



UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLO

FACULTAD CIENCIAS DE LA REHABILITACIÓN

ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**COMPORTAMIENTO DEL CENTRO DE PRESIÓN
EN SUJETOS SANOS Y SUJETOS SECUELADOS
DE ACCIDENTE CEREBROVASCULAR**

Seminario para optar al Título de Kinesiólogo

PROFESOR GUÍA: KLGO. CRISTIÁN CUADRA GONZÁLEZ

AUTORES

PAMELA BEGOÑA MARTINEZ NIETO

CAMILA BELEN PALMA MONDACA

ANA ELIZABETH RUARTE MORALES

KATHERINE LILIANA VILLANUEVA BARRAZA

VIÑA DEL MAR

2013

Primero quiero agradecer a Dios por la vida, por acompañarme cada día en estos años de estudio, y por haber puesto en mi camino a grandes personas que hoy ocupan un lugar muy importante en mi corazón.

Quiero agradecer infinitamente a mis padres David Villanueva y Nancy Barraza, sin lugar a dudas gracias a ustedes he logrado cumplir mis sueños y metas. Gracias por su apoyo incondicional, por cada consejo, por siempre demostrarme que los problemas y obstáculos se pueden solucionar con Fe y esfuerzo, y por estar conmigo aunque la distancia nos separe.

También quiero agradecer a mis hermanos David y Christian, a mi familia Tíos, primos y abuelitos, por estar siempre preocupados por mí, apoyarme y darme animo cada vez que era necesario.

Especialmente gracias a ti Tata Horacio, que sé que desde el Cielo me acompañaste y cuidaste. Por darme la fortaleza y tranquilidad cuando más la necesitaba. Y tengo la certeza que será así por siempre.

Quiero agradecer también a quien me ha acompañado durante mis años de estudio, por apoyarme, por su cariño y estar conmigo incondicionalmente, Nicolás.

A mis compañeras de tesis y por sobre todo mis Queridas Amigas, Anita, Cami y Pame, gracias por su amistad, gracias por su dedicación y esfuerzo para poder lograr esto. Por ser quienes me acompañan cada día, por escucharme y entregarme risas y cariño. Gracias mil gracias amigas.

A mis amigos Jorge, Gustavo y Lore, por ser parte de este loco grupo de amigos, por los momentos de alegría, por darnos ánimo y apoyo. Gracias por acompañarnos en nuestros días eternos de estudio, haciéndolos más agradables con sus chistes y risas.

Terminamos una etapa, pero aun queda toda una vida por recorrer y estoy segura que con esfuerzo y constancia todo es posible.

Katherine Villanueva B.

En primer lugar agradecer a Dios, quien ha guiado mi camino y me ha permitido llegar hasta aquí. Por consolar mi corazón en los momentos difíciles y por poner en mi camino a las personas correctas.

A mis padres, Ester y Ricardo, quienes me han apoyado incondicionalmente en toda esta etapa, con sus palabras de aliento y cariño me han dado la fortaleza para continuar a pesar de las adversidades. Gracias por el infinito amor que me entregan día a día

A mi hermana Lorena, mi mejor amiga, mi otra mitad, quien ha estado conmigo en los buenos y malos momentos. Eres quien me sostiene entregándome calma, alegrías, consejos y palabras sabias que me han enseñado a ver la vida diferente.

A mis abuelos y familia, quienes siempre creyeron en mí y desde la distancia me entregaron su apoyo, cariño y aliento en todo momento. Especialmente agradecer a mi abuelo Jorge, siempre confiaste en mi, y que aunque no estás sé que sigues acompañándome, mi mayor logro es dedicado a ti.

A mis compañeras de tesis, mis hermanas, Camila, Pamela y Katherine, sin ustedes recorrer este camino no hubiese sido lo mismo. Compartir risas, llantos, alegrías y decepciones han hecho de esta etapa la mejor de todas. Gracias por esas noches de estudio y eternas noches de tesis, que con sus risas era más bien un buen panorama.

A mis amigos, mi segunda familia, quienes me han entregado su cariño incondicional. Su apoyo ha sido un pilar que me mantuvo en pie durante estos años. Todos los momentos fueron especiales debido a su presencia, gracias por las risas y las conversaciones sin sentido.
Gran parte de mi crecimiento como persona es gracias a ustedes.

Ana Ruarte Morales.

Después de ya varios años, he llegado a un etapa que veía más que lejana. Y sin duda alguna es una etapa que me enorgullece y me hace sentir bendecida y agradecida del amor de Dios. Es Él quien ha hecho de este largo camino, un recorrido lleno de penas y alegrías, lagrimas y risas, pero por sobre todas las cosas, llena de amor, amistad, y amigos, que más que amigos completan mi vida como una segunda familia. Como en toda familia, hay desacuerdos y enojos, pero no han sido suficientes como para quebrar el apoyo incondicional y las palabras de aliento que brotan de un corazón sincero, expresando en cara, abrazos, sonrisas o miradas de un "no estas solas"

Gracias a Pame, Anita, Lore, Katy, Jorge y Gustavo, porque somos familia y eso no va a cambiar.

Como no nombrar a mi hermano amado, Damián a ti te debo más de lo que crees, solo tu me conoces de esa forma que reconoce la sangre, con gritos o silencios, tu apoyo siempre está.

Mis padres, María y José, regalos del Dios misericordioso. Nada es suficiente para agradecer todo lo que han hecho, desvelos de un trabajo que pocos conocen en plenitud, largas jornadas, noches imperceptibles, todo para que yo logre el gran sueño.

Como olvidar a los machos que complementaron esta tesis, chanchulin, tapita, Placita y Jesu. Compartimos el mismo sentimiento más de una vez, gracias por estar ahí, no podrían haber sido otros.

Finalmente a nuestro profesor guía, Cristián Cuadra González, un trabajo como este, solo podía ser dirigido por usted, profesor, amigo y hasta confidente, gracias por el tiempo, enseñanzas y risas.

Queda por recorrer aun, pero no estoy inquieta, porque se que aunque falte mucho o poco para el fin, estoy segura que será complemento del hermoso camino de la vida

Camila Palma Mondaca

Primero quiero agradecer a Dios por sembrar en mi corazón la convicción de que no hay imposibles, que todos los sueños junto a él se pueden lograr. Agradezco cada instante de vida donde he podido disfrutar de su amor.

En segundo lugar quiero agradecer a mis Padres Alfredo Martínez y Lilian Nieto por ser quienes alientan mi vida e inspirar mi caminar, Gracias por ser los pilares que cuidan de mí en cada momento.

A mi familia, Tía Lily Gracias por tu amor y preocupación nada hubiera sido igual sin esa chispa que me regalas. Hermano Gracias por tu cariño, apoyo y preocupación. Tata & Ita Gracias por su amor que permanecerá por siempre

A mi segunda y gran familia, mi iglesia, sin ustedes detrás nada sería lo mismo. Tía Sara y tío Iván Gracias por ser mi apoyo incondicional por estar presente en todos mis logros, Gracias a todos los pequeños gigantes por ser un ejemplo de Fe porque sus vidas son inspiración, en especial a las 2 más grandes Paulina y nicol por acompañarme en este camino y no dudar nunca de que Dios trae siempre lo mejor a nuestras vidas.

Gracias a Camila palma, Katherine Villanueva, Ana Ruarte por ser la melodía que permite que se escriban estas partituras, mis amigas, mis compañeras, mi familia, nada de esto sería posible sin ustedes, sin sus esfuerzos, su apoyo y perseverancia. Gracias por regalarme su comprensión y cariño. Esta historia comenzó y terminó de la mejor forma que pude imaginar, junto a ustedes.

A mis amigos de la vida Gracias por estar presente en este proceso. A ti por acompañarme en parte de este camino, por enseñarme el valor del esfuerzo, y alentarme a seguir esta hermosa carrera.

Por último gracias a los que alegran mis días con sus risas Gustavo, Jorge, Lore, por apoyarnos y motivarnos en cada día de tesis, sin ustedes nada hubiera sido lo mismo.

“Porque nacen nuevos sueños cuando se ven los frutos de los anteriores”

Pamela Martínez Nieto

AGRADECIMIENTOS

Primeramente queremos agradecer a Dios por estar siempre presente en nuestras vidas y acompañarnos en estos años de estudios. Por mostrarnos de alguna forma que todo es posible con Fe y perseverancia. Y por sobre todo gracias por esta hermosa amistad.

A nuestros padres quienes estuvieron presentes en cada instante alentándonos a pesar de la distancia. Gracias por su apoyo incondicional ya que sin ustedes nada de esto hubiese sido posible.

Gracias a nuestras familias, hermanos, Tíos, y abuelos por su cariño, apoyo y comprensión en estos años de estudio.

Gracias a nuestros grandes amigos que con su aliento y alegría hicieron que cada día de estudio fuese más agradable, por tantos momentos de risas y anécdotas que llevaremos siempre en nuestro corazón

Queremos agradecer a todos los que directa o indirectamente formaron parte de este proceso, a quienes con su apoyo y comprensión hicieron que este trabajo pudiera llegar a su término. Gracias a nuestros gemelos tesistas, solo ustedes entienden la experiencia vivida y el triunfo de comprender el Control Motor.

Gracias a nuestro profesor guía Cristian Cuadra por entregarnos sus conocimientos y dedicar parte de su tiempo a esta investigación.

Finalmente Gracias a la amistad que llena de valor nuestras vida. Porque sin la presencia de cada una de nosotras esto hubiese sido más difícil. Por cada momento vivido, por nuestras conversaciones, nuestras risas y momentos más difíciles, pero por sobre todo agradecer a la vida de habernos reunido en esta linda e inolvidable etapa.

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|--|----------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | X |
| ÍNDICE D ESQUEMAS..... | XI |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | XII |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | XIV |
| LISTA DE ABREVIACIONES..... | XV |
| RESUMEN..... | XVI |
| ABSTRACT..... | XVIII |
| | |
| CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL ESTUDIO..... | 1 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 2 |
| 1.3 OBJETIVOS..... | 3 |
| 1.3.1 Objetivo general..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 3 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO..... | 4 |
| 1.5 PLANTEAMIENTO DE LAS HIPOTESIS..... | 5 |
| | |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO..... | 8 |
| 2.1 DEFINICIÓN Y EPIDEMIOLOGÍA DE ACV..... | 8 |
| 2.1.1 Factores de riesgo..... | 9 |
| 2.1.2 Semiología..... | 9 |
| 2.2 CONTROL MOTOR Y CONTROL POSTURAL..... | 10 |

| | |
|--|-----------|
| 2.2.1 Control motor..... | 10 |
| 2.2.2 Control postural..... | 12 |
| 2.2.3 Oscilografía..... | 18 |
| 2.3 CONTROL POSTURAL EN ACV..... | 20 |
| | |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA..... | 22 |
| 3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| 3.2 DEFINICIÓN DE VARIABLES..... | 22 |
| 3.2.1 Variables dependientes..... | 22 |
| 3.2.2 Variables independientes..... | 23 |
| 3.2.3 Variables intervinientes..... | 23 |
| 3.3 SUJETOS Y MUESTRA..... | 24 |
| 3.3.1 Criterios de inclusión para sujetos secuestrados de ACV..... | 24 |
| 3.3.2 Criterios de exclusión para sujetos secuestrados de ACV..... | 25 |
| 3.3.3 Criterios de inclusión para sujetos sanos..... | 26 |
| 3.3.4 Criterios de exclusión para sujetos sanos..... | 26 |
| 3.4 INSTRUMENTOS Y PROTOCOLO..... | 27 |
| 3.5 PROCESO DE MEDICIÓN..... | 28 |
| 3.5.1 Protocolo experimental..... | 28 |
| | |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS..... | 31 |
| 4.1 COMPROBACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL DE LAS MUESTRAS..... | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 4.2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO..... | 48 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIÓN..... | 49 |
| 5.1 DESPLAZAMIENTO ANTERO POSTERIOR..... | 49 |
| 5.2 MAGNITUD DE BANDAS DE FRECUENCIA..... | 50 |
| 5.3 ÁREA DE DESPLAZAMIENTO DE CoP..... | 50 |
| 5.4 VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DE CoP..... | 51 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIÓN..... | 54 |
| CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA..... | 55 |
| CAPITULO VIII: ANEXOS..... | 59 |
| 8.1. NEUROFISIOLOGÍA DEL ACV..... | 59 |
| 8.1.1 Irrigación encefálica..... | 59 |
| 8.1.2 Accidente cerebro vascular isquémico..... | 60 |
| 8.1.3 Accidente cerebro vascular hemorrágico..... | 61 |
| 8.2 DATOS DE LA MUESTRA..... | 64 |
| 8.2.1 Muestra sujetos secuestrados de ACV..... | 64 |
| 8.2.2 Muestra sujetos sanos..... | 65 |
| 8.3 CONSENTIMIENTO INFORMADO..... | 66 |
| 8.4 EVALUACIONES..... | 67 |

| | |
|--|-----------|
| 8.4.1 Ficha de evaluación..... | 67 |
| 8.4.2 Minimental state examination..... | 68 |
| 8.4.3 Índice de Barthel..... | 69 |
| 8.5 RESULTADOS EVALUACIONES..... | 70 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|-----------|
| Ilustración 1. Modelo péndulo invertido que representa la postura bípeda... | 15 |
| Ilustración 2. Instrumentos utilizados para la obtención de datos..... | 27 |

INDICE DE ESQUEMAS

| | |
|---|-----------|
| Esquema 1: Protocolo experimental reclutamiento sujetos sanos..... | 29 |
| Esquema 2: Protocolo experimental reclutamiento sujetos con ACV..... | 30 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| Tabla 1.- Promedio y desviación estándar de área y velocidad del CoP en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 31 |
| Tabla 2.- Promedio de RMS en el desplazamiento AP según banda de frecuencia en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 32 |
| Tabla 3.- Promedio y desviación estándar de RMS en el desplazamiento ML según banda de frecuencia en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 32 |
| Tabla 4. Prueba T Student, para la diferencia de medias del área del CoP..... | 39 |
| Tabla 5: Test de U de Mann-Withney para la diferencia de medias de la velocidad del CoP en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 40 |
| Tabla 6. Test de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para las bandas de frecuencia 0,1-0,5 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 41 |
| Tabla 7. Test de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para la banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 42 |
| Tabla 8. Test de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 43 |
| Tabla 9. Test de signos de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para la banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 44 |
| Tabla 10. Test de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para la banda de frecuencia 0,5 – 1,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 45 |
| Tabla 11. Test de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para | |

| | |
|---|----|
| la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secue- lados de ACV..... | 46 |
| Tabla 12.- Tabla resumen de promedios y diferencias significativas para las distintas variables según sujetos sanos y con ACV..... | 47 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|-----------|
| Gráfico 1.- Boxplot para el promedio del área del CoP en sujeto sanos y sujetos secueados de ACV..... | 33 |
| Gráfico 2.- Gráfico Boxplot para el promedio de velocidad del CoP en sujetos sanos y sujetos con ACV..... | 34 |
| Gráfico 3.- Boxplot para el promedio de RMS AP con banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 35 |
| Gráfico 4.- Boxplot para el promedio de RMS AP con banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 35 |
| Gráfico 5.- Gráfico Boxplot para el promedio de RMS AP con banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 36 |
| Gráfico 6.- Boxplot para el promedio de RMS ML con banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 37 |
| Gráfico 7.- Gráfico Boxplot para el promedio de RMS ML con banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 37 |
| Gráfico 8.- Gráfico Boxplot para el promedio de RMS ML con banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secueados de ACV..... | 38 |

LISTA DE ABREVIACIONES

ACV: Accidente cerebro vascular.

AP: Antero- posterior

COP: Centro de presión.

COM: Centro de masa

COG: Centro de gravedad

Fc: Frecuencia

gL: Grados de libertad.

Hz: Hertz

ML: Medio- lateral.

MMII: Miembro inferior.

OTP: Órtesis tobillo pie

RMS: Root Mean Square

SNC: Sistema nervioso central

RESUMEN

COMPORTAMIENTO DEL CENTRO DE PRESIÓN EN SUJETOS SANOS Y SUJETOS SECUELADOS DE ACCIDENTE CEREBROVASCULAR

Autores: Pamela Begoña Martínez Nieto
Camila Belén Palma Mondaca
Ana Elizabeth Ruarte Morales
Katherine Liliana Villanueva Barraza

Profesor Guía:
Klgo. Cristián Cuadra González

Introducción: En patologías del sistema nervioso central (SNC) como lo es el Accidente Cerebro Vascular (ACV), los componentes del control motor se encuentran alterados, reflejándose en diferentes grados, en el control de la postura. La regulación que ejerce el SNC sobre el resto de los sistemas tiene una relevancia tal que, ha generado la postulación de diversas hipótesis que a través de la evidencia han tratado de explicar el comportamiento del control postural entre sujetos secueledos de ACV y sujetos sanos. Es por esto que es necesario cuantificar las diferencias entre las variables del CoP, las cuales son: área de centro de presión, desplazamiento del CoP y bandas frecuenciales de CoP entre ambos sujetos

Diseño: Este estudio es de tipo experimental, con enfoque cuantitativo y alcance comparativo

Método: 14 sujetos pertenecientes a dos grupos. El primer grupo compuesto por 7 sujetos secueledos de ACV, 3 de sexo femenino y 4 de sexo masculino, diagnosticados con ACV, (edad media 54 años) reclutados del Instituto privado de neurorehabilitación Luis Krebs de viña del mar. El segundo grupo compuesto

por 7 sujetos sanos, 3 de sexo femenino y 4 de sexo masculino, (edad media 37,9 años) fueron reclutados de manera aleatoria dentro de las instalaciones de la Universidad Andrés Bello viña del mar. La toma de muestra se realizó sobre la plataforma de posturografía, en postura bípeda, con pies alineados a la altura de los hombros, manos a los lados y mirando al frente. Se siguió el protocolo de posturografía donde se hizo una medición de un minuto y medio. Procedimiento que debió ser repetido 5 veces por sujeto

Resultados: Para el siguiente estudio luego del análisis de datos y la utilización de los test estadísticos necesarios para cada variable se obtuvieron resultados que arrojaron diferencias significativas para los sujetos sanos en comparación con los sujetos secuestrados de ACV. Los test utilizados para comparar las medias entre dos muestras es el T de Student, el cual sólo fue utilizado en la variable del área de centro de presión, ya que cumplía con el supuesto de distribución normal. Para las otras variables velocidad, RMS AP y RMS ML se utilizó el test no paramétrico Test U Man Whitney. El nivel de significancia que se utilizó del 5% para todas las comparaciones.

Conclusión: Para tener un control postural adecuado es necesario que exista un funcionamiento eficiente de los sistemas visuales, vestibular y somatosensorial, los cuales están regulados por los Niveles Espinal, Tronco Cerebral y Cortical. En el caso de que exista una alteración en el SNC, el control postural sería deficiente para mantener la postura bípeda lo cual es corroborado mediante los resultados obtenidos en la presente muestra, donde se arrojaron diferencias significativas en las variables del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV, lo cual es confirmado con la literatura que expone las alteraciones que ocurren en sujetos que han sufrido algún evento cerebrovascular.

Palabras claves: Accidente cerebro vascular, centro de presión, control postural, control motor.

ABSTRACT

CENTER OF PRESSURE BEHAVIOR IN HEALTHY SUBJECTS ANDSUBJECTS WITH STROKE

Authors: Pamela Begoña Martínez Nieto
Camila Belén Palma Mondaca
Ana Elizabeth Ruarte Morales
Katherine Liliana Villanueva Barraza

Advising Professor:

P.T. Cristián Cuadra González

Introduction: In pathologies of the center nervous system (CNS) as the stroke, the components of the motor control are altered, reflecting in different degrees, in the posture control. The regulation of the CNS over the rest of the systems has such a relevance, that it has generated the postulation through evidence of hypothesis that postulate discrepancy in the behavior between subjects with stroke and healthy subjects.

Design: This study is comparative, with a quantitative focus. Experimental scope.

Method: 14 subjects composed of 2 groups. The first group is composed of 7 subjects with Stroke, 3 females and 4 males, diagnosed with Stroke, (mean age 54 years old). They were recruited form the private institute of neurorehabilitation Luis Krebs in Viña del Mar, Chile. The second group is composed of 7 healthy subjects, 3 females and 4 males, (mean age 37.9 years old) they were recruited randomly from within the installations of the university

Andrés Bello in Viña del Mar, Chile. The sampling is performed on the posturography, in bipedal posture, with feet aligned to the shoulder heights, hands to the side and facing forward. The posturography protocol was followed which states a measurement of one and a half minutes. This procedure was repeated 5 times for each subject.

Results: The study after the data analysis and the utilization of the necessary statistical tests for each variable obtained results that show significant differences for the healthy subjects in comparison to the subjects with CVA sequels. The tests used to compare the mean between two tests is the T of Student, which was only used in the variable of the center of pressure area, as it complied with the postulation of a normal distribution. For the other variables speed, AP RMS and ML RMS it was used a non-parametrical test called Wilcoxon signed-rank test. The significance level used was 5% for every comparison.

Conclusions: For an adequate postural control it is necessary that there exists an efficient operation of the visual, vestibular and somatosensory systems, which are regulated by the Spinal, Brainstem and Cortical levels. In case that there exists an alteration in the CNS, the postural control would be deficient to maintain the bipedal posture which is corroborated by the obtained results in the present sample, which showed significant differences on the variables of the COP, between healthy subjects and the ones with Stroke, which is confirmed with the literature that exposes the alterations that occurred on subjects that have suffered a cerebrovascular stroke.

Key words: Stroke, Center of pressure, postural control, motor control.

Andrés Bello in Viña del Mar, Chile. The sampling is performed on the posturography, in bipedal posture, with feet aligned to the shoulder heights, hands to the side and facing forward. The posturography protocol was followed which states a measurement of one and a half minutes. This procedure was repeated 5 times for each subject.

Results: The study after the data analysis and the utilization of the necessary statistical tests for each variable obtained results that show significant differences for the healthy subjects in comparison to the subjects with CVA sequels. The tests used to compare the mean between two tests is the T of Student, which was only used in the variable of the center of pressure area, as it complied with the postulation of a normal distribution. For the other variables speed, AP RMS and ML RMS it was used a non-parametrical test called Wilcoxon signed-rank test. The significance level used was 5% for every comparison.

Conclusions: For an adequate postural control it is necessary that there exists an efficient operation of the visual, vestibular and somatosensory systems, which are regulated by the Spinal, Brainstem and Cortical levels. In case that there exists an alteration in the CNS, the postural control would be deficient to maintain the bipedal posture which is corroborated by the obtained results in the present sample, which showed significant differences on the variables of the COP, between healthy subjects and the ones with Stroke, which is confirmed with the literature that exposes the alterations that occurred on subjects that have suffered a cerebrovascular stroke.

Key words: Stroke, Center of pressure, postural control, motor control.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

1.1 INTRODUCCIÓN

Para que el sistema nervioso sea capaz de llevar a cabo todas las estrategias y sincronías de movimiento, es necesario contar con un sistema que tenga la capacidad de regular las vías centrales y periféricas del Sistema Nervioso, y el efecto de este sobre el resto del cuerpo, este mecanismo regulador es el que conocemos como Control Postural. La literatura lo describe como el estado en el cual todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, están equilibradas de tal forma que el cuerpo mantiene una posición deseada, o bien es capaz de realizar un movimiento sin perder el equilibrio, es decir, la suma de la fuerza es cero (Winter, D.A., 2009). Por tanto, el control postural, juega un rol fundamental en la ejecución de todos los movimientos que realizamos a diarios. La pérdida del control postural para el sistema nervioso central, se compara al rol que cumple un director de orquesta, sin él todo es arrítmico, descoordinado y disarmónico. Cada uno de los integrantes de esta gran orquesta que componen el cuerpo humano, precisan de una pauta a seguir. Si se aplica este ejemplo al funcionamiento del sistema nervioso, el control postural es el encargado de llevar a cabo el fin último que es el movimiento normal, en pro de una función.

Para comprender la regulación del control postural, es necesario considerar tres conceptos importantes, CoP, CoM y CoG, que conceptualmente son independientes y en su conjunto permiten el análisis de las respuestas del sistema nervioso, frente al medio ambiente. De estos tres conceptos, el centro de presión (CoP), se va a desglosar en variables que, a través del análisis, entregaran con mayor exactitud información sobre el comportamiento del sistema frente al medio. Ante una patología del sistema nervioso central, surgen hipótesis que plantean variaciones de estas componentes, en comparación con

sujetos sanos. En relación a lo antes descrito, el presente seminario pretende dilucidar las diferencias existentes en las componentes del CoP, en sujetos sanos y sujetos secueledos de ACV.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al notable aumento en el número de personas de tercera edad, producto del avance tecnológico en el área de la salud, ciertos estudios han demostrado que la enfermedad cerebrovascular es la principal causa de muerte tanto en mujeres como en hombres, siendo la edad el factor de riesgo más importante, sin embargo no es modificable como tantos otros. Se calcula que por cada 10 años consecutivos, luego de los 55 años, la incidencia de un ACV se duplica en ambos sexos. (Rojas.J, Zurrú.M y cols. 2007.)

Dentro de las secuelas neurológicas más comunes en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular se encuentra la hemiparesia, el cual afecta el hemicuerpo contralateral a la lesión (Duncan 1994). Además de alteraciones en el tono, deterioro del control de la extremidad inferior afectada, disminución de la amplitud de movimiento, dolor y alteraciones en el equilibrio el cual es una habilidad motora compleja que depende de las interacciones entre los múltiples procesos sensoriomotores y contextos ambientales y funcionales. Lo anterior puede influir en el control postural ya que se generan cambios en la base de sustentación. (Mindy F. Levin, 2000). Para conocer la regulación y el comportamiento del control postural, es necesario analizar el CoP y sus componentes las cuales se describen como área de desplazamiento, velocidad de desplazamiento, y amplitud de oscilaciones posturales las cuales se miden en bandas de frecuencia.

Por esto se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Existen diferencias significativas en los componentes del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Comparar parámetros del CoP entre sujetos normales y sujetos secuestrados de ACV

1.3.2. Objetivos específicos

- 1.- Comparar el área de desplazamiento del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV.
- 2.- Comparar la velocidad de desplazamiento del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV.
- 3.- Comparar las bandas de frecuencia AP de 0,1 a 0,5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV.
- 4.- Comparar las bandas de frecuencia ML de 0,1 a 0,5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV.
- 5.- Comparar las bandas de frecuencia AP de 0,5 a 1 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV.
- 6.- Comparar las bandas de frecuencia ML de 0,5 a 1 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV.
- 7.- Comparar las bandas de frecuencia AP de 1 a 5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV.

8.- Comparar las bandas de frecuencia ML de 1 a 5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secueles de ACV.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Comparar el comportamiento del CoP entre sujetos sanos y sujetos secueles de ACV, para de esta forma contribuir con evidencia sobre los cambios que existen en el control postural y sus componentes en relación al CoP. Considerando que las secuelas de ACV afectan la funcionalidad y la independencia en la realización de actividades básicas de la vida diaria, y que la enfermedad cerebrovascular es la primera causa de muerte en Chile, es criterio de relevancia social conocer como se altera el comportamiento del CoP como secuela, posterior al evento cerebrovascular. Es imprescindible recopilar información que nos permita desarrollar en estudios futuros, nuevas formas terapéuticas para de esta forma mejorar la calidad de vida de sujetos con ACV.

El criterio de valor teórico se expresa al cuantificar la descomposición de las variables del CoP y compararlas con sujetos sanos permitiendo objetivar como este se comporta y observar si existen diferencias significativas entre ambos grupos de estudio.

1.5. PLANTEAMIENTO DE LAS HIPÓTESIS

A continuación se exponen Hipótesis de investigación

Hipótesis 1

H0: No existen diferencias significativas en el área de desplazamiento del CoP entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV.

H1: Existen diferencias significativas en el área de desplazamiento del CoP entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV.

Hipótesis 2

H0: No existen diferencias significativas en la velocidad de desplazamiento del CoP entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV en posición bípeda.

H1: Existen diferencias significativas en la velocidad de desplazamiento del CoP entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV en posición bípeda.

Hipótesis 3

H0: No existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia AP de 0,1 a 0,5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV en posición bípeda.

H1: Existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia AP de 0,1 a 0,5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV en posición bípeda.

Hipótesis 4

H0: No existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia ML de 0,1 a 0,5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV en posición bípeda.

H1: Existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia ML de 0,1 a 0,5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secueledos de ACV en posición bípeda.

Hipótesis 5

H0: No existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia AP de 0,5 a 1 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secueledos de ACV en posición bípeda.

H1: Existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia AP de 0,5 a 1 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secueledos de ACV en posición bípeda.

Hipótesis 6

H0: No existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia ML de 0,5 a 1 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secueledos de ACV en posición bípeda.

H1: Existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia ML de 0,5 a 1 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secueledos de ACV en posición bípeda.

Hipótesis 7

H0: No existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia AP de 1 a 5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secueledos de ACV en posición bípeda.

H1: Existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia AP de 1 a 5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secueledos de ACV en posición bípeda.

Hipótesis 8

H0: No existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia ML de 1 a 5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV en posición bípeda.

H1: Existen diferencias significativas en magnitud entre las bandas de frecuencia ML de 1 a 5 Hz del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV en posición bípeda.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIÓN Y EPIDEMIOLOGÍA DE ACV

El accidente cerebrovascular corresponde a la injuria cerebral aguda que se produce por un trastorno circulatorio cerebral que altera temporal o definitivamente el funcionamiento de una o varias partes del encéfalo.(Arboix, J; Díaz, A. 2006.)

Por otro lado La Organización Mundial de la Salud lo define como “un signo clínico de trastorno focal en el funcionamiento cerebral de rápida aparición, con un supuesto origen vascular y una duración superior a las 24 horas”

La enfermedad cerebrovascular constituye la primera causa de discapacidad y ocupa el segundo lugar como causa de muerte a nivel mundial. A pesar de los avances en el conocimiento de la fisiopatología del accidente cerebrovascular (ACV) y de sus factores de riesgo, estadísticas provenientes de países desarrollados muestran que la incidencia se mantiene constante. (Rojas.J y Cols. 2006)

El accidente cerebrovascular puede clasificarse en dos tipos, hemorrágico e isquémico. El accidente cerebrovascular de tipo hemorrágico se caracteriza por un exceso de sangre dentro de la cavidad craneal cerrada, la cual puede ser intracraneal o subaracnoidea. Mientras que un accidente cerebrovascular de tipo isquémico se caracteriza por una reducción en la irrigación cerebral, disminuyendo así la cantidad adecuada de oxígeno y nutrientes a una parte del cerebro.

Según el agente causante de este último, se puede clasificar a los accidentes cerebrovascular isquémico en trombóticos, embólicos o por hipotensión. (Olayinkaobembe y cols., 2011)

2.1.1. Factores de riesgo

Dentro de los factores de riesgo de padecer un ACV, se encuentran los factores de riesgo no modificables, entre estos está la edad y el sexo masculino y los factores de riesgo modificables los cuales se incluyen factores conductuales, que están asociadas al estilo de vida; ya sea tabaquismo, obesidad, sedentarismo, y consumo excesivo de alcohol, y los factores fisiológicos, que son la presencia de hipertensión arterial, fibrilación auricular, diabetes y dislipidemia. (MINSAL, 2013)

2.1.2. Semiología

Dentro de las secuelas neurológicas más comunes en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular se encuentra la hemiparesia, la cual afecta el hemicuerpo contralateral a la lesión (Duncan, 1994). Además de alteraciones en el tono, deterioro del control de la extremidad inferior afectada, disminución de la amplitud de movimiento, dolor y alteraciones en el equilibrio el cual es una habilidad motora compleja que depende de las interacciones entre los múltiples procesos sensoriomotores y contextos ambientales y funcionales. Lo anterior puede influir en el control postural ya que se generan cambios en la base de sustentación.

Diversos estudios sobre la organización sensorial demuestran que los pacientes con accidente cerebrovascular presentan alteraciones de propiocepción lo que se ve reflejado en alteraciones de estabilidad estática y dinámica además de la reducción de la capacidad funcional de los pacientes. (Adebimpe O y Cols., 2011)

2.2. CONTROL MOTOR Y CONTROL POSTURAL

2.2.1. Control Motor

El control motor se define como “el estudio de la causa y naturaleza del movimiento”, diferenciándose del control motor aplicado al manejo de la postura y el control motor aplicado al movimiento. (Shumway- Cook Anne y cols., 2007). Antes de la ejecución de un movimiento se debe tener clara la intención de este y un sistema nervioso indemne que sea capaz de procesar e interpretar la información para la realización de la acción deseada. Estructuras como músculos, tendones y huesos trabajan en conjunto para producir dicha acción.

Los músculos responden relativamente lento ante una señal proveniente del sistema nervioso central y no necesariamente esta respuesta es proporcional al input que recibe. (Latash, M.,2008).

Para comprender el control del movimiento humano Mark Latash, en su libro Synergy postula un modelo explicativo que contempla 6 pasos:

Paso 1. En relación a la explicación de Mark Latash, para realizar alguna acción es necesario tener una posición inicial y otra final, las cuales se caracterizan por tres coordenadas en el espacio exterior. Para lograr llegar al punto final se deben definir ángulos en las articulaciones y así llegar a lograr la tarea deseada (Mussa- Ivaldi y Cols 1989;Zatsiorsky 1998)

Paso 2. Para poner en práctica el conjunto de ángulos de las articulaciones seleccionadas, el sistema regulador debe definir las trayectorias de dichas articulaciones, determinando un punto inicial y un punto final. Para llegar desde el punto inicial al final, existe una cantidad infinita de alternativas, pero es el sistema regulador el que determina cual de estos será ejecutado.

Paso 3. Para mover las articulaciones, uno tiene que aplicar torques articulares adecuadamente sincronizados. Por lo tanto, el siguiente paso es definir un patrón de torques articulares que apliquen la cinemática de los movimientos requeridos. Este problema se conoce como el problema de la dinámica inversa (Hollerbach y Cols 1987; An y Cols 1988; Atkenson 1989; Zatsiorsky 2002).

Paso 4. Cada una de las articulaciones se encuentra atravesada por músculos, los cuales son unidireccionales, se contraen o relajan de tal forma se puede llevar a cabo la acción deseada, por lo tanto es necesario al menos contar con dos músculos para controlar la articulación, de los cuales algunos pueden ser biarticulares. Para esto es necesario lograr un patrón coordinado entre la musculatura para lograr llegar al punto final del movimiento.

Paso 5. Para lograr el patrón coordinado y producir la contracción muscular, los potenciales de acción que envía el músculo hasta la médula espinal, son enviados a través de la alfa - motoneurona. La fuerza que realice cada músculo depende del nivel de excitación que reciban las motoneuronas, el tiempo de contracción muscular y el cambio en su longitud.

Paso 6. Alfa- motoneuronas producen señales de salida, que dependen de la entrada total de las motoneuronas. Para simplificar, vamos a considerar esta entrada como la suma de dos componentes. En primer lugar, hay señales que vienen desde el controlador (del cerebro o de otras estructuras nerviosas dentro de la médula espinal) . En segundo lugar, hay señales que provienen de terminaciones sensoriales periféricas, receptores. La primera componente puede ser llamada central y la segunda periférica. El componente periférico es una función compleja de las señales relacionadas con la longitud del músculo,

la velocidad, la fuerza, y también puede depender de tales señales de otros músculos (Nichols, 2002)

Este esquema es llamado modelo inverso, ya que la secuencia es opuesta a la orden natural de los acontecimientos. Es, decir, naturalmente una señal comienza con la integración desde la periferia, iniciándose la activación muscular, las cuales producirán una respuesta que llevarán a las articulaciones a producir un desplazamiento, el cual construirá un movimiento. Sin embargo el modelo que propone Latash, obedece a una secuencia inversa (Latash M, 2008).

2.2.2. Control Postural

Lograr que el cuerpo adopte una postura bípeda en el espacio en un tiempo determinado, involucra la acción conjunta de un sistema de fuerzas. Para la comprensión de este sistema, es necesario involucrarse con el concepto de control motor, el cual se relaciona con el control de la postura y el equilibrio (Shumway- Cook A y cols, 1995)

El control postural se define como aquel estado en el cual todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo están equilibradas de tal forma que el cuerpo mantiene la posición deseada (equilibrio estático) o es capaz de avanzar según un movimiento deseado sin perder el equilibrio (equilibrio dinámico), es decir, la suma de las fuerzas ejercidas es cero (Winter, D.A, 2009). Para lograr este equilibrio se requiere de una compleja interacción del sistema musculoesquelético y neural y un alto nivel integrativo para crear la acción y anticipar aspectos adaptativos al control postural (Shumway- Cook y Cols, 2001; Byl & Sinnott, 1990).

Este control se mantiene a través de la integración de la información sensorial proporcionada por los sistemas visuales, propioceptivo y vestibular a través de una estrategia de control de retroalimentación compleja. Sujetos sin discapacidades tienden a utilizar la información somatosensorial de los pies en contacto con la superficie. Bajo esta condición, somatosensorial entrega el 70 por ciento de la información necesaria para el control postural, mientras que el sistema vestibular entrega el de 20 por ciento y la información visual entrega el 10 por ciento de la información (Barros de Oliveira.C, 2008) Este proceso es espacial y temporalmente dinámico, y depende del entorno externo y el estado del sistema. (Redfern M y Cols, 2001)

La estabilidad postural es posible de objetivar a través de la medición electrónica con una plataforma de fuerza. Dentro de este análisis se obtiene el detalle del desplazamiento del centro de presión (CoP), el cual se calcula a partir de las fuerzas de reacción vertical. Se pueden analizar los desplazamientos del CoP, tanto en dirección AP y ML, y va a corresponder al punto donde se localiza el vector de las fuerzas verticales de reacción del suelo, el CoP es una posición bidimensional dependiente de la aceleración del cuerpo y de sus segmentos. Junto con el CoP, existen dos conceptos fundamentales para la comprensión del control postural, Centro de Masa (CoM) y Centro de Gravedad (CoG). El centro de Masa (CoM) que corresponde al lugar neto de las masas de cada segmento en un espacio de tres dimensiones. Tiene una íntima relación con el CoP, donde éste último sería la respuesta neuromuscular a los desequilibrios provocados por el CoM en el cuerpo. Para poder generar un análisis comparativo de las trayectorias de CoM y CoP es necesario contar con el CoG, el cual corresponde a la ubicación en la dirección vertical del CoM (Winter, D.A, 2009)

Estos conceptos son de gran importancia al momento de describir y medir los cambios que ocurren al tratar de mantener una postura erguida. Para mantener

la postura erguida Slobounov y cols (1997) sostienen que se regula al maximizar el tiempo en que el centro de presión del cuerpo (CoP) se tarda en contactar con los límites de estabilidad. Por otro lado Winter en 1995 sostiene que la migración del CoP es la respuesta neuromuscular necesaria para mantener la postura vertical, la cual según Duarte y Zatsiorski se ha graficado como un péndulo invertido, que oscila alrededor de una posición fija. Este modelo representa el cuerpo humano en postura bípeda como un sistema compuesto de dos segmentos rígidos siendo estos, los pies y el resto del cuerpo; articulados por una bisagra la cual es el eje en la que se balancea, representada por la articulación del tobillo. **Ver Ilustración.1** (Latash, M.,2008)

Por otro lado este modelo explica las relaciones entre las distintas fuerzas que interactúan para lograr la postura erguida. Como variables relevantes que explican este modelo se nombran el CoM, CoP, el vector del peso del cuerpo y el vector de reacción del suelo, graficados en la siguiente figura (Pietro G y cols, 2002)

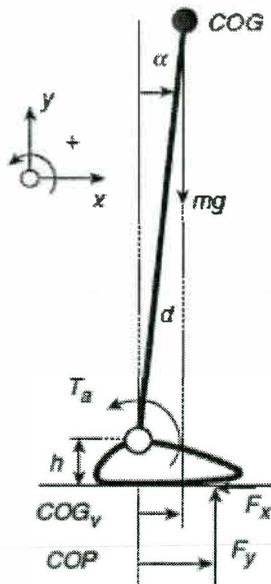


Ilustración 1: Modelo péndulo invertido que representa la postura bípeda. CoG, centro de gravedad; CoG v, CoG proyección vertical con respecto a la articulación del tobillo; CoP, centro de la presión en relación a la articulación del tobillo; mg , la masa corporal, la aceleración de la gravedad; F_x , F_y , horizontal y componentes verticales de las fuerzas de reacción del suelo resultante, una T_a , el par en la articulación del tobillo, la distancia d , entre el centro de gravedad y la articulación del tobillo, h , altura de la articulación del tobillo en el suelo, α el ángulo del cuerpo. (Latash, M., 2008)

Es necesario además considerar, que si la proyección vertical del CoP sale de la base de apoyo, la cual se define como el área del suelo que está limitado por una zona del cuerpo que se encuentra en contacto con el suelo, que en el caso de la postura bípeda corresponde al área entre los pies; el cuerpo no es capaz de aplicar sus fuerzas de recuperación para devolver el cuerpo al equilibrio y así mantener la postura erguida. Es por lo anterior que el

control de la base de apoyo es considerado como límite de estabilidad en el control postural (Latash, 2008).

Habitualmente, los análisis de postura se han dividido en los análisis globales y estructurales:

1) El análisis global está relacionado con la cuantificación de la cantidad total de balanceo del cuerpo.

2) Análisis estructural está relacionado con eventos particulares o componentes del cuerpo al balancearse.

Las variables utilizadas para describir la cantidad de oscilaciones posturales son el desplazamiento del CoP, desviación estándar en dirección AP- ML o área total, velocidad media o velocidad y las variables de frecuencia media o mediana (Latash, 2008)

En relación al desplazamiento del centro de presión, Zatsiorsky y Duarte (1999, 2000) proponen un método basado teóricamente en la descomposición del desplazamiento del CoP en un componente Supraespinal único y un componente de Reflejo espinal. Estos autores sugieren que el componente supraespinal (Rambling) se constituye de la migración de la posición de reposo del Centro de Presión, y el componente Reflejo espinal (Trembling) se constituye de fluctuaciones alrededor de esa posición de reposo. (Shumway-Cook A y cols, 1995).

El método que proponen Zatsiorsky y Duarte (1999) está basado en la descomposición del desplazamiento del CoP, fundamentado en la idea de que el cuerpo se balancea debido a dos razones: La migración del punto de referencia con respecto al cual el equilibrio se mantiene constante (Rambling) y la oscilación del cuerpo con respecto al equilibrio (Trembling).

Las trayectorias de rambling pueden estar relacionadas con los procesos supraespinales que están involucrados en el control de la migración del punto de referencia instantáneo. Trembling puede ser el resultado de ambas, la acción de los reflejos espinales y los cambios en las propiedades mecánicas intrínsecas de los músculos y las articulaciones.

Para poder lograr y mantener el control postural, son necesarias las estrategias sensoriales y motoras, dentro de estas se encuentran: Las estrategias motoras, donde existe una organización de los movimientos apropiados para controlar la posición del cuerpo en el espacio; estrategias sensoriales, que organizan la información proveniente de la visión, sistema somatosensorial y vestibular, necesarios para el control postural, y las estrategias sensoriomotoras, las cuales reflejan la reglas que coordinan los aspectos motores y sensoriales en el control postural.

Por otro lado las respuestas posturales son gatilladas por tres tipos de entradas (Mientjes y Cols., 1999; Alexander y Cols., 1998): propioceptores, los cuales reciben información de los cambios de longitud y tensión de los músculos; receptores vestibulares, aportando sensibilidad a través de los movimientos de la cabeza, respecto a la gravedad. Aferencias visuales, que detectan los movimientos en el piso al variar las aferencias sensoriales al sujeto y permiten una orientación relativa con el horizonte y Receptores cutáneos que detectan y señalan las fuerzas de cizallamiento de la piel, en este caso de la piel de los pies respecto al suelo (González. R y Cols., 2004)

Las aferencias mencionadas son absolutamente necesarias para mantener la postura, las cuales obligan a generar ajustes, los cuales deben ser integrados con los movimientos voluntarios del SNC, utilizando circuitos espinales, troncoencefálicos y corticales. Por lo tanto estos tres niveles de control motor deben estar interconectados y de esta forma permitir variación de las

respuestas motoras y la coordinación. (Calderón, 1998; Radebold, 2001). Estos niveles de control motor son:

- Espinal: utiliza receptores propioceptivos de husos musculares y órganos tendinosos de Golgi, produciendo una actividad integradora para que los músculos individuales aporten al control del tono muscular.
- Tronco Cerebral: coordina señales visuales, vestibulares, cutáneas, articulares y musculares para integrar la actividad en las diversas partes del cuerpo, adaptar el tono muscular y conseguir el equilibrio.
- Cortical: encargado de la programación cognitiva, basada en la repetición y almacenamiento de comandos que lideran ajustes voluntarios.

El sistema postural depende de un sistema de entrada que recoge información, un centro de integración que recibe, discrimina y elabora y un sistema efector que permite las respuestas adecuadas para mantener la postura (Horak F., 1997). Cualquier alteración en estos tres eslabones puede manifestarse en una alteración del Control Postural (Horak F., 1997; Gagey y Cols, 2001).

2.2.4 OSCIOGRAFÍA

La evaluación cuantitativa de las oscilaciones del cuerpo vía registros de fuerza es llamado posturografía, la cual se divide en estática, cuando el control postural de la persona es evaluado diciéndole que esté de pie lo más quieto posible y dinámica cuando la postura responde a una perturbación aplicada a la persona evaluada. Frecuentemente, la medida más usada en posturografía es el desplazamiento del CoP, el cual es fácilmente medible usando una plataforma de fuerza. El trabajo más usado para la evaluación del control postural es estar de pie y quieto, en el cual a la persona se le dice que se pare

“lo más quieta posible”, mientras mira a un blanco fijo. El desplazamiento del CoP es medido y analizado para cuantificar la oscilación postural. (Winter, D.A., 2009).

Por otro lado dentro de los datos que se pueden obtener es la descomposición de las ondas que describen el CoP, rambling y trembling, las cuales son obtenidas a través de una evaluación cuantitativa, llamada posturografía. Típicamente, la posturografía, mide las oscilaciones de todo el cuerpo, los desplazamientos del CoG y CoP. Aunque el desplazamiento del CoP puede medirse fácilmente con una plataforma de fuerza, la medición directa de CoG es más complicada. Más comúnmente, el desplazamiento del CoG se determina indirectamente a partir del desplazamiento CoP (Lafond y Cols, 2004).

La posturografía cuantifica las oscilaciones de frecuencias y amplitudes diferentes y se pueden separar y ordenar estas diferentes oscilaciones por orden de frecuencia dando a cada una su amplitud, determinando así la energía relativa de cada componente. Esta técnica se conoce con el nombre de análisis de Fourier. Este sistema permite leer claramente la amplitud de las oscilaciones posturales según su frecuencia. Su inconveniente es que no señalan cuando una señal muestra una característica particular, ya que si en un determinado tiempo la frecuencia varía drásticamente, la transformada de Fourier (FT) barrerá completamente en el dominio del tiempo, eliminando cualquier característica específica de la señal. Por éste motivo, éste sistema es adecuado sólo si se quiere analizar señales donde todas las características en la señal están aproximadamente en la misma escala. Otro inconveniente de éste tipo de análisis es que muestra un gran componente de energía en las frecuencias bajas de los datos posturográficos, por lo que no es posible determinar con exactitud cuál es la real contribución de frecuencias a este nivel. (Gagey y Cols., 2001)

2.3 CONTROL POSTURAL EN ACV

Dentro de las secuelas, un ACV genera alteraciones sensitivas, perceptivas y motoras, siendo parte de estas últimas la hemiparesia, espasticidad y descoordinación, lo cual afecta la postura y locomoción. (Latash, M., 2008).

Dentro de las consecuencias generales motoras se encuentra la pérdida parcial del control voluntario de los músculos en la parte contralesional del cuerpo, la aparición de contracciones musculares reflejas mal controladas y espasmos, y la descoordinación que afecta a todas las acciones motrices para lograr la postura y locomoción (Dietz y Berger 1984; Diener y Cols 1993; Levin 1996; Kautz y Cols 2005).

Los problemas de equilibrio en pacientes con hemiparesia después del accidente cerebrovascular pueden ser causados por diferentes alteraciones en los sistemas fisiológicos, los cuales intervienen en el control postural, incluidos los aferentes sensoriales, las estrategias de los movimientos, las limitaciones biomecánicas, el procesamiento cognitivo y percepción de la verticalidad.

La más importante limitación biomecánica para mantener el equilibrio, es la calidad y el tamaño de la Base de Sustentación. En los pacientes con hemiparesia, la debilidad muscular y el deterioro del control de la extremidad inferior afectada, la disminución de la amplitud de movimiento, y el dolor puede dar lugar a cambios en la base de sustentación. Debido a lo anterior, para mantener la misma base de sustentación, los pacientes con accidente cerebrovascular predominantemente utilizan la estrategia de la cadera y el uso de la estrategia de tobillo en menor medida.

El centro de presión puede ser desplazado anteriormente en la pierna parética a causa de un desequilibrio muscular AP de la articulación del tobillo (pie equino). Existe una correlación positiva entre alteraciones de equilibrio y disminución de la fuerza de los miembros inferiores. Además, un mal control del tronco influye negativamente en el balance general. (Peurala SH. y Cols., 2007)

El deterioro del control de los músculos de las piernas lleva a problemas con la postura y la locomoción. En particular, los pacientes presentan una posición estrecha (los pies colocados demasiado cerca uno del otro en la dirección ML) y de la marcha de tijera. Ambas características contribuyen a la inestabilidad postural de los pacientes después del accidente cerebrovascular y que de esta forma sea más lenta su recuperación.

El control del tronco es probablemente mediado por ambos hemisferios. En relación a esto se sugirió la diferencia en el desplazamiento del tronco entre los pacientes con hemiparesia izquierda y derecha, apoyando la idea de que el hemisferio izquierdo juega un rol más importante que el del hemisferio derecho en el control del tronco. (Peurala SH, y Cols., 2007). Por lo tanto los sujetos con afección del hemisferio derecho, muestran un equilibrio estático más deteriorado que los sujetos con afección del hemisferio izquierdo. Lo cual fue objetivado al medir los desplazamientos del CoP, dando como resultado una mayor oscilación tanto en dirección ML como en dirección AP en sujetos con hemiparesia izquierda.

Las diferencias en el control de la postura que se observa en los pacientes con hemiparesia derecha o izquierda no puede ser debido a los mecanismos periféricos alterados, pero es probablemente un reflejo de las redes neuronales mayores, afectadas dentro hemisferios cerebrales. (Peurala SH y Cols., 2007)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación ha realizar en este estudio es de tipo experimental, con un enfoque cuantitativo y alcance comparativo.

3.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES

3.2.1. Variables Dependientes

- **Área de desplazamiento del CoP**

Conceptual: corresponde a la variación del desplazamiento total del CoP.

Operacional: es la variación del desplazamiento total del CoP durante la medición de los sujetos sobre el oscilógrafo postural.

- **Velocidad media del desplazamiento del CoP**

Conceptual: corresponde a la variación de la distancia del CoP en relación al tiempo.

Operacional: es la variación de la distancia del CoP en relación al tiempo durante la medición de los sujetos sobre el oscilógrafo.

- **Banda de frecuencia CoP: Fc 0,1 a 0,5 Hz**

Conceptual: corresponde al rango de frecuencia de operación del sistema sensorial visual, en relación a las amplitudes del CoP.

Operacional: es la amplitud de operación del Sistema visual adquirido sobre el oscilógrafo.

- **Banda de frecuencia CoP: Fc 0,5 - 1 Hz**

Conceptual: corresponde al rango de frecuencia de operación del sistema sensorial vestibular, en relación a las amplitudes del CoP.

Operacional: es la amplitud de operación del Sistema vestibular adquirido sobre el oscilógrafo.

- **Banda de frecuencia CoP: Fc 1 a 5 Hz**

Conceptual: corresponde al rango de frecuencia de operación del sistema somatosensorial, en relación a las amplitudes del CoP.

Operacional: es la amplitud de operación del Sistema somatosensorial adquirido sobre el oscilógrafo.

3.2.2. Variables Independientes

- Sujetos secuestrados de Accidente Cerebrovascular (ACV)

3.2.3. Variables intervinientes

- Haber recibido terapia física durante el periodo del estudio.
- El biotipo de los sujetos.
- Alteraciones no diagnosticadas de los sujetos a evaluar.
- Elementos distractores auditivos o visuales presentes al momento de tomar la muestra
- Condición climática y temperatura ambiente de Laboratorio de Análisis del Movimiento Humano, Universidad Andrés Bello, Sede Viña del Mar.

- Estado de concentración de los sujetos a evaluar.
- Ansiedad y miedo de los sujetos a la evaluación.

3.3. SUJETOS Y MUESTRA

En el estudio se consideró:

- Siete pacientes secueados de accidente cerebrovascular, mayores de 28 años, tratados en el Instituto de Neurorehabilitación Luis Krebs, Viña del Mar.
- Siete sujetos sanos, mayores de 28 años, reclutados de manera aleatoria dentro de las instalaciones de la Universidad Andrés Bello, elegidos de forma aleatoria.

3.3.1 Criterios de inclusión para sujetos secueados de ACV:

- Sujetos con hemiparesia derecha o izquierda.
- Sujetos sin alteración cerebelosa y vestibular.
- Sujetos secueados de accidente cerebrovascular no en fase aguda.
- Sujetos secueados de accidente cerebrovascular con control de tronco en sedente.
- Sujetos secueados de accidente cerebrovascular que toleren la posición bípeda.

- Sujetos secueledos de accidente cerebrovascular sin trastornos perceptivos.
- Sujetos secueledos de accidente cerebrovascular que no utilicen OTP.
- Sujetos secueledos de accidente cerebrovascular con trastorno sensorio perceptivo.
- Sujetos que presenten índice de Barthel mayor a 60 puntos (Anexo)
- Sujetos que presenten minimal mayor a 27 puntos (Anexo)

3.3.2. Criterios de exclusión para sujetos secueledos de ACV:

- Sujetos con alteración cerebelosa y vestibular.
- Sujetos secueledos de accidente cerebrovascular en fase aguda.
- Sujetos secueledos de accidente cerebrovascular sin control de tronco en sedente.
- Sujetos secueledos de accidente cerebrovascular que no toleren la posición bípeda.
- Sujetos secueledos de accidente cerebrovascular con trastornos perceptivos
- Sujetos secueledos de accidente cerebrovascular que utilicen OTP en MI.
- Sujetos secueledos de accidente cerebrovascular con trastorno sensorio perceptivo.
- Sujetos con fijación quirúrgica de alguna articulación del MI.
- Sujetos con malformaciones o deformidades articulares.
- Sujetos que posean alguna enfermedad degenerativa.

3.3.3. Criterios de inclusión para sujetos sanos

- Sujetos mayores de 28 años.
- Sujetos sin lesiones actuales de extremidades inferiores
- Sujetos sin lesiones de extremidad inferior con tiempo de evolución menores a 6 meses.
- Sujetos que no utilicen ayudas técnicas.
- Sujetos sin alteraciones vestibulares y cerebelosas.
- Sujetos sin alteraciones sensorio perceptivas.

3.3.4. Criterios de exclusión para sujetos sanos:

- Sujetos menores de 28 años
- Sujetos con lesiones actuales de extremidades inferiores.
- Sujetos con lesiones de extremidad inferior con tiempo de evolución menores a 6 meses
- Sujetos que utilicen ayudas técnicas.
- Sujetos con alteraciones vestibulares y cerebelosas.
- Sujetos con alteraciones sensorio perceptivas.

3.4. INSTRUMENTOS Y PROTOCOLO

Se darán a conocer los instrumentos utilizados, para la obtención de las variables antes mencionadas. Detallando cada paso realizado para la medición y posterior procesamiento de los datos.

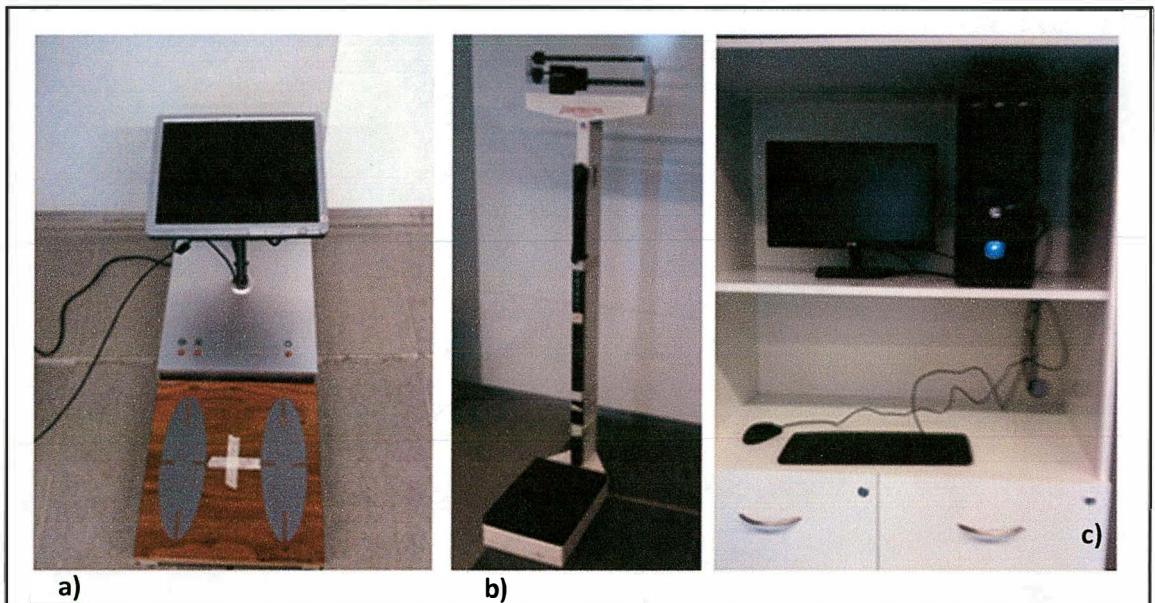


Ilustración 2: Instrumentos utilizados para la obtención de datos. a) Posturógrafo (marca Artificio, modelo Rev- 0610); b) Balanza (marca seca, modelo 711); c) Ordenador (marca Hewñett Packard con sistema operativo Windows 98)

3.5 PROCESO DE MEDICIÓN

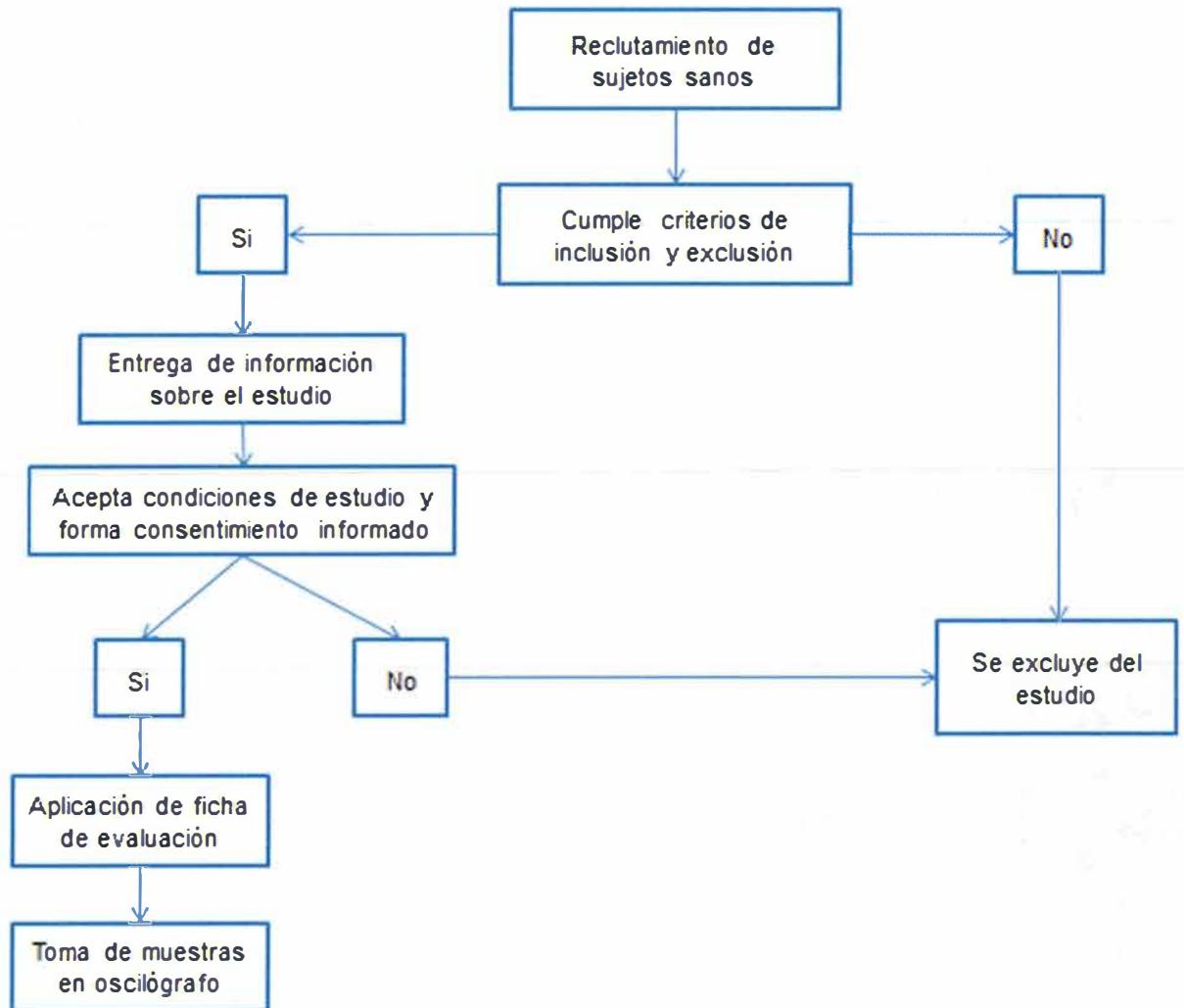
3.4.1. Protocolo experimental

A continuación se describe el protocolo de evaluación.

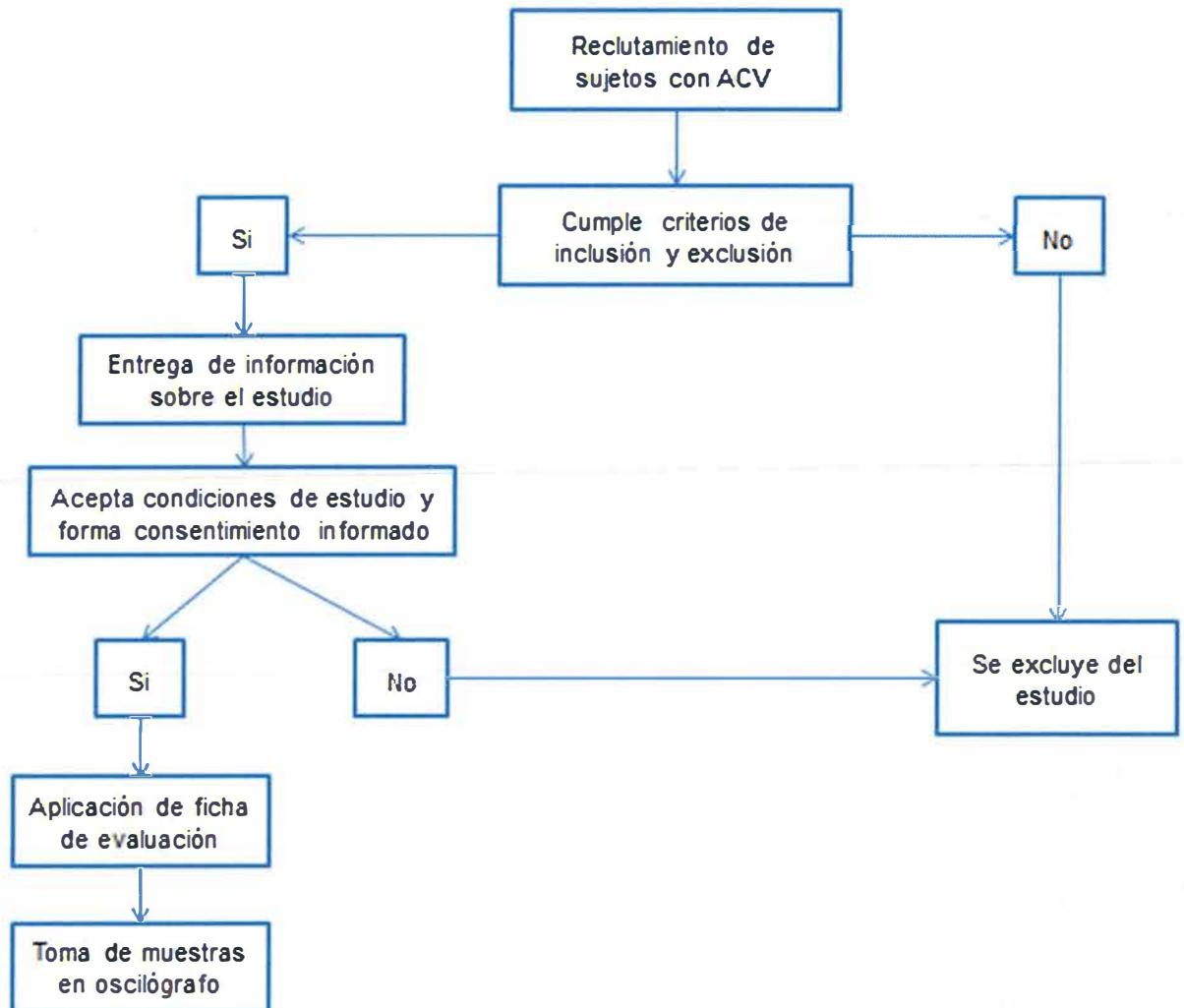
Previo a la evaluación se requirió del consentimiento del sujeto a evaluar a través de la firma de un consentimiento informado y la aplicación de un cuestionario para recabar datos relevantes y de esta manera determinar la inclusión o exclusión del sujeto evaluado. El proceso de captación y evaluación de sujetos se llevó a cabo en los laboratorios de kinesiología de la Universidad Andrés Bello sede Viña del Mar.

Se explicó a los sujetos el procedimiento de la prueba a realizar: el sujeto se posicionó sobre la plataforma de posturografía, en postura bípeda, con pies alineados a la altura de los hombros, manos a los lados y mirando al frente. Se siguió el protocolo de posturografía donde se hizo una medición de un minuto y medio. Para dar inicio el sujeto debe disminuir el diámetro del círculo que aparece en la pantalla hasta que se vuelva de color rojo, a continuación debe mantenerse con vista al frente observando una marca predeterminada hasta que posturógrafo finalice la toma de muestra. Antes de ejecutar cada evaluación se realiza un ensayo.

Esquema 1: Protocolo experimental reclutamiento sujetos sanos



Esquema 2: Protocolo experimental reclutamiento sujetos con ACV



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. COMPROBACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL DE LAS MUESTRAS

Primeramente se realizó un análisis con la prueba estadística de ShapiroWilk, la cual es utilizada para verificar si existe normalidad de un conjunto de datos. Esta prueba es usada cuando el tamaño de la muestra es menor a 50. Luego de realizar esta prueba se concluye que todas las variables tienen una distribución no normal, con excepción del área del CoP que obtuvo una distribución normal.

Análisis Descriptivo

A continuación se presenta un análisis descriptivo de los datos, mediante tablas y gráficos, para tener una primera impresión sobre el comportamiento de las variables del estudio.

| | Variables | | | |
|----------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|
| Tipo de sujeto | Promedio Área (m ²) | Promedio Velocidad (m/seg) | Sd Área (m ²) | Sd velocidad (m/seg) |
| Sano | 0,2284 m ² | 0,0106 m/seg | 0,0057 m ² | 0,0189 m/seg |
| Con ACV | 0,0240 m ² | 0,2733 m/seg | 0,0031 m ² | 0,0054 m/seg |
| Total general | 0,1262 m ² | 0,1420 m/seg | 0,0018 m ² | 0,0018 m/seg |

Tabla 1.- Promedio y desviación estándar de área y velocidad del CoP en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV

Se puede apreciar que los sujetos sanos presentan, en promedio, un área del centro de presión mucho mayor en comparación a los sujetos con ACV. En cambio, la velocidad del centro de presión es menor, en promedio, para los sujetos sanos y mayor para sujetos con ACV.

| RMS AP | Banda de frecuencia A-P | | | | | |
|----------------|-------------------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Tipo de sujeto | Prom 0,1-0,5 Hz | Prom 0,5-1,0 Hz | Prom 1,0-5,0 Hz | Sd 0,1-0,5 Hz | Sd 0,5-1,0 Hz | Sd 1,0-5,0 Hz |
| Sano | 11,3189 Hz | 5,2008 Hz | 1,0802 Hz | 0,7212 Hz | 0,61378 Hz | 0,0990 Hz |
| Con ACV | 21,9719 Hz | 9,5267 Hz | 2,4080 Hz | 1,2535 Hz | 1,3281 Hz | 0,3392 Hz |
| Total general | 16,6454 Hz | 7,3638 Hz | 1,7441 Hz | 0,3763 Hz | 0,5051 Hz | 0,1698 Hz |

Tabla 2.- Promedio de RMS en el desplazamiento AP según banda de frecuencia en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV

Para el desplazamiento antero posterior, en general el promedio de rms disminuye en cuanto aumentan los valores de las bandas de frecuencia. Pero además, si se observa cada banda de frecuencia en particular, en promedio, el rms para sujetos con ACV es bastante superior a los sujetos sanos.

| RMS ML | Banda de frecuencia M-L | | | | | |
|----------------|-------------------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Tipo de sujeto | Prom 0,1-0,5 Hz | Prom 0,5-1,0 Hz | Prom 1,0-5,0 Hz | Sd 0,1-0,5 Hz | Sd 0,5-1,0 Hz | Sd 1,0-5,0 Hz |
| Sano | 5,5480 Hz | 2,4257 Hz | 0,4829 Hz | 1,1291 Hz | 0,4461 Hz | 0,1252 Hz |
| Con ACV | 14,8596 Hz | 5,3438 Hz | 1,1457 Hz | 2,5185 Hz | 1,2521 Hz | 0,1909 Hz |
| Total general | 10,2038 Hz | 3,8848 Hz | 0,8143 Hz | 0,9824 Hz | 0,5699 Hz | 0,0465 Hz |

Tabla 3.- Promedio y desviación estándar de RMS en el desplazamiento ML según banda de frecuencia en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV

Se observa en la tabla 3 que, el promedio de rms en el desplazamiento ML, es bastante similar al caso anterior (AP). En cada banda de frecuencia las

personas sanas tienen un promedio de RMS mucho menor al de personas con ACV

A continuación, para continuar con el análisis descriptivo, se presentan gráficos de caja o boxplot para comparar las distintas variables según sujetos sanos o con ACV. Este tipo de gráficos muestra desde abajo hacia arriba: el valor mínimo, el cuartil 1 (donde se acumula el 25% de los datos), la mediana (donde se acumula el 50% de los datos), el cuartil 3 (donde se acumula el 75% de los datos) y el valor máximo para cada muestra. Además, los puntos atípicos son graficados fuera de este rango, por estar muy alejados de la media. Por lo tanto, si una caja se encuentra alejada con la otra respecto al eje Y, entonces tendremos un primer indicio de que las medias son distintas entre sujetos sanos y sujetos con ACV.

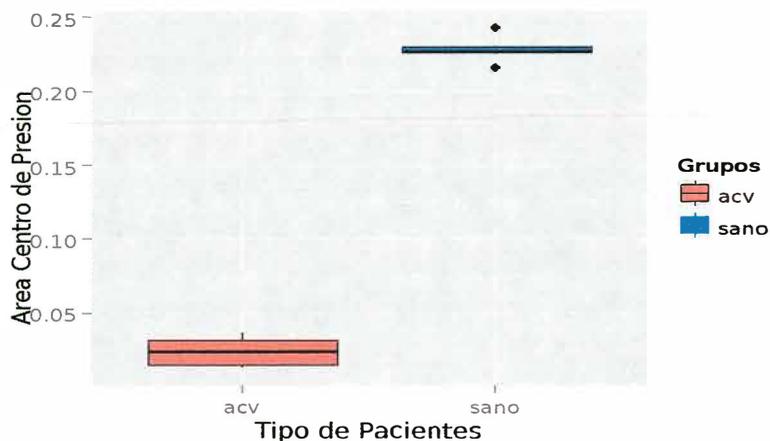


Gráfico 1.- Boxplot para el promedio del área del CoP en sujeto sanos y sujetos secuestrados de ACV. Existe una diferencia significativa entre el promedio de área de CoP entre sujetos sanos y con ACV. Se evidencia mayor dispersión de datos en sujetos con ACV en comparación a sujetos sanos.

Si se observa el (gráfico 1), se puede notar claramente que los promedios del área del centro de presión en sujetos sanos están bastante alejados respecto

de los sujetos con ACV. Se identifican además, 2 puntos atípicos para el promedio del centro del área de presión en sujetos sanos.

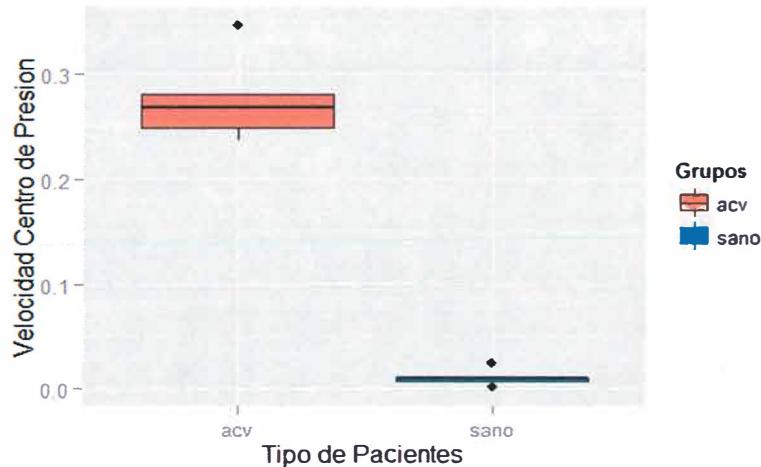


Gráfico 2.- Gráfico Boxplot para el promedio de velocidad del CoP en sujetos sanos y sujetos con ACV. Existe una diferencia significativa entre el promedio de velocidad de CoP entre sujetos sanos y con ACV. Se evidencia mayor dispersión de datos en sujetos con ACV en comparación a sujetos sanos.

Para el promedio de velocidad del centro de presión, las cajas igualmente están bastante separadas. En este caso esta variable es mucho menor en sujetos sanos en comparación a sujetos con ACV. Se detectaron 2 puntos atípicos en sujetos sanos y 1 punto atípico en sujetos con ACV.

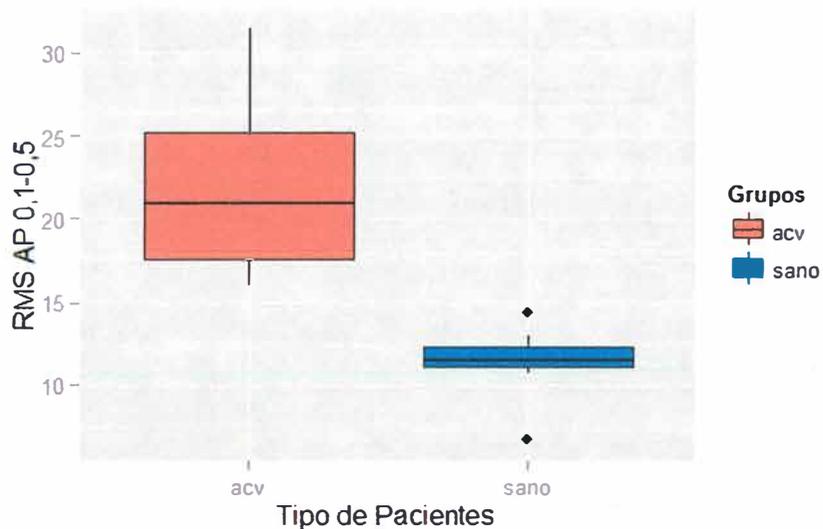


Gráfico 3.- Boxplot para el promedio de RMS AP con banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV. Existe evidencia significativa en la banda de frecuencia 0,1- 0,5 Hz en dirección AP, donde hay mayor dispersión de datos en sujetos con ACV. Mayor cantidad de datos en sujetos sanos se encuentra en el tercer cuartil.

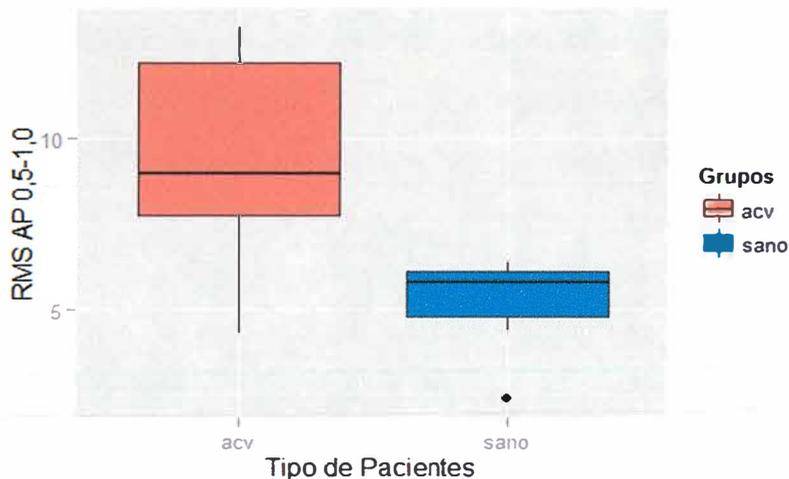


Gráfico 4.- Boxplot para el promedio de RMS AP con banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV. Existe evidencia significativa en la banda de frecuencia 0,5- 1,0 Hz en dirección AP, donde hay

mayor dispersión de datos en sujetos con ACV los cuales se ven concentrados en el tercer cuartil. Mayor cantidad de datos en sujetos sanos se encuentra en el segundo cuartil.

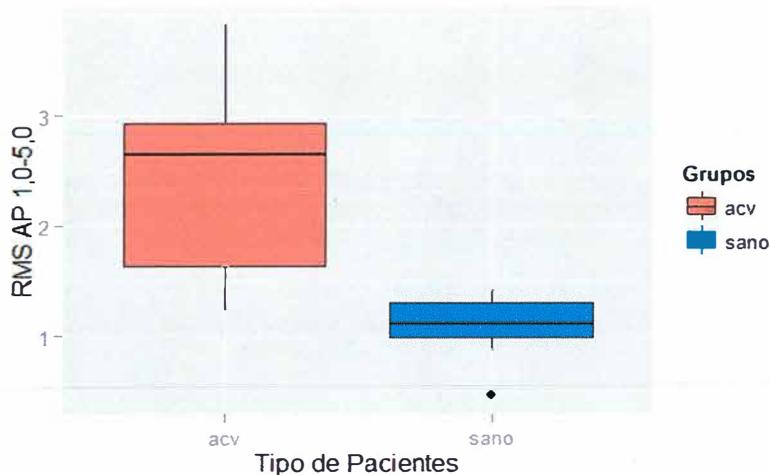


Gráfico 5.- Gráfico Boxplot para el promedio de RMS AP con banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV. Existe evidencia significativa en la banda de frecuencia 1,0- 5,0 Hz en dirección AP, donde hay mayor dispersión de datos en sujetos con ACV quienes tienen mayor concentración de datos en el segundo cuartil.

Si se observan los gráficos (3, 4 y 5), se puede apreciar que en las 3 bandas de frecuencia, la variable rms antero posterior tiene un comportamiento similar. Para los sujetos con ACV, este índice resultó ser mayor en comparación con sujetos sanos. Además, los sujetos con ACV tienen una mayor variabilidad en sus mediciones, es por esto que las cajas son mucho más anchas si se comparan con las de sujetos sanos.

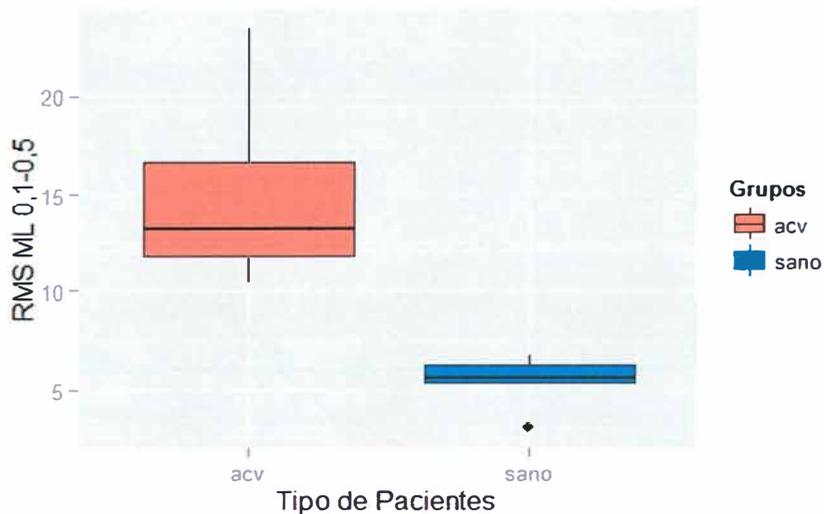


Gráfico 6.- Boxplot para el promedio de RMS ML con banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz en sujetos sanos y sujetos secuelados de ACV. Existe diferencia significativa en la banda de frecuencia 0,1- 0,5 Hz en dirección ML, donde hay mayor dispersión de datos en sujetos con ACV con dispersión de datos en tercer y cuarto cuartil.

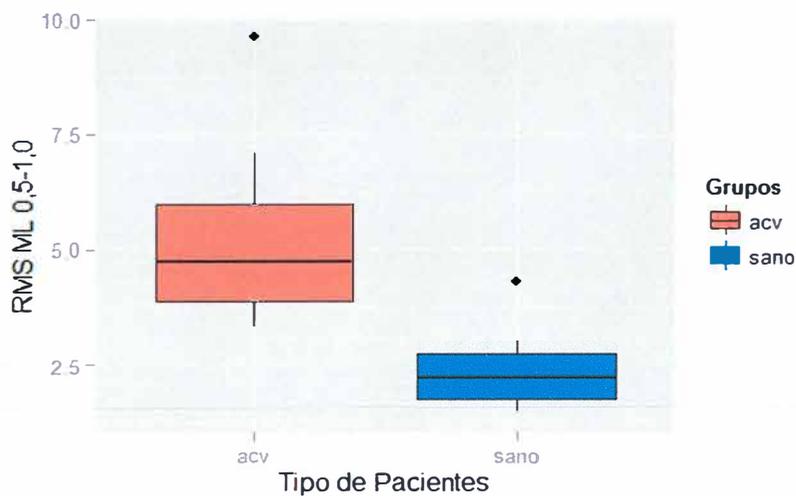


Gráfico 7.- Gráfico Boxplot para el promedio de RMS ML con banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secuelados de ACV.

Existe diferencia significativa entre ambos grupos de estudio

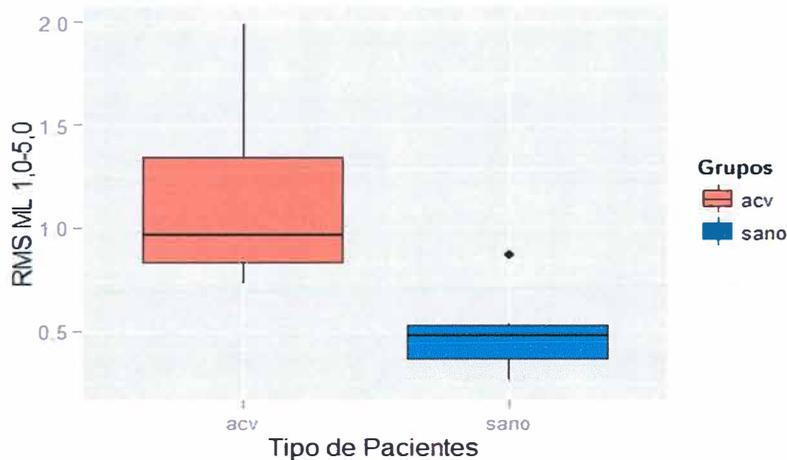


Gráfico 8.- Gráfico Boxplot para el promedio de RMS ML con banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV. Se observa diferencia significativa entre ambos grupos de estudio. Mayor dispersión de datos en grupo de sujetos con ACV donde se encuentran mayormente en tercer cuartil.

Los gráficos (6, 7 y 8), presentan un comportamiento bastante similar a los gráficos 3, 4 y 5. Es decir, los promedios de la variable RMS ML en sus distintas bandas de frecuencia, resultaron ser mayor en sujetos con ACV en comparación a los sujetos sanos. Además los sujetos con ACV tienen una mayor variabilidad, por ende, una caja más ancha.

El análisis descriptivo, arrojó en general grandes diferencias en las mediciones de las distintas variables, si se comparan sujetos sanos y sujetos con ACV. Sin embargo, no se sabe aún sobre la significancia estadística de estas diferencias. Para esto, se realizarán a continuación pruebas de hipótesis para comparar estas dos muestras. Se espera que los resultados obtenidos en estos test, tengan consecuencia con las diferencias observadas en este primer análisis exploratorio.

Pruebas de Hipótesis para la diferencia de medias entre sujetos sanos y sujetos con ACV en las distintas variables.

El test más usado y efectivo para comparar medias entre dos muestras es el test T de Student. Pero este test, necesita cumplir el supuesto de que cada una de las muestras proviene de una distribución normal. Sin embargo, la única variable que cumple con este supuesto, es el área del centro de presión.

Por lo tanto, se utilizará este test para comparar la media del área del centro de presión entre sujetos sanos y con ACV. Para el resto de las variables (velocidad, RMS AP y RMA ML) se utilizará un Test de rangos de signos de Mann-Whitney.

El nivel de significancia a utilizar será del 5% para todas las comparaciones.

Prueba de Hipótesis para la diferencia de medias del área del CoP entre sujetos sanos y con ACV

Sea X: Promedio del área del CoP de sujetos sanos

Sea Y: Promedio del área del CoP de sujetos con ACV

$$H_0: \mu_x = \mu_y$$

$$H_1: \mu_x \neq \mu_y$$

| Resultados Prueba T de Student | | | |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------|
| gl | Estadístico t | Dif. De medias | p-valor |
| 12 | 41,496 | 0,2044 | 0,000 |

Tabla 4. Prueba T Student, para la diferencia de medias del área del CoP

Debido a que el p-valor es claramente menor al nivel de significancia de 0,05, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, existe evidencia estadística suficiente

para inferir que la media del área del centro de presión para sujetos sanos es distinta en comparación a sujetos con ACV.

Como se mencionó anteriormente, en las siguientes pruebas de hipótesis se utilizará el test de rangos de signos de Mann-Whitney para muestras independientes.

Prueba de Hipótesis para la diferencia de medias de la velocidad del CoP entre sujetos sanos y con ACV

Sea X: Promedio de la velocidad del CoP de sujetos sanos

Sea Y: Promedio de la velocidad del CoP de sujetos con ACV

$$H_0: \mu_X = \mu_Y$$

$$H_1: \mu_X \neq \mu_Y$$

| Resultados Test de Mann-Withney | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|---------|
| Sujetos | Tamaño muestral | Rango promedio | Suma de rangos | U de Mann-Withney | p-valor |
| Sanos | 7 | 4 | 28 | 0,000 | 0,002 |
| ACV | 7 | 11 | 77 | | |

Tabla 5: Test de U de Mann-Withney para la diferencia de medias de la velocidad del CoP en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV

Debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia de 0,05, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, existe evidencia estadística suficiente para inferir que la media de la velocidad del CoP para sujetos sanos es distinta en comparación a sujetos con ACV.

Prueba de Hipótesis para la diferencia de medias del RMS AP para la banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz entre sujetos sanos y con ACV

Sea X: Promedio del RMS AP para la banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz de sujetos sanos

Sea Y: Promedio del RMS AP para la banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz de sujetos con ACV

$$H_0: \mu_X = \mu_Y$$

$$H_1: \mu_X \neq \mu_Y$$

| Resultados Test de Mann-Whitney | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|---------|
| Sujetos | Tamaño muestral | Rango promedio | Suma de rangos | U de Mann-Whitney | p-valor |
| Sanos | 7 | 4 | 28 | 0,000 | 0,002 |
| ACV | 7 | 11 | 77 | | |

Tabla 6. Test de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para las bandas de frecuencia 0,1-0,5 Hz en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV.

Debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia de 0,05, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, existe evidencia estadística suficiente para inferir que la media del RMS AP en la banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz para sujetos sanos es distinta en comparación a sujetos con ACV.

Prueba de Hipótesis para la diferencia de medias del RMS AP para la banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz entre sujetos sanos y con ACV

Sea X: Promedio del RMS AP para la banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz de sujetos sanos

Sea Y: Promedio del RMS AP para la banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz de sujetos con ACV

$$H_0: \mu_X = \mu_Y$$

$$H_1: \mu_X \neq \mu_Y$$

| Resultados Test de Mann-Whitney | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|---------|
| Sujetos | Tamaño muestral | Rango promedio | Suma de rangos | U de Mann-Whitney | p-valor |
| Sanos | 7 | 4,86 | 34 | 6 | 0,018 |
| ACV | 7 | 10,14 | 71 | | |

Tabla 7. Test de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para la banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV

Debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia de 0,05, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, existe evidencia estadística suficiente para inferir que la media del RMS AP en la banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz para sujetos sanos es distinta en comparación a sujetos con ACV.

Prueba de Hipótesis para la diferencia de medias del RMA AP para la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz entre sujetos sanos y con ACV

Sea X: Promedio del RMS AP para la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz de sujetos sanos

Sea Y: Promedio del RMA AP para la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz de sujetos con ACV

$$H_0: \mu_X = \mu_Y$$

$$H_1: \mu_X \neq \mu_Y$$

| Resultados Test de Mann-Whitney | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|---------|
| Sujetos | Tamaño muestral | Rango promedio | Suma de rangos | U de Mann-Whitney | p-valor |
| Sanos | 7 | 4,57 | 32 | 4 | 0,009 |
| ACV | 7 | 10,43 | 73 | | |

Tabla 8. Test de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV

Debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia de 0,05, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, existe evidencia estadística suficiente para inferir que la media del RMS AP en la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz para sujetos sanos es distinta en comparación a sujetos con ACV.

Prueba de Hipótesis para la diferencia de medias del RMS ML para la banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz entre sujetos sanos y con ACV

Sea X: Promedio del RMS ML para la banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz de sujetos sanos

Sea Y: Promedio del RMS ML para la banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz de sujetos con ACV

$$H_0: \mu_X = \mu_Y$$

$$H_1: \mu_X \neq \mu_Y$$

| Resultados Test de Mann-Whitney | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|---------|
| Sujetos | Tamaño muestral | Rango promedio | Suma de rangos | U de Mann-Whitney | p-valor |
| Sanos | 7 | 4 | 28 | 0,000 | 0,002 |
| ACV | 7 | 11 | 77 | | |

Tabla 9. Test de signos de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para la banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV

Debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia de 0,05, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, existe evidencia estadística suficiente para inferir que la media del RMS ML en la banda de frecuencia 0,1-0,5 Hz para sujetos sanos es distinta en comparación a sujetos con ACV.

Prueba de Hipótesis para la diferencia de medias del RMS ML para la banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz entre sujetos sanos y con ACV

Sea X: Promedio del RMS ML para la banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz de sujetos sanos

Sea Y: Promedio del RMS ML para la banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz de sujetos con ACV

$H_0: \mu_X = \mu_Y$

$H_1: \mu_X \neq \mu_Y$

| Resultados Test de Mann-Whitney | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|---------|
| Sujetos | Tamaño muestral | Rango promedio | Suma de rangos | U de Mann-Whitney | p-valor |
| Sanos | 7 | 4,29 | 32 | 2 | 0,004 |
| ACV | 7 | 10,71 | 73 | | |

Tabla 10. Test de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para la banda de frecuencia 0,5 – 1,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV

Debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia de 0,05, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, existe evidencia estadística suficiente para inferir que la media del RMS ML en la banda de frecuencia 0,5-1,0 Hz para sujetos sanos es distinta en comparación a sujetos con ACV.

Prueba de Hipótesis para la diferencia de medias del RMS ML para la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz entre sujetos sanos y con ACV

Sea X: Promedio del RMS ML para la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz de sujetos sanos

Sea Y: Promedio del RMS ML para la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz de sujetos con ACV

$$H_0: \mu_X = \mu_Y$$

$$H_1: \mu_X \neq \mu_Y$$

| Resultados Test de Mann-Whitney | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|---------|
| Sujetos | Tamaño muestral | Rango promedio | Suma de rangos | U de Mann-Whitney | p-valor |
| Sanos | 7 | 4,29 | 30 | 2 | 0,004 |
| ACV | 7 | 10,71 | 75 | | |

Tabla 11. Test de U de Mann-Whitney para la diferencia del RMS AP para la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz en sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV

Debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia de 0,05, se rechaza la hipótesis nula. Es decir, existe evidencia estadística suficiente para inferir que la media del RMS ML en la banda de frecuencia 1,0-5,0 Hz para sujetos sanos es distinta en comparación a sujetos con ACV.

| Sujetos | Área CoP m ² | Velocidad CoP m/seg | RMS Antero Posterior | | | RMS Medio Lateral | | |
|--------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|---------------|
| | | | 0,1-0,5 Hz | 0,5-1,0 Hz | 1,0-5,0 Hz | 0,1-0,5 Hz | 0,5-1,0 Hz | 1,0-5,0 Hz |
| Sanos | 0,2284 m ² | 0,0106 m/seg | 11,318 9 Hz | 5,2008 Hz | 1,080 2 Hz | 5,5480 Hz | 2,4257 Hz | 0,482 9 Hz |
| Con ACV | 0,0240 m ² | 0,2733 m/seg | 21,971 9 Hz | 9,5267 Hz | 2,408 0 Hz | 14,859 6 Hz | 5,3438 Hz | 1,145 7 Hz |
| Diferencia Significativa | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI |

Tabla 12.- Tabla resumen de promedios y diferencias significativas para las distintas variables según sujetos sanos y con ACV

La tabla 12 resume los promedios de cada variable según sujetos sanos y con ACV, y también si existen diferencias significativas entre ambos grupos. Se puede apreciar que, absolutamente todas las variables arrojaron diferencias significativas. Por lo tanto, se concluye que los sujetos con ACV presentan índices muy distintos en comparación a los sujetos sanos. Se puede corroborar que estos resultados, tienen una congruencia con las tablas y gráficos boxplot mostrados en el análisis descriptivo, en donde ya se evidenciaba estas diferencias.

4.2 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1. Al considerar que la muestra de sujetos con ACV y sujetos sanos es muy reducida los resultados obtenidos no pueden ser extrapolados a la población general. pero si podrían ser extrapolados a una población que tenga similares criterios de inclusión y exclusión.

2. El ambiente en donde se obtuvo el registro de la muestra pudo presentar distractores visuales y auditivos para los sujetos, debido a que los instrumentos utilizados para las evaluaciones no se encuentran en un lugar aislado. Induciendo a posibles errores en la recolección de datos.

3. al utilizar instrumentos de evaluación no conocidos por la mayoría de los sujetos a evaluar, estos presentaban mayor grado ansiedad y nerviosismo al momento de tomar la muestra, a pesar de recibir explicación previa. Esto pudo influir directamente en el registro de datos.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

En este capítulo se someterán a discusión los resultados obtenidos en este estudio, y los de investigaciones previas.

Los problemas de equilibrio en pacientes con hemiparesia después sufrir un accidente cerebrovascular pueden ser causados directa o indirectamente por alteraciones en los sistemas que intervienen en el control postural, incluidos los aferentes sensoriales, las estrategias de los movimientos, procesamiento cognitivo y percepción de la verticalidad. Además sujetos secuestrados de ACV presentan impedimentos sensoriomotores, dificultad para activar los músculos apropiados en el patrón y la secuencia idónea para la realización de una acción y disminución de la coordinación de movimientos entre las articulaciones adyacentes. (Mindy F., 2000) Lo descrito anteriormente puede influir sobre el control postural y puede verse representado en los resultados obtenidos en este estudio.

5.1 DESPLAZAMIENTO ANTERO POSTERIOR

El análisis del promedio de la magnitud de las bandas de frecuencias desde 0,1 Hz a 5 Hz, muestra que el promedio de desplazamiento AP en relación al ML es mayor en ambos grupos de estudio, comportándose de igual manera en todas las frecuencias analizadas. Este resultado podría ser explicado a partir de la base biomecánica de la articulación tibiofibuloastragalina, que es de tipo bisagra o troclear, la cual presenta un comportamiento de movilidad que se favorece en el plano sagital, ya que los desplazamientos en el plano frontal están dados por la articulación subastragalina. Lo anterior se relaciona con el modelo de péndulo invertido propuesto por Winter quien representa el cuerpo humano en postura bípeda como un sistema de fuerzas que se balancea en dirección antero posterior.

5.2 MAGNITUD DE BANDAS DE FRECUENCIA

A través de análisis de datos, se ha observado un incremento en las frecuencias de los tres sistemas sensoriales, para los pacientes secuestrados de ACV, correspondiente al sistema visual, vestibular y somatosensorial, mediante los cuales se lleva a cabo el control postural. Recordando que el sistema visual se analiza en una amplitud de frecuencia de 0,1-0,5 Hz, Vestibular 0,5-1,0 y somatosensorial 1,0 a 5,0.

La evidencia indica que la excesiva dependencia de entrada visual podría ser una respuesta compensatoria adaptativa para suplir la alteración somatosensorial que compromete el correcto control del equilibrio.(Barros de Oliveira C y Cols, 2008). Lo cual es reafirmado por los estudios realizados por Redfern en 1994, explicando que cuando existe una reducción de la propiocepción, es común encontrar una mayor dependencia de las señales visuales y vestibulares para el control postural.

5.3 ÁREA DE DESPLAZAMIENTO DE CoP

Es necesario mencionar que existen cambios posturales a medida que avanza la edad. En relación a esto, Freitas y cols. 2005, encontraron que personas de edad avanzada tienden a mostrar un comportamiento opuesto en comparación con adultos jóvenes al estar de pie durante tiempo prolongado. Esto se debía a que las personas mayores producen menores cambios posturales de gran amplitud en comparación con adultos jóvenes, específicamente las personas de edad avanzada producen patrones de cambios más pequeños que dan lugar a un menor número de patrones del CoP. Prado y Duarte 2009, mencionan que las personas mayores presentan menores cambios posturales debido a la movilidad reducida y en concreto debido a la imposibilidad de uso de la carga y descarga y de mecanismo de transferir el peso de una pierna a otra. Este planteamiento justificaría la razón de porque el

área de desplazamiento del CoP es menor con respecto a sujetos sanos (Clarissa Barros de Oliveira y Cols, 2008).

En cuanto al análisis de los resultados, la base de sustentación en sujetos secuestrados de ACV es siempre mayor en comparación a sujetos sanos, sin embargo el área de desplazamiento que ellos utilizan es menor. Esta disminución de área puede estar fundamentada en la sobreutilización del hemi-cuerpo sano como mecanismo compensatorio. La falta de estímulos, información propioceptiva y respuesta del hemi-cuerpo parético, llevan a los sujetos a transferir su peso al lado sano. Sin embargo, es una conclusión imposible de comprobar a través del método utilizado en este estudio, ya que la toma de datos no entrega información de cada extremidad en particular, sino que de la base de sustentación en su totalidad.

5.4 VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DE CoP

En relación a la velocidad de desplazamiento del CoP, se observa una diferencia significativa entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV, esto puede ser debido a que en condiciones normales cuando las personas no están obligadas a estar de pie lo más quietas posibles, tienden a adoptar posturas asimétricas y a cambiar de posición periódicamente, por lo cual adoptan posturas corporales fijas en ciertos periodos de tiempo. Sin embargo en la posición de pie, existe un balanceo continuo de baja y lenta amplitud, y es comúnmente interrumpido por cambios posturales caracterizados por movimientos corporales rápidos y gruesos (Shimba, T. 1984). En pacientes secuestrados de ACV se encontrarán mayor cantidad de ajustes posturales para mantener el equilibrio, ya que el área en la que excursiona el CoP para mantenerse en posición bípeda es más reducida, posiblemente debido a que gran parte del peso del cuerpo recae en la extremidad sana. Por lo tanto el sistema neuromuscular actúa de sobremanera, siendo mucho más rápido,

generando mayor frecuencia de oscilaciones para todos los rangos los que van desde 0,1 a 5 Hz. Gracias a los ajustes posturales que logran realizar es posible evitar la pérdida del equilibrio y como consecuencia disminuir el riesgo de caída, que a pesar de estas compensaciones, es mayor en sujetos secuestrados de ACV en comparación a sujetos sanos.

Según la teoría, las respuestas posturales son gatilladas por cuatro tipos de entradas (Mientjes y Cols., 1999; Alexander y Cols., 1998): Propioceptivas, las cuales reciben información de los cambios de longitud y tensión de los músculos; Receptores vestibulares, aportando sensibilidad a través de los movimientos de la cabeza, respecto a la gravedad; Aferencias visuales, que detectan los movimientos en el piso al variar las aferencias sensoriales al sujeto y permiten una orientación relativa con el horizonte y Receptores cutáneos que detectan y señalan las fuerzas de cizallamiento de la piel, en este caso de la piel de los pies respecto al suelo.

Las aferencias mencionadas son absolutamente necesarias para mantener la postura, las cuales obligan a generar ajustes, los que deben ser integrados con los movimientos voluntarios del SNC, utilizando circuitos espinales, troncoencefálicos y corticales. Por lo tanto estos tres niveles de control motor deben estar interconectados y de esta forma permitir variación de las respuestas motoras y la coordinación. (Calderón, 1998; Radebold, 2001). Estos niveles de control motor son:

Nivel Espinal, el cual utiliza receptores propioceptivos de husos musculares y órganos tendinosos de Golgi; Tronco Cerebral que coordina señales visuales, vestibulares, cutáneas, articulares y musculares para integrar la actividad en las diversas partes del cuerpo, adaptar el tono muscular y conseguir el equilibrio. Y el Nivel Cortical, encargado de la programación cognitiva, basada en la repetición y almacenamiento de comandos que lideran ajustes voluntarios.

Por lo tanto el control postural depende de un sistema de entrada que recoge información, un centro de integración que recibe, discrimina y elabora, y un sistema efector que permite las respuestas adecuadas para mantener la postura (Horak F., 1997). Es por esto que cualquier alteración en estos tres eslabones puede manifestarse en una alteración del Control Postural (Horak F, 1997; Gagey y Cols, 2001).

Por otra parte el control postural depende significativamente de las variaciones del centro de presión, sustentado por los estudios de Duarte y Zatsiorsky (1999, 2000), quienes proponen un método basado teóricamente en la descomposición de la trayectoria del CoP, en un componente Supraespinal único y un componente reflejo espinal. Donde el componente supraespinal (Rambling) representa la migración de la posición de reposo del centro de presión y el componente reflejo espinal (Trembling) indica fluctuaciones alrededor de esa posición de reposo. (Shumway-Cook A y Cols, 1995.) Por lo tanto luego del análisis de datos y la comparación entre sujetos sanos y secuestrados de ACV, dando como resultado diferencias significativas en relación a los sistemas visual, vestibular y somatosensorial y al nivel correspondiente de control, que en este caso correspondería al Nivel Tronco Cerebral, se correspondería éste con el componente Supraespinal, por lo tanto se puede inferir que el sistema alterado sería Rambling y en menor medida Trembling. Avalado por el estudio de Peurala SH y Cols quienes afirman que las diferencias en el control de la postura que se observa en los pacientes con hemiparesia derecha o izquierda no puede ser debido a los mecanismos periféricos alterados, pero es probablemente un reflejo de las redes neuronales mayores, afectadas dentro hemisferios cerebrales. (Peurala SH y Cols. 2007).

CAPÍTULO VI: CONCLUSIÓN

Para lograr el control postural adecuado y mantener la posición bípeda es necesario contar con un eficiente funcionamiento de los sistemas que integran este control: sistema visual, vestibular y somatosensorial, dirigidos de forma armónica por el SNC, específicamente Nivel Espinal, Tronco cerebral y Cortical. En un contexto patológico el SNC, pierde la capacidad de estructurar el funcionamiento del control postural, a través del control motor.

A partir de un análisis de datos posturográficos se hacen tangibles la hipótesis que hacen referencia a un comportamiento discrepante entre el CoP de sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV. Dichos datos son avalados por la literatura a través de evidencia científica en cuanto a la fisiopatología del ACV, y el comportamiento de un sistema integral ante los estímulos del medio. De modo que teorías tales como las expuestas por los autores mencionados en el presente estudio, se encuentran ratificadas por los resultados obtenidos en esta investigación.

Los resultados obtenidos muestran diferencias significativas en las variables del CoP, entre sujetos sanos y sujetos secuestrados de ACV, lo cual es confirmado con la literatura que expone las alteraciones que ocurren en sujetos que han sufrido algún evento cerebrovascular.

Se considera que el interés por el comportamiento del CoP en sujetos secuestrados de ACV, y los estudios enfocados en este tema, son un factor de alta relevancia para el desarrollo del conocimiento del control motor en patologías del Sistema Nervioso, y junto con esto la inversión de los conocimientos adquiridos a favor de posibles tratamientos para una de las patologías más comunes y estadísticamente de mayor relevancia a nivel Mundial.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

1. Anne Shumway-Cook, Ph.D. 1995 .Control Motor, Teorías y aplicaciones práctica. Primera Edición,Capítulo 1, Pag 6 – 17
2. Arboix, J. Díaz, A. Pérez-Sempere. 2006. Tipos etiológicos y criterios diagnósticos. Guía para el diagnóstico y tratamiento del ictus.
3. Adebimpe O y Cols. 2011 Determinants of Balance Performance in Hemiparetic Stroke Survivors. Department of Medical Rehabilitation, College of Health Sciences, ObafemiAwolowo University.
4. Barros de Oliveira.C, 2008. Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation. Journal of Rehabilitation Research & Development. 1225 -1216
5. Clarissa Barros de Oliveira, Ítalo Roberto Torres de Medeiros, 2008, Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation.
6. Danion F. Latash M. Motor Control Theories, experiments and applications, 2011.
7. Dietz y Berger 1984; Diener et al 1993;.Levin 1996;.Kautz et al 2005. Sinergias de Latash.
8. Duncan PW. Stroke disability. PhysTher. 1994;74: 399-407.
9. Freitas Sandra, Duarte Marcos, “Métodos de análise do controle postural” Laboratorio, Sao Pablo, 2006.
10. Gagey, Pierre-Marie y Weber, Bernard., 2001. “Posturología: Regulación y Alteraciones de la Bipedestación”. Primera edición. Editorial Masson.

11. González. R y cols., 2004. "Análisis del centro de presión en posturografía en pacientes con síndrome lumbar crónico". Universidad de Chile, pp. 16-18
12. Horak F. 1997. "Clinical assesment of balance disorders". Gait-Posture 6: pp.76-84.
13. Jimenez.O. y Cols. 2013. Accidentes cerebrovasculares hemorrágicos. Cap 14.
14. Latash, M.,2008. Motor Control Neurophysiological Basis of Movement. Human Kinetics, Second Edition. United States. Cap 1
15. Latash, M.,2008. Motor Control Neurophysiological Basis of Movement. Human Kinetics, Second Edition. United States. Cap 10.
16. Lafond et al. 2004. Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people.
17. MINSAL. 2013 Guía clínica GES Accidente cerebro vascular isquémico en personas de 15 años y más.
18. Mindy F. Levin, 2000. Sensorimotor defficits in patients with central nervous system lesions: Explanations based on the alfa model of motor control.
19. Olayinkaobembe y cols, 2011. Determinants of Balance Performance in Hemiparetic Stroke Survivors,
20. Pablo M. Lavados. Rev.Med.Chile, Unidades de tratamiento del ataque cerebrovascular (UTAC) En Chile, 2005; 133

21. Peurala SH, y Cols .2007. Postural instability in patients with chronic stroke. Brain Research and Rehabilitation Center Neuron, Kuopio, Finland. 2007.
22. Pietro G. Morasso, Vittorio Sanguineti. 2002 “Ankle Muscle Stiffness Alone Cannot Stabilize Balance During Quiet Standing”, Italia, J Neurophysiol. Pag 2158.
23. Patrick J, Redfern. 2001. Spectral Characteristics of Visually Induced Postural Sway in Healthy Elderly and Healthy Young Subjects .pag 24
24. Pocock G, Richard C, 2005. “ Fisiología Humana, la base de la Medicina), Segunda Edición, Editorial MASSON.
25. Rojas.J, Zurru.M y cols. 2007. Accidente cerebrovascular isquémico en mayores de 80 años .Buenos Aires.
26. Rojas.J, Zurru. M y cols. 2006 Registro de enfermedad cerebrovascular isquemica.
27. Redfern Mark, Yearley Lucy y Cols. “Visual influences on balance”, USA, 2001
28. Shumway-Cook Anne, Woollacott. 2007 “Motor Control, Theory and practical applications”, Tercera Edición, Editorial Lippincott Williams & Wilkins.
29. Stokes. M. Fisioterapia en la rehabilitación neurológica. 2º Edición. 2006.
30. Tahayori.B y Cols. 2012. Rambling and Trembling in Response to Body Loading. Motor Control, Vol. 16, p144

31. Timothy S. y Cols. Technical note, Time - frequency analysis of postural sway. J. Biomechanics, Elsevier Science Ltd. Vol. 28, No. 5, pp. 603-607, 1995
32. Trew M, Everett T. "Fundamentos del Movimiento Humano". Barcelona, Quinta Edición. Editorial MASSON, 2006.
33. Zatsiorsky. V ; Duarte. M. Instant equilibrium point and its migration in standing task: rambling and trembling components of the stabilogram. 1999.
34. Winter, D. (2009). Biomechanics and Motor Control of Human Movement. (4th Ed). EEUU: Editorial John Wiley&Sons.

CAPITULO VIII: ANEXOS

8.1. NEUROFISIOLOGÍA DEL ACV

Es importante recordar que el Sistema nervioso central (SNC), necesita un riego sanguíneo constante para asegurar un suministro continuo de nutrientes como oxígeno y glucosa, y la eliminación de dióxido de carbono y ácido láctico. Por lo tanto cualquier interrupción de la irrigación puede provocar una pérdida de conciencia y un daño neuronal irreversible si esta situación dura varios minutos. (Stokes. M., 2006)

8.1.1. Irrigación encefálica

El cerebro es irrigado por las dos arterias vertebrales y las dos arterias carótidas internas (arteria carótida derecha y arteria carótida izquierda), ambos vasos suben por la parte anterior del cuello y luego se dividen en dos ramas: arterias cerebrales anteriores y media. Estos irrigan los lóbulos frontal, parietal y temporal.

Las dos arterias cerebrales anteriores se unen por delante, a través de la arteria comunicante anterior, para formar la sección delantera del polígono de Willis.

Las dos arterias vertebrales son más pequeñas que las carótidas internas y representan ramas de los vasos subclavios. Ambas ascienden por el cuello a través de los agujeros existentes en las apófisis transversas de las vértebras cervicales y se anastomosan delante del tronco del encéfalo para constituir la arteria basilar. Las ramas de ésta irrigan el bulbo raquídeo, la protuberancia, el cerebelo y mesencéfalo. En la parte superior de esta

estructura, la arteria basilar se divide en dos arterias cerebrales posteriores, que se orientan hacia atrás para irrigar los lóbulos occipitales.

Las arterias cerebrales anterior, media y posterior, que son ramas de los vasos principales destinados al encéfalo, no se anastomosan entre sí, y por tanto se denominan arterias terminales. Si uno de estos vasos queda bloqueado, surge una lesión cerebral relativamente previsible en su zona de irrigación.

Los sistemas para la clasificación del ACV se basan por lo tanto en el lugar y la extensión de la lesión cerebral.

8.1.2. Accidente cerebrovascular Isquémico

El accidente cerebrovascular isquémico resulta de la interrupción del flujo sanguíneo regional a causa de la oclusión de una determinada arteria, por mecanismo tromboembólico, o bien hemodinámico

El grado de lesión cerebral depende de la gravedad y la duración de la interrupción del flujo sanguíneo cerebral. La oclusión de la arteria produce la reducción del flujo sanguíneo de la región del cerebro en la cual la arteria suministra sangre, lo cual se conoce como núcleo del infarto; además se ve afectado, de manera gradual, centrífugamente desde el núcleo isquémico a tejido circundante, debido a la perfusión residual de vasos sanguíneos colaterales, lo cual se conoce como penumbra isquémica. Poco a poco, la penumbra isquémica se comienza a integrar en la región del núcleo isquémico, si es que el flujo de sangre no se restablece dentro de horas, convirtiéndose así en tejido no funcional, pero conservando la integridad estructural (Durukan y Cols, 2007) .

Los mecanismos patogénicos de la cascada isquémica incluyen falta de energía, la elevación intracelular de niveles de Ca^{+2} , la generación de radicales libres, la inflamación, y la apoptosis.

1. Después de la lesión isquémica, particularmente dentro de la penumbra isquémica, la apoptosis es desencadenada por una serie de procesos, incluyendo la formación de radicales libres e inflamación. Como la apoptosis es un proceso que consume energía, la reperfusión puede potenciar la apoptosis mediante la restauración de la energía celular. (Rupadevi M y Cols., 2011)

8.1.3. Accidente cerebrovascular hemorrágico

Se denominan como hemorragia cerebral parenquimatosa o hematoma cerebral, o los sangramientos que ocurren en el cerebro, que pueden extenderse y alcanzar los ventrículos o el espacio subaracnoideo secundariamente.

Los ACV hemorrágicos son causados por la rotura de una arteria, que provoca hemorragia en la superficie del cerebro (hemorragia subaracnoídea) o dentro del parénquima cerebral (hemorragia intracerebral). (Ruiz, J. y Cols. 2002).

El concepto de hemorragia cerebral corresponde a un sangramiento de localización profunda y poco delimitado, que infiltra los tejidos y tractos, y que por extensión alcanza muchas veces los ventrículos y/o espacio subaracnoideo; cuando se habla de hematoma cerebral corresponde a hemorragias delimitadas y más superficiales en el cerebro o hemisferios cerebelosos, que frecuentemente alcanzan la corteza y no se extienden a los ventrículos. (Jimenez.O. y Cols.2013)

La hemorragia cerebral parenquimatosa o primaria incluye a las hemorragias lobares, de ganglios basales y del tálamo, pero se consideran además en el concepto clínico patológico las hemorragias cerebelosas y del tronco cerebral.

La hipertensión arterial es el principal factor de riesgo hemorrágico cerebral, presente en un porcentaje que fluctúa entre 72% y 94% de los casos de hemorragia primaria.

Dentro de los factores de riesgo se incluyen a los aneurismas y los angiomas, además de otras condiciones como hemorragia por angiopatía amiloidea, las coagulopatías y las relacionadas con terapia fibrinolítica en fase aguda de infarto al miocardio. Se menciona también como factor de riesgo de hemorragias a los tumores y aneurismas micóticos, desarrollados por endocarditis infecciosas o en sujetos drogadictos.

La hemorragia cerebral primaria resulta del sangramiento de vasos arteriales, con daño por lipohialinosis y degeneración fibrinoide de las capas media y elástica. La enfermedad vascular hipertensiva compromete a las arteriolas penetrantes lenticuloestriadas, talamoperforantes y vasos perforantes paramedianos ramas de la arteria basilar.

Las paredes debilitadas de las arteriolas desarrollan múltiples y pequeñas dilataciones llamadas microaneurismas de Charcot y Bouchard, los que postularon en 1872 que su ruptura origina la hemorragia cerebral.

Es característico de los ACV hemorrágicos, la presentación de un déficit neurológico focal, con perfil de instalación agudo, asociado a síntomas y signos de hipertensión endocraneal, expresado frecuentemente con hemiplejía acompañada de cefalea, vómitos y compromiso de conciencia. (Jimenez.O. y Cols. 2013)

Recientes estudios han concluido que no existe diferencia significativa en el cuadro clínico ni en la severidad de los síntomas dependiendo del tipo de accidente cerebrovascular, ya sea isquémico o hemorrágico y tampoco existe evidencia de diferencias según la localización de la lesión dentro del encéfalo. (Barros de Oliveira C; Torres de Medeiros I , 2008.)

8.2. DATOS DE LA MUESTRA

8.2.1. Muestra sujetos secuestrados de ACV

| PESO (Kg.) | TALLA (mts.) | Edad (años) | SUJETO ESTUDIO |
|-------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| 85 | 1,78 | 52 | SUJETO 1 |
| 88 | 1,82 | 59 | SUJETO 2 |
| 56 | 1,65 | 28 | SUJETO 3 |
| 54 | 1,62 | 50 | SUJETO 4 |
| 66 | 1,68 | 53 | SUJETO 5 |
| 63 | 1,61 | 69 | SUJETO 6 |
| 71 | 1,7 | 67 | SUJETO 7 |

8.2.2 Muestra sujetos sanos

| PESO (Kg.) | TALLA (mts.) | Edad (años) | SUJETO ESTUDIO |
|-------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| 59 | 1,58 | 39 | SUJETO 1 |
| 57 | 1,63 | 55 | SUJETO 2 |
| 83 | 1,77 | 29 | SUJETO 3 |
| 80 | 1,68 | 31 | SUJETO 4 |
| 76 | 1,62 | 30 | SUJETO 5 |
| 95 | 1,75 | 53 | SUJETO 6 |
| 80 | 1,74 | 28 | SUJETO 7 |

8.3. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Consentimiento informado

Usted participará en una investigación que busca el estudio de la descomposición del centro de presión en sujetos sanos y secuela dos de accidente cerebrovascular. La cual se llevará a cabo en el laboratorio de análisis de movimiento de la Universidad Andrés Bello, sede Viña del Mar.

El proceso de toma de muestra consta de 30 minutos aproximadamente. En una primera etapa realizara una evaluación para determinar su inclusión en el estudio y posteriormente se procederá a la toma de peso y talla, para luego subir a una plataforma de fuerza (posturografo), con pies descalzos, en la cual deberá mantenerse lo más quieto posible, durante 90 segundos, esta última medida será repetida 5 veces.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los objetivos de esta investigación. Las evaluaciones que se le realizaran serán consideradas para el estudio de manera anónima.

Ud tiene derecho a realizar preguntas aclaratorias en cualquier momento durante la participación del proyecto y así también como retirarse del mismo, sin que esto lo perjudique en ninguna forma. Ud. tiene el derecho de reservar o denegar una respuesta, cuando no considere apropiadas o sienta violada su intimidad. Su obligación es hacérselo saber al profesional competente, o simplemente evitar su respuesta

Yo _____ expreso mi consentimiento para participar de manera voluntaria de este estudio, dado que se me ha proporcionado la información necesaria de cuál será el procedimiento del mismo y tuve la oportunidad de realizar todas las preguntas necesarias para mi entendimiento, las cuales fueron respondidas con claridad, donde a la vez se me explico que el estudio a realizar no implica ningún tipo de riesgo para mi salud. Además soy consciente que toda información recogida en esta investigación será confidencial y no se utilizara para otro propósito fuera de este estudio.

Dejo constancia que mi participación es voluntaria y que tengo el derecho de retirarme en cualquiera de las fases de estudio, este el mismo completo o no.

Firma Participante

Fecha

8.4. EVALUACIONES

8.4.1. Ficha de evaluación

FICHA DE EVALUACIÓN

__/__/__

Nombre: _____

Edad: _____

Género: ___ F ___ M

Peso _____ Talla: _____ IMC: _____

Romberg: ___ Sedente ___ Bípodo

Lesiones EEl: _____

Alteraciones Sensorioperceptivas: ___ SI ___ NO

Alteraciones Vestibulares: ___ SI ___ NO

Alteraciones Cerebelosas: ___ SI ___ NO

SEGUIMIENTO

VISTA AL FRENTE

Muestra 1: _____

Muestra 2: _____

Muestra 3: _____

Muestra 4: _____

Muestra 5: _____

Muestra 1: _____

Muestra 2: _____

Muestra 3: _____

Muestra 4: _____

Muestra 5: _____

Observaciones:

8.4.2. Mini mental abreviado

MINI MENTAL STATE EXAMINATION (MMSE)

Basado en Folstein et al. (1975), Lobo et al. (1979)

Nombre: _____ Varón [] Mujer []
 Fecha: _____ F. nacimiento: _____ Edad: _____
 Estudios/Profesión: _____ N. HP: _____
 Observaciones: _____

| | | |
|---|--|--|
| ¿En qué año estamos? 0-1 ¿En qué estación? 0-1 ¿En qué día (fecha)? 0-1 ¿En qué mes? 0-1 ¿En qué día de la semana? 0-1 | ORIENTACIÓN TEMPORAL (Máx.5) | |
| ¿En qué hospital (o lugar) estamos? 0-1 ¿En qué piso (o planta, sala, servicio)? 0-1 ¿En qué pueblo (ciudad)? 0-1 ¿En qué provincia estamos? 0-1 ¿En qué país (o nación, autonomía)? 0-1 | ORIENTACIÓN ESPACIAL (Máx.5) | |
| Nombre tres palabras Peseta-Caballo-Manzana (o Balón-Bandera-Árbol) a razón de 1 por segundo. Luego se pide al paciente que las repita. Esta primera repetición otorga la puntuación. Otorgue 1 punto por cada palabra correcta, pero continúe diciéndolas hasta que el sujeto repita las 3, hasta un máximo de 6 veces. Peseta 0-1 Caballo 0-1 Manzana 0-1 (Balón 0-1 Bandera 0-1 Árbol 0-1) | Nº de repeticiones necesarias FIJACIÓN-Recuerdo Inmediato (Máx.3) | |
| Si tiene 30 pesetas y me va dando de tres en tres, ¿Cuántas le van quedando?. Detenga la prueba tras 5 sustracciones. Si el sujeto no puede realizar esta prueba, pídale que deletree la palabra MUNDO al revés. 30 0-1 27 0-1 24 0-1 21 0-1 18 0-1 (0 0-1 D 0-1 N 0-1 U 0-1 M 0-1) | ATENCIÓN- CÁLCULO (Máx.5) | |
| Preguntar por las tres palabras mencionadas anteriormente. Peseta 0-1 Caballo 0-1 Manzana 0-1 (Balón 0-1 Bandera 0-1 Árbol 0-1) | RECUERDO diferido (Máx.3) | |
| DENOMINACIÓN. Mostrarle un lápiz o un bolígrafo y preguntar ¿qué es esto?. Hacer lo mismo con un reloj de pulsera. Lápiz 0-1 Reloj 0-1 REPETICIÓN. Pedirle que repita la frase: "ni sí, ni no, ni pero" (o "En un trigal había 5 perros") 0-1 ÓRDENES. Pedirle que siga la orden: "coja un papel con la mano derecha, dóblelo por la mitad, y póngalo en el suelo". Coje con mano d. 0-1 dobla por mitad 0-1 pone en suelo 0-1 LECTURA. Escriba legiblemente en un papel "Cierre los ojos". Pídale que lo lea y haga lo que dice la frase 0-1 ESCRITURA. Que escriba una frase (con sujeto y predicado) 0-1 COPLA. Dibuje 2 pentágonos intersectados y pida al sujeto que los copie tal cual. Para otorgar un punto deben estar presentes los 10 ángulos y la intersección. 0-1 | LENGUAJE (Máx.9) | |
| Puntuaciones de referencia 27 ó más: normal 24 ó menos: sospecha patológica 12-24: deterioro 9-12: demencia | Puntuación Total (Máx.: 30 puntos) | |

8.4.3. Índice de Barthel

| ÍNDICE DE BARTHEL | | |
|-------------------------------------|--|----|
| 1. Comer | - Independiente | 10 |
| | - Necesita ayuda para cortar, untar, usar condimentos... | 5 |
| | - Totalmente dependiente | 0 |
| 2. Bañarse/ducharse | - Independiente | 5 |
| | - Necesita ayuda | 0 |
| 3. Asco personal | - Independiente para lavarse las manos, la cara, los dientes, peinarse, afeitarse, manejar maquinilla eléctrica, maquillarse. No incluye capacidad de trenzarse o moldearse el pelo. | 5 |
| | - Necesita ayuda | 0 |
| | - Totalmente dependiente | 0 |
| 4. Vestirse/desvestirse | - Independiente | 10 |
| | - Necesita ayuda, pero puede hacer al menos la mitad | 5 |
| | - Totalmente dependiente | 0 |
| 5. Control esfínter anal | - Continente | 10 |
| | - Algún accidente de incontinencia (1/semana) | 5 |
| | - Incontinencia o necesita ayuda para ponerse un enema | 0 |
| 6. Control vesical | - Continente (durante al menos 7 días) | 10 |
| | - Algún accidente (1 o menos/24h) | 5 |
| | - Incontinente o sondado incapaz de cambiarse la bolsa por sí solo | 0 |
| | - Totalmente dependiente | 0 |
| 7. Manejo del retrete | - Independiente | 10 |
| | - Necesita ayuda | 5 |
| | - Totalmente dependiente | 0 |
| 8. Desplazamiento silla/cama | - Independiente | 15 |
| | - Necesita mínima ayuda, física o verbal | 10 |
| | - Necesita gran ayuda: se mantiene sentado | 5 |
| | - Totalmente dependiente | 0 |
| 9. Desplazamientos | - Independiente | 15 |
| | - Necesita ayuda | 10 |
| | - Independiente en silla de ruedas (50m) | 5 |
| | - Incapaz de desplazarse | 0 |
| 10. Subir y bajar escaleras | - Independiente | 10 |
| | - Necesita ayuda, física o verbal | 5 |
| | - Dependiente | 0 |

Grado de dependencia según puntuación de la escala

- Independiente: 100 (95 en silla de ruedas).

- Dependiente leve: 91-99

- Dependiente moderado: 61-90

- Dependiente grave: 21-60

- Dependiente total : 0-20

8.5. RESULTADOS EVALUACIONES

| MINIMENTAL TEST | ÍNDICE DE BARTHEL | SUJETOS MEDIDOS |
|--|---------------------------|------------------------|
| Normal-Sin deterioro cognitivo (28/30) | Independiente (100/100) | SUJETO 1 |
| Normal-Sin deterioro cognitivo (29/30) | Independiente (100/100) | SUJETO 2 |
| Normal-Sin deterioro cognitivo (28/30) | Dependiente leve (95/100) | SUJETO 3 |
| Normal-Sin deterioro cognitivo (26/30) | Dependiente leve (95/100) | SUJETO 4 |
| Normal-Sin deterioro cognitivo (30/30) | Independiente (100/100) | SUJETO 5 |
| Normal-Sin deterioro cognitivo (29/30) | Independiente (100/100) | SUJETO 6 |
| Normal-Sin deterioro cognitivo (27/30) | Independiente (100/100) | SUJETO 7 |