.8411332	
19	16		0.9006026	0.87674237		16		0.8774738	1.4783789		16		0.3882341	2.5957882	
20	17		0.815759	2.62438979		17		0.8463783	1.5299889		17		1.3574237	1.473639	
21	18		1.2094673	2.1927806		18		0.9093873	1.4599883		18		0.7766477	1.7898389	
22	19		0.8453677	2.23388439		19		1.347289	1.4688929		19		0.7900001	1.8093999	
23	20		0.8725516	2.38849393		20		0.6888277	1.3399928		20		0.7877367	1.6699994	
24			0.8485902	2.24156064				0.8643808	1.472915				0.7953169	1.777255	
25															
26															
27															
28															
29															

prueba final mano_acc

Listo

Anexo 5

Carta de autorización Escuela de Kung-fu.



UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Fecha, 08-07-2017

AUTORIZACIÓN DE INSTITUCIONES **PARA REALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CON PERSONAS**

Yo, Raúl Toutin Donoso, Director, Escuela de kung fu tradicional Choy Lee Fut Chile, otorgo las facilidades correspondientes para desarrollar el presente estudio, a los investigadores de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Investigador Principal Rodrigo Castro Vásquez, y Coinvestigadores Manuel Jaramillo Martínez, Adrián Santander León, Esteban Cárdenas Chaparro a realizar el estudio **"Entrenamiento de kung fu versus deportistas de gimnasio convencional y los efectos en el control postural estático medido por acelerómetro triaxial, en adultos chilenos entre 20 y 35 años"** en la institución que represento.

Expreso estar en conocimiento que el objetivo del estudio es determinar que la práctica constante de Kung Fu, genera un mejor control postural estático, en comparación con los deportistas que frecuentan el gimnasio, y que para ello se requerirá aplicar pruebas de equilibrio que consisten en **mantener posiciones en apoyo bipodal y unipodal por un tiempo determinado, ambas pruebas se realizarán con ojos abierto y cerrados**. Las personas involucradas en el estudio serán personas entre 20 y 35 años que entrenan 5 días a la semana con una continuidad mínima de 3 meses, que asisten en nuestra institución.

He sido informado de que los datos recogidos serán analizados en el marco de la presente investigación y que su presentación y divulgación científica será efectuada de manera que los usuarios no puedan ser individualizados. También he sido informado que los datos serán recogidos entre agosto y octubre del 2017, y que una vez finalizado el estudio se me hará llegar una copia de los resultados.

Se me ha comunicado que toda la información que se entregue será confidencial (no será identificado el nombre de los participantes), usada únicamente para los fines de esta investigación, y estará protegida y resguardada en dispositivos de almacenamiento personales, bajo la custodia de Esteban Cárdenas Chaparro, de manera que solo los investigadores puedan acceder a ella.

Estoy en conocimiento de que esta investigación cuenta con aprobación Ética Científica. Para cualquier duda que se presente o si se vulneran los derechos de los participantes se puede contactar con el Comité de Ética de la Universidad de Santiago de Chile al teléfono 2-2-7180293 o al correo electrónico comitedeetica@usach.cl. También puede solicitar más información sobre la ética del proyecto en el teléfono 2-2-2412441 y en el correo electrónico evaluacion.etica@umce.cl



**UNIVERSIDAD METROPOLITANA
DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

Sin perjuicio de lo anterior, manifiesto que la institución que represento cautelará que toda la información recogida en el marco de esta investigación se utilice de acuerdo a lo señalado en la Ley 20.120 sobre Investigación Científica en el Ser Humano, Ley 20.584 sobre los Derechos de los Pacientes en Salud y en la Ley 19.628 sobre la Protección de la Vida Privada.

Declaro que he recibido un duplicado de este documento.

Firma: _____

Nombre: _____

Timbre de la Institución: _____



Anexo 6

Autorización de comité de ética.



COMITÉ DE
ÉTICA INSTITUCIONAL
UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Santiago, 29 de septiembre de 2017
Informe Ético N° 558/



Prof. M. Carolina San Martín
Coordinación Ética
Sres.
Esteban Cárdenas Chaparro
Adrián Santander León
Manuel Jaramillo Martínez
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación
Presente

Estimadas/os:

Se hace llegar a ustedes el presente informe emitido por el Comité de Ética Institucional, en relación con:

I. IDENTIFICACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO	: "Entrenamiento de kung fu versus deportistas de gimnasia convencional y los efectos en el control postural estático medido por acelerómetro triaxial, en adultos chilenos entre 20 y 35 años"
TIPO DE PROYECTO	: Proyecto de Tesis para optar al grado de Licenciado en Kinesiología Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación (UMCE).
INVESTIGADOR/AS RESPONSABLES	: Esteban Cárdenas Chaparro, Adrián Santander León, Jaramillo Martínez.
PROFESORA GUÍA CLÍNICA	: Rodrigo Castro
UNIVERSIDAD	: U. Metropolitana de Ciencias en Educación
CORREO ELECTRÓNICO	: evaluación.etica@umce.cl

II. DOCUMENTOS PARA LA EMISIÓN DE ESTE INFORME:

- Proyecto de tesis
- Consentimiento informado
- Constancia Autorización Institucional
- Formato de solicitud de revisión ética

III. HIPÓTESIS, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Objetivo general

Determinar que la práctica constante de Kung Fu genera un mejor control postural estático, en comparación con personas que van de manera frecuente al gimnasio entre 20 y 35 años.

Página 1 de 3

Universidad de Santiago de Chile | Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación
Avenida Libertador Bernardo O'Higgins 2229 | Santiago | Chile
Segundo piso | oficina n° 2 | Teléfono: +56 2 27180293 - 294
www.cei.usach.cl | www.vridei.usach.cl



Objetivos específicos:

- Reconocer patrones en el balance estático de la muestra a evaluar, analizando si existe correlación según el deporte u otras variables.
- Determinar si el entrenamiento de Kung Fu hace que los individuos utilicen en menor medida la información visual y utilicen la información propioceptiva y/o el vestibular para mantenerse estables.
- Comparar el balance entre la pierna dominante versus la no dominante



IV. ANÁLISIS ÉTICO

Los siete requisitos delineados por el bioeticista *Ezekiel Emanuel* han proporcionado un marco sistemático y racional para determinar si una investigación es ética, por lo que están enunciados para guiar el desarrollo, ejecución de protocolos y su revisión. A dicha causa, durante el curso de este análisis, los mencionados puntos serán nuestro marco de referencia. A continuación, acá descritos:

1. Valor Social:

El proyecto tiene un valor social por cuanto busca relevar ventajas del deporte Kung Fu versus la práctica de gimnasia convencional y comparado con un grupo sin actividad deportiva en cuanto a generar en las personas mejores condiciones posturales y preparación para enfrentar el riesgo de caídas en etapas posteriores del ciclo vital.

Se plantea también la incorporación de medios tecnológicos que modernizan y hacen más objetiva la captura de información.

2. Validez Científica del Estudio:

La investigación se define de tipo observacional, analítico, retrospectivo. La metodología es concordante con los objetivos planteados y resultados esperados. Usa instrumentos validados en nuestro país, según lo descrito, en el acápite correspondiente.

3. Selección Equitativa de los Sujetos:

No hay observaciones en este punto. Están explícitos los criterios de inclusión y de exclusión.

4. Proporción Favorable Riesgo-Beneficio:

Bien definida, se plantea en forma explícita las medidas de precaución que se adoptarán para evitar que se produzcan caídas de las personas mientras realizan las pruebas descritas.

5. Evaluación Independiente:

Se cumple en cuanto el proyecto está siendo analizado en un Comité de Ética de Investigación compuesto por profesionales que no están involucrados en la génesis y ejecución del proyecto.



6. Consentimiento Informado:

Considera los elementos de voluntariedad, información y ausencia de presión indispensables y contiene antecedentes suficientes para los participantes.

Se señala en el ítem **"Reclutamiento"** que se... *"les hará firmar un consentimiento informado"*.

Se recomienda considerar que el Consentimiento Informado es un proceso y la firma de un formulario es sólo la formalización de este proceso.

7. Respeto Integral por los Participantes del Estudio.

No hay observaciones en este punto. Es adecuado.



V. CONCLUSIONES

Proyecto bien desarrollado en lo general, es APROBADO.

Les saluda atentamente,

Dr. Jairo Vanegas
Coordinador General
Miembro Área de Ciencias Médicas
Comité de Ética Institucional

Dra. Lorna Luco
Evaluador Responsable
Miembro Área de Ciencias Médicas
Comité de Ética Institucional

Distribución

- 1.- Prof. Carolina San Martín- Coordinadora ética UMCE
- 2.- Archivo Comité de Ética

Página 3 de 3

Universidad de Santiago de Chile | Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación
Avenida Libertador Bernardo O'Higgins 2229 | Santiago | Chile
Segundo piso | oficina n° 2 | Teléfono: +56 2 27180293 - 294
www.cei.usach.cl | www.vridei.usach.cl

