



**Universidad Católica de la Santísima Concepción
Facultad de Medicina
Carrera de Kinesiología**

**EVALUACIÓN DEL EQUILIBRIO ESTÁTICO Y DINÁMICO EN MUJERES
FÍSICAMENTE ACTIVAS CON SÍNDROME DOLOROSO PATELOFEMORAL
PERTENECIENTES A LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA
CONCEPCIÓN. ESTUDIO SERIE DE CASOS.**

Tesis presentada a la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción para optar al grado académico de Licenciado en Kinesiología.

AUTORES: Sra. Katherine Alejandra Escobar Salazar.

Sr. Mauricio Ignacio Rojas Villagrán.

Sra. Cynthia Monserrat Salgado Díaz.

PROFESOR GUÍA: Sra. Sonia Sepúlveda Martín.

PROFESOR COLABORADOR: Sr. Raúl Aguilera Eguia.

CONCEPCIÓN, CHILE.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	2
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
2.1 Problema de investigación	7
2.2 Justificación.....	11
2.3 Pregunta de investigación	12
2.4 Objetivo general	13
2.5 Objetivo específico	13
2.6 Hipótesis	13
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.	14
CAPÍTULO IV: CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA INVESTIGACIÓN.	17
CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE DATOS.	18
CAPÍTULO VI: RESULTADOS.	19
CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN.....	24
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES.	26
CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
ANEXOS.....	34
Anexo 1:.....	34
Anexo 2.....	35
Anexo 3.....	35
Anexo 4:.....	36
Anexo 5:.....	38
Anexo 6:.....	40
Anexo 7:.....	40
Anexo 8:.....	40

Dedicada a nuestras familias que día a día nos brindaron su apoyo

Queremos agradecer a nuestros profesores, en especial a Sonia Sepúlveda y Raúl Aguilera, por su cooperación y preocupación en el proceso de elaboración de la presente tesis. Además, profesor Gabriel Valdebenito por su disposición a la hora de tomar de datos.

Agradecer a Dios por darme la oportunidad de vivir este momento. A mi polola, familia y amigos, por su apoyo incondicional en cada momento, sin ellos este camino hubiese sido más difícil.

Mauricio I. Rojas Villagrán

Agradezco primeramente a Dios por darme la fortaleza y tranquilidad en todo momento que la necesite, también a mi familia y pololo por apoyarme en cada paso que doy, pero en especial a mi madre que es el pilar fundamental de mi vida.

Katherine A. Escobar Salazar

Agradecer a todos mis seres queridos, familia y amigos que me han brindado contención y apoyo en todo este proceso, dando su apoyo incondicional y a Dios por su amor y bendición con nosotros.

Cynthia M. Salgado Díaz.

INTRODUCCIÓN.

El síndrome de dolor patelofemoral (SDPF) puede ser definido como resultado de alteraciones físicas y biomecánicas en la articulación patelofemoral, que provocará dolor anterior de la rodilla, mucha veces crónico e incapacitante, producto de un movimiento anormal de la patela en la garganta troclear. Representa uno de los problemas más frecuentes de la articulación de la rodilla en adolescentes y poblaciones de adultos jóvenes activos físicamente¹, afectando mayoritariamente a mujeres deportistas en comparación a hombres no deportistas^{2,3,4}. Es caracterizado por un dolor difuso peripatelar o retropatelar en la cara anterior de la rodilla que aumenta durante actividades funcionales como, colocarse en cuclillas, correr, saltar, sentarse de forma prolongada con rodillas flexionadas y subir y bajar escaleras^{1,5}. Su etiología no es del todo clara, distintos autores han planteado numerosas afecciones como causas probables en la aparición de este síndrome, entre ellas están un mal alineamiento articular, desequilibrios musculares y una sobreactividad en miembro inferior⁶. Producto de estas alteraciones biomecánicas es que el equilibrio de las extremidades inferiores se va a ver alterado⁷, lo que sumado al dolor que caracteriza a este síndrome, provocará un movimiento excesivo en los planos sagital y frontal resultando en una inestabilidad del equilibrio postural² en posiciones estáticas y dinámicas, lo que afecta de manera esencial la realización de actividades funcionales independientes¹. Debido a esto último, la realización de estudios que investiguen esta variable en paciente con SDPF es de suma relevancia, más aún en mujeres jóvenes activas físicamente ya que representan el grupo en que es más prevalente este síndrome, esto optimizará procesos de evaluación kinésica como de rehabilitación con el fin de poder mejorar su funcionalidad. Por tanto, el propósito del presente estudio serie de casos es evaluar el equilibrio estático y dinámico en mujeres activas físicamente con síndrome doloroso patelofemoral.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.

Las patologías de la articulación patelofemoral son consideradas como la principal causa de dolor en la parte anterior de la rodilla. Inicialmente, éstas no eran reconocidas en la literatura ortopédica, no obstante, actualmente el dolor de esta articulación representa una entidad de suma importancia para la enfermedad en el padecimiento de dolor y el daño en la parte anterior de la rodilla. Debido a esto se han descrito diagnósticos como la condromalacia de la patela, la cual comprende el cartílago de la superficie interna de la patela como fuente principal de dolor anterior de rodilla. Actualmente este término fue sustituido por otros que no son del todo específicos, como el síndrome de dolor patelofemoral, dolor anterior de rodilla, artralgia patelofemoral, desorden del mecanismo extensor y disfunción patelofemoral⁸.

A modo general, el síndrome de dolor patelofemoral (SDPF) puede ser definido como resultado de alteraciones físicas y biomecánicas en la articulación patelofemoral⁸, que provocará dolor anterior de la rodilla que puede llegar a ser crónico e incapacitante, producto de un movimiento anormal de la patela en la garganta troclear⁶. Representa uno de los diagnósticos más comunes en pacientes ambulatorios que presentan dolor anterior de rodilla⁹, su prevalencia como causa primaria de lesión de rodilla al igual que su incidencia anual es alta, sin embargo, estos datos no son del todo exactos, se estima que 22 de cada 1.000 personas por año sufren esta patología¹⁰.

Los pacientes con SDPF van desde niños físicamente activos a ancianos sedentarios, sin embargo, se ha observado una alta prevalencia en adolescentes activos de entre 12 a 17 años asociado a la práctica de alguna actividad deportiva⁴. Otros autores establecen que 2,5 millones de estudiantes de universidades desarrollarán este síndrome cada año, mayoritariamente entre los 16 y 25 años de edad¹¹. Si bien, estas poblaciones representan a la mayoría de los pacientes que presentan dolor patelofemoral, también se observa una alta prevalencia en la población general.

Adicionalmente a las diferencias en la edad y el nivel de actividad de los pacientes que presentan SDPF, una variable de importancia es su epidemiología en cuanto a las diferencias existentes en la prevalencia entre pacientes hombres y mujeres. Distintos estudios¹¹⁻¹⁶ han evidenciado una mayor incidencia en mujeres, siendo aproximadamente

dos veces mayor en este grupo en comparación con pacientes hombres. Los estudios también han reafirmado esta diferencia en pacientes atletas realizando un seguimiento a largo plazo, demostrando un curso más largo y refractario en las mujeres⁴. Pese a su gran incidencia no existe un consenso acerca de la etiología, diagnóstico y/o tratamiento¹² de este síndrome.

Los síntomas más comunes observados en pacientes con SDPF son el dolor retropatelar durante y/o después de actividades físicas como correr, sentadillas, subir y bajar escaleras, ciclismo, saltar y sentarse sobre las rodillas flexionadas¹⁴. Según Hammer¹⁷ los pacientes con SDPF pueden experimentar dolor al flexionar por completo la rodilla. Thomas y cols¹⁸. Describen una sensación de enganche o un bloqueo en la articulación de la rodilla como rigidez e inflamación. McConnell¹⁹ indica una sensación de “debilidad” de la rodilla durante la marcha. Pese a todo, la descripción que los pacientes relatan de la localización del dolor suele ser bastante vaga. Distintos estudios^{4,10,12,13,20-23} plantean que este síndrome responde a causas multifactoriales, como:

- **Mal alineación de la extremidad inferior y/o patela**

Es por muchos autores una de las principales causas en la aparición del SDPF, puesto que, la estabilidad patelar significa una compleja interacción entre la alineación del fémur y la tibia. Algunas anomalías en la alineación que causarán el síndrome son: anteversión femoral, rotación interna de fémur, patela alta o baja, patela hipermóvil, anomalía en la morfología de la patela y/o de la tróclea femoral, “genu recurvatum”, valgo de rodilla, tibia en rotación externa respecto al fémur, pronación del pie y ángulo Q aumentado, que a su vez está determinado mayormente por una rotación femoral, rotación tibial y valgo de rodilla. Existe controversia respecto a las mediciones de la alineación normal de las extremidades inferiores, se dice que el 60%-80% de la población presenta una mala alineación, sin embargo, estas mediciones son estáticas, cuando el síndrome es una alteración dinámica, por tanto, es necesario estudiar medidas validadas y de confianza para poder generar una evaluación más óptima¹².

- **Desequilibrio muscular en cadera y/o rodilla**

La alineación normal de la extremidad inferior junto a una correcta activación muscular, específicamente del cuádriceps, predispone a la patela a fuerzas laterales directas. Un desequilibrio muscular, por lo tanto, contribuye de manera importante a un mal encarrilamiento de la patela sobre su tróclea, aumentando y acelerando los cambios osteoarticulares de la articulación patelofemoral⁴. Las deficiencias más importantes para la aparición del SDPF son, la debilidad de abductores y rotadores externos de la cadera en mujeres, acortamiento de isquiotibiales, cuádriceps (especialmente del recto anterior), banda iliotibial y gastrocnemios, desequilibrio entre el vasto externo e interno, además de una respuesta refleja alterada del interno respecto al externo y una disminución de la fuerza en fase excéntrica del cuádriceps²⁰.

- **Sobreactividad**

Por último, una hiperactividad física manifestada especialmente en deportistas puede evolucionar en un SDPF crónico, esto debido a una mala recuperación, una mala técnica de un gesto deportivo repetitivo, entre otros factores¹². Basándose en que la activación de los músculos de la cadera, específicamente musculatura abductora, extensora y rotadora externa, en conjunto con los de la rodilla, predominantemente cuádriceps e isquiotibiales, son fundamentales para minimizar las aceleraciones del centro de masa frente a perturbaciones externas, además de prevenir las alteraciones en la alineación de la extremidad inferior, es que en las personas afectadas con esta patología podría aparecer un movimiento excesivo en los planos frontal y sagital, que sumado al dolor que representan las alteraciones ya mencionadas desencadenaría una inestabilidad postural^{2,24}.

Control postural

El control postural es un requisito previo para poder mantener determinadas posturas y actividades, siendo responsable de programar o restaurar un estado de equilibrio. Se considera una habilidad motora compleja, generada por la interacción de procesos a cargo del sistema nervioso junto al sistema musculoesquelético²⁵. Una disminución en esta capacidad de equilibrio perjudica directamente la funcionalidad de las personas frente a sus actividades de la vida diaria.

Equilibrio postural

El equilibrio postural, específicamente, se refiere a la dinámica de la postura corporal para prevenir la caída. Está relacionado con las fuerzas inerciales que actúan sobre el cuerpo y las características sobre cada segmento corporal. Bajo esta perspectiva, la tarea básica del equilibrio es el mantenimiento de la estabilidad corporal tanto en condiciones estáticas y dinámicas²⁶.

- Equilibrio estático

El equilibrio estático se define como la capacidad de poder mantener el centro de masa corporal, que corresponde a la proyección del centro de gravedad, dentro de la base de sustentación^{27,28}. Esto es producido mediante una integración dinámica de las fuerzas internas y externas y de factores que involucran al ambiente. Además, el mantenimiento del equilibrio junto al reconocimiento de los límites de estabilidad involucra la interacción de estrategias basadas en la visión, en los sistemas vestibulares y somatosensoriales²⁹. Para el mantenimiento de una postura estática existen estrategias compensatorias que se utilizan dependiendo del contexto de la tarea y de la presencia o no de perturbaciones externas²⁶:

- Estrategia de tobillo: músculos flexores y extensores de tobillo producen un torque articular para controlar el movimiento del cuerpo frente a pequeñas perturbaciones²⁶.
- Estrategia de cadera-tronco: músculos flexores y extensores de cadera y tronco o abductores y aductores de la cadera generan un torque necesario para controlar oscilaciones posturales en el plano frontal frente a grandes perturbaciones, ya sean externas o propias como el apoyo unipodal²⁶.
- Estrategia de paso: consiste en el paso que se realiza para poder devolver el centro de masa dentro de los límites de la base sustentación en respuesta a una perturbación externa²⁶.

- **Equilibrio dinámico**

El equilibrio dinámico implica cierto nivel de movimiento esperado alrededor de una base de apoyo y aunque ciertas medidas dinámicas de estabilidad postural no replican exactamente la participación deportiva, imitan más de cerca las demandas de actividad física que las evaluaciones de la estabilidad postural estática³⁰. El equilibrio dinámico es característico en tareas de locomoción y de movilidad dinámica, además de los límites de estabilidad en la postura estática. Bajo este contexto, las acciones de control postural son más amplias, dinámicas y selectivas, ya que, solicitan la respuesta de distintos grupos musculares involucrados que actúan como agonistas, antagonistas y sinergistas durante el movimiento humano. El patrón del equilibrio dinámico se puede observar en actividades como la marcha, subir o bajar escaleras, cambiarse de ropa, en las que son necesarios varios ajustes de postura para poder mantener el centro de masa de manera constante dentro de la base de sustentación mientras se es funcional²⁸.

Un estudio realizado por Cheung³¹ y colaboradores evaluó la relación entre el dolor patelofemoral y calidad de vida subjetiva en atletas recreativos y profesionales en subescalas incorporadas en la Encuesta de Salud Corta (SF-36) como, funcionamiento físico, limitaciones debido al dolor de rodilla, funcionamiento social, entre otras, demostrando una disminución de la calidad de vida en estos pacientes. En este contexto, el equilibrio y la disfunción del control postural en pacientes con dolor patelofemoral ha recibido mayor atención en los últimos años, aunque aún es escasa la información. Diversos estudios han demostrado un deterioro del equilibrio postural en personas con SDPF en comparación con sujetos sanos durante posiciones estáticas unipodales y/o “step-up” y “step-down”, lo que a su vez se relaciona con deficiencias musculares y no necesariamente con el dolor que presentaban los sujetos de estudio^{1,2,5,7,24,32,33,34}. Sin embargo, la mayoría de estos estudios fueron realizados en mujeres sedentarias y de un rango etario alejado del que prevalentemente se presenta el SDPF, por este motivo es que el propósito de este estudio es describir el comportamiento tanto del equilibrio estático como dinámico, en mujeres adolescentes o adultas jóvenes físicamente activas con la presencia de dolor patelofemoral.

CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Problema de investigación

Se realizó una búsqueda enfocada en el comportamiento del equilibrio en mujeres con Síndrome Doloroso Patelofemoral (SDP) en la base de datos PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>) utilizando palabras claves como: Postural Balance, Patellofemoral Pain Syndrome, Postural Stability, Female, Patellofemoral Pain, Balance. Dichas palabras fueron combinadas de nueve formas distintas con el fin de crear mejores estrategias de búsquedas. La primera de ellas fue con las palabras claves *"Postural Balance [All Fields] AND "Patellofemoral Pain Syndrome"[All Fields] AND "Postural Stability"[All Fields] AND "Female"[All Fields]"*, la que dio como resultado solo un artículo que coincidentemente estaba relacionado con el propósito de la búsqueda, por lo que fue incorporado en esta investigación. Como segunda estrategia de búsqueda se estableció la siguiente combinación, *"Postural Balance [All Fields] AND "Patellofemoral Pain Syndrome"[All Fields]"*, ésta entregó 13 artículos, de los cuales cinco de ellos tuvieron relación con la búsqueda principal, sin embargo, Lee, S.²⁴ (2012) había resultado de la estrategia anterior, por ello, de los cuatro estudios restantes dos fueron incorporados en la investigación, mientras que Otterbach, B.³⁵ (2015) y Chevidikunnan, M.³⁶ (2016) fueron excluidos, ya que, respectivamente, estudiaron la confiabilidad de una prueba de control postural, que evaluaba columna lumbar y cadera, en una muestra de individuos sanos y el equilibrio dinámico en sujetos con SDP de forma experimental, asociado a entrenamiento muscular. *"Patellofemoral Pain Syndrome [All Fields] AND "Postural Stability"[All Fields]"* fue la tercera estrategia de búsqueda, la cual arrojó tres artículos como resultado, en donde Lee, S.²⁴ (2012) era duplicado de búsquedas anteriores y dentro de los dos sobrantes solo uno demostró tener relación con la búsqueda, por consiguiente, fue incorporado al estudio. La cuarta estrategia utilizó las palabras *"Patellofemoral Pain Syndrome [All Fields] AND "Postural Balance"[All Fields] AND "Female"[All Fields]"*, arrojando tres artículos relacionados con el fin de la búsqueda, dentro de un total de siete. A pesar de esto, Chevidikunnan, M.²⁹ (2016), Lee, S.²⁴ (2012) y Negahban, H.³² (2013) eran duplicados de búsquedas previas. La quinta búsqueda combinó las palabras claves *"Balance [All Fields] AND "Patellofemoral Pain Syndrome"[All Fields]"*, dando como resultado 32 artículos, dentro de los cuales seis

estaban relacionados con el enfoque principal de la búsqueda. Chevidikunnan, M.³⁶ (2016), Akhbari, B.¹ (2015), Negahban, H.³² (2013) y Lee, S.²⁴ (2012) eran productos de búsquedas pasadas, Aminaka, N.³⁷ (2008) pese a que incluyó en su estudio la evaluación del equilibrio dinámico, el objetivo principal de su investigación era evaluar los efectos del taping patelar sobre dicha variable por lo que fue excluido de la presente investigación, en consecuencia, solo un artículo fue incluido en ella. "*Postural Balance [Mesh] AND Patellofemoral Pain Syndrome [Mesh]*", como sexta estrategia de búsqueda, encontró ocho artículos en donde ninguno evidenciaba concordancia con el fin de ésta, a excepción de Lee, S.²⁴ (2012) que era un duplicado. Posteriormente se utilizó "*Patellofemoral Pain Syndrome [Mesh] AND Female [Mesh] AND Postural Balance [Mesh]*" como séptima estrategia, resultando dos artículos duplicados, Lee, S.²⁴ (2012) y Negahban, H.³² (2013) relacionados con el propósito de la búsqueda. La siguiente búsqueda utilizó las palabras claves "*Postural Balance [All Fields] AND Patellofemoral Pain [All Fields]*" proporcionando 16 artículos, de los cuales seis estaban relacionados con la búsqueda principal, Otterbach, B.³⁵ (2015), Chevidikunnan, M.³⁶, Akhbari, B.¹ (2015), Negahban, H.³² (2013) y Lee, S.²⁴ (2012) eran duplicados de búsquedas anteriores, mientras el artículo restante fue incluido en el estudio. La última estrategia de búsqueda utilizada fue con las palabras "*Postural Stability [All Fields] AND Patellofemoral Pain [All Fields]*" la cual arrojó seis artículos, en donde cuatro tenían relación con la búsqueda principal, no obstante, Lee, S.²⁴ (2012), De Moura, A.² (2016), y Yilmaz, G.⁵ (2016) eran duplicados de búsquedas anteriores y Song, C.³ (2016), el artículo restante, no fue incorporado en el estudio, ya que, al igual que Aminaka, N.³⁷ (2008) estudió los efectos del taping, en este caso de tipo rotacional femoral, sobre el equilibrio dinámico en individuos con SDP. En definitiva, la búsqueda proporcionó un total de 37 artículos, en donde 10 de estos estaban relacionados con ella, pero solo seis fueron añadidos a la tesis.

Del mismo modo, se realizó una búsqueda en la base de datos ProQuest (<http://search.proquest.com.dti.sibucsc.cl>) con las palabras claves "*(postural stability) AND (patelliform pain syndrome)*" la cual entregó 288 resultados que posterior a aplicarle filtros como "*texto completo incluido*", "*revistas científicas*" y "*posture*" arrojó finalmente 32 investigaciones, en las que solo cuatro demostraron tener relación con el propósito principal de la búsqueda. De Moura, A.² (2016) y Aminaka, N.³⁷ (2008) resultaron de búsquedas previas y de las otras dos restantes Oliveira, D.³⁸ (2016) fue excluido, ya que,

si bien estudió desplazamientos del centro de presión, que es un componente del control postural, el fin de su investigación era determinar que parámetro cinemático afectaba más a esta variable y entre estas tomaba en cuenta además de la rodilla, la cadera y el pie, por lo que no cumplía con el fin de la búsqueda. Por tanto, solo un artículo resultado en esta búsqueda fue incorporado al presente estudio.

Además, al momento de realizar una búsqueda en la bibliografía de De Moura, A. y col.² (2016) se pesquisó el artículo de Saad, M.³³ (2011), que debido a que cumplía con los requisitos de la búsqueda fue incorporado al estudio.

Finalmente se efectuó una búsqueda en el portal Tesis Chile (www.tesischilenas.cl) con términos como los mencionados anteriormente y no se encontraron resultados.

Escasa es la información con respecto al comportamiento del equilibrio en individuos con Síndrome Doloroso Patelofemoral. Lee, S.²⁴ (2012) estudió la influencia de la musculatura abductora de cadera en la estabilidad postural dinámica en mujeres con dolor patelofemoral comparándola entre individuos con SDP y controles sin dolor. Una edad promedio de $27,3 \pm 6,3$ años fue la que presentaban las mujeres que conformaron la muestra del estudio, el cual demostró que aquellas con dolor patelofemoral exhiben un deterioro de la estabilidad en el sentido medial-lateral en comparación con los controles. Negahban, H. y col.³² (2013) en su estudio examinó los efectos de la fatiga muscular de extensores de rodilla y abductores de cadera en el equilibrio dinámico de individuos con y sin síndrome de dolor patelofemoral, estos se dividieron en dos grupos de 15 sujetos, de los cuales 12 eran mujeres y 3 eran hombres con una edad promedio de 25 ± 5 años. Los sujetos con síndrome doloroso patelofemoral mostraron una menor estabilidad del equilibrio en el plano sagital o antero-posterior en comparación con los controles, también se demostró que la fatiga muscular redujo el equilibrio en ambos grupos de estudio. Por otro lado, Citaker, S. y col.⁷ (2011) evaluó el balance estático de una pierna y parámetros relacionados como fuerza de isquiotibiales y cuádriceps en sujetos con SDP. Este estudio prospectivo de serie de casos incluyó cincuenta y dos mujeres con SDP unilateral con una media de $42 \pm 10,11$ años de edad y expuso una disminución del equilibrio estático en el lado sintomático de las pacientes que no se relaciona con la gravedad de su dolor, más si con la fuerza muscular. De Moura, A. y col.² (2016) compararon la estabilidad postural dinámica y la fuerza muscular de cadera y rodillas de mujeres con y sin SDP

para verificar si existe una asociación entre ambas variables. Este estudio de caso control se compuso de 50 mujeres, dos grupos de 25 sujetos, con una edad promedio de $25,2 \pm 6,6$ y demostró un déficit de estabilidad mayor en el plano frontal para el grupo con SDP, paralelamente el estudio también demuestra que el síndrome doloroso patelofemoral exhibe una inestabilidad postural total. Saad, M. y col.³³ (2011) evaluó el área de desplazamiento del centro de presión, la fuerza de reacción del suelo y la actividad electromiográfica de músculos de cadera y cuádriceps durante ejercicios de step-up y step-down en 30 mujeres sedentarias sanas y con dolor anterior de rodilla, divididas en grupos de 15 sujetos, con una edad promedio de $23,3 \pm 2,1$ años. Se evidenció que las mujeres con dolor anterior de rodilla presentan un mayor desplazamiento del centro de presión y una menor actividad electromiográfica de músculos estabilizadores de la rótula y cadera, además una menor magnitud de la fuerza de reacción del suelo. Yilmaz, G. y col.⁵ (2016) en un estudio transversal comparó el balance postural, el riesgo de caídas y la función entre 22 mujeres sedentarias con dolor patelofemoral y 22 sin dolor con una edad promedio de $35,81 \pm 3,17$ años. Como principales hallazgos este estudio encontró un deterioro en el balance postural, un mayor riesgo de caídas en pacientes con SDP y una relación entre la movilidad funcional con el control postural y el riesgo de caídas. Akhbari, B. y col.¹ (2015) evaluó la confiabilidad de los resultados de equilibrio dinámico y estático individuos con y sin SDP. Doce mujeres y dieciocho hombres, de entre dieciocho a 30 años, fueron incluidos en este estudio que además de demostrar un déficit en el equilibrio de los sujetos con SDP, indicó que en apoyo unilateral sobre una plataforma de fuerza los resultados de equilibrio estático y dinámico son fiables en personas con SDP para efectos de evaluación y tratamientos. Finalmente, Ibrahim, M.³⁴ (2014) evaluó el efecto del SDP sobre índices de estabilidad postural en cincuenta y dos hombres con un promedio de edad de 20.50 ± 0.97 años, encontrando como resultado la presencia de déficits de estabilidad postural en los sujetos con dolor que requiere atención durante la planificación y ejecución de su rehabilitación.

Si bien es cierto la mayoría de las investigaciones enfocadas en el equilibrio en individuos con síndrome doloroso patelofemoral fueron realizadas en mujeres, los rangos de edad que presentaban las muestras en estudio eran muy elevadas, como en el caso de Citaker, S y col.⁷ (2011) y Yilmaz, G. y col.⁵ (2016) en donde presentó una edad promedio de $42 \pm 10,11$ y $35,81 \pm 3,17$ años de edad respectivamente. Esto no representa la población

en donde es más prevalente el SDP, que es en un rango de entre dieciocho a veinticinco años. Las demás investigaciones se basaron en un rango más pequeño, sin embargo, tampoco es representativo. Además, al ser un rango amplio en algunos casos puede interferir en los resultados.

Por otro lado, las investigaciones encontradas no especifican si el estudio fue realizado en individuos activos físicamente o sedentarios, a excepción de algunas como Saad, M. y col.³³ (2011) y Yilmaz, G. y col.⁵ (2016) que mencionaron que su muestra eran mujeres sedentarias, lo que tampoco representa a la población más prevalente con SDP que son aquellas mujeres activas físicamente.

No existen entonces estudios que investiguen en el grupo representativo, que en este caso son las mujeres activas físicamente, el equilibrio. Por este motivo, es que nuestro estudio tiene como fin investigar el comportamiento del equilibrio estático y dinámico, que cabe mencionar nunca se han investigado juntos, en una muestra representativa de mujeres de entre dieciocho a veinticinco años de edad activas físicamente.

2.2 Justificación

Este estudio tiene como objetivo analizar el comportamiento del equilibrio estático y dinámico en mujeres jóvenes físicamente activas con signos y síntomas de Síndrome de Dolor Patelofemoral de la UCSC, lo cual resulta muy factible ya que se cuenta con los instrumentos adecuados en el laboratorio de kinesiología aplicada de la universidad, personas instruidas en el tema como el profesor guía, tiempo suficiente para realizar pruebas y mediciones, asimismo por ser una patología muy común la muestra no sería un problema. Para los investigadores resulta muy interesante aportar con nuevos antecedentes sobre el SDPF porque, si bien existen variados estudios sobre el tema, año a año se sigue aportando con más información por medio de investigaciones realizadas por todo el mundo. Este será el primer estudio en incluir el equilibrio estático y dinámico en una investigación, además de concentrarse en el grupo de mujeres universitarias de entre 18 a 25 años, lo que podría aportar sobre el impacto de esta patología en este grupo no estudiado, información sumamente importante para prevención, diagnóstico y tratamiento de esta. La investigación cumplirá con los principios éticos básicos que debe tener toda investigación realizada en seres humanos, las personas sometidas a este estudio

serán autónomas capaces de decidir por su propia voluntad de asistir o abandonar la investigación, decisión que será respetada en cualquiera de los casos, podrá retirarse sin ser juzgada en cualquier momento del estudio. Se respetará la vida, la salud, dignidad, integridad, autodeterminación, privacidad y confidencialidad de la persona, respetando su autonomía, anonimato y protección durante el estudio. Se les presentará un consentimiento informado con todos los protocolos, equipos, evaluadores que participarán y realizarán este estudio. La evaluación tendrá consideración individual de cada paciente registrada en una ficha antes de la evaluación, será justa considerando que se les dará un trato igualitario a cada paciente que se presente a nuestro estudio, se les realizará el mismo procedimiento sin beneficios o riesgos entre personas, ya que cuenta con un bajo riesgo al ser una prueba de evaluación, no se aplicarán placebo o alguna terapia.

En lo que concierne al diseño de investigación, este será observacional descriptivo con informe serie de casos, ya que se tiene como objetivo describir cómo se comportan diversas variables en una patología específica, por lo tanto, solo se registrará la conducta espontánea de una unidad (participante, día, equipo, etc.) mediante técnicas de observación específicas y siguiendo un plan de muestreo de conductas en contextos naturales³⁹. Esta información será recopilada de un solo grupo de investigación, en este caso sujetos con signos y síntomas de Síndrome de Dolor Patelofemoral en los que se describirá el comportamiento de las variables de equilibrio estático y dinámico en su pierna sintomática y asintomática, las cuales serán consideradas en conjunto y no por separado, por lo que la unidad de análisis serán los sujetos y no sus piernas. Debido a lo explicado anteriormente no se planteará una hipótesis, debido a que solo se registrará la información recopilada de cada variable de estudio y no se realizará una intervención donde se espera algún tipo de resultado. Es probable que al término de esta investigación se plantee algún tipo de hipótesis la cual a su vez sirva para la realización de estudios posteriores.

2.3 Pregunta de investigación

¿Cuál es el comportamiento del equilibrio estático y dinámico en mujeres físicamente activas de entre 18 a 25 años de edad con signos y síntomas de Síndrome Doloroso Patelofemoral?

2.4 Objetivo general

- Evaluar el comportamiento del equilibrio estático y dinámico en mujeres jóvenes físicamente activas con signos y síntomas de Síndrome de Dolor Patelofemoral de la UCSC.

2.5 Objetivo específico

- Determinar el comportamiento del equilibrio estático en mujeres jóvenes físicamente activas con signos y síntomas de Síndrome de Dolor Patelofemoral.
- Determinar el comportamiento del equilibrio dinámico en mujeres jóvenes físicamente activas con signos y síntomas de Síndrome de Dolor Patelofemoral.
- Comparar el comportamiento del equilibrio estático y dinámico de la extremidad sintomática con el de la extremidad asintomática en mujeres jóvenes físicamente activas con signos y síntomas de Síndrome de Dolor Patelofemoral.
- Caracterizar el nivel de actividad física de las mujeres jóvenes físicamente activas con signos y síntomas de Síndrome de Dolor Patelofemoral.

2.6 Hipótesis

El presente trabajo es un estudio serie de casos, diseño que describe la experiencia de un paciente o un grupo de pacientes con alguna característica semejante que los vuelva agrupable, ya sean, similitudes etiológicas, anatómicas, histológicas, fisiológicas, genéticas, moleculares, del tipo de tratamiento, de algún efecto adverso al tratamiento o de algún estudio complementario.

Basándose en lo anterior, no se puede plantear y/o comprobar una hipótesis, ya que, si bien este tipo de diseño permite reconocer características inesperadas debido a que tiene una alta sensibilidad para detectar situaciones novedosas, no permite realizar asociaciones estadísticas por la ausencia de un grupo de comparación, y si existiese la presencia de una sería un hecho fortuito. Los estudios serie de casos son el más bajo y más débil nivel de evidencia para establecer causalidad, sin embargo, son el primer nivel de evidencia de lo que actualmente sucede, representando la base para futuras investigaciones pues contribuye a la formulación de hipótesis⁴⁰⁻⁴².

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.

La presente investigación presenta un enfoque cuantitativo, ya que usa la recolección de datos, la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento⁴³. En este caso, las variables de equilibrio dinámico y estático serán representadas numéricamente (cm) luego de ser medidas por instrumentos validados. El tipo de estudio es descriptivo puesto que solamente se describirá el comportamiento de las variables en un grupo de sujetos determinados, careciendo de grupo de comparación o control como en los estudios analíticos impidiendo poder examinar comparaciones. El diseño del estudio es un informe serie de casos, debido a que se realizará una observación de la práctica clínica habitual, donde se registrarán acontecimientos sin ninguna manipulación o intervención de las variables. El estudio consta de un grupo con sujetos de iguales características, por dicha razón al describir la variable en más de un individuo se considerará un informe serie de caso. Los datos serán registrados solo una vez, sin contar el estudio piloto, por lo que se registra como un estudio con temporalidad transversal⁴⁴.

La población de estudio corresponde a todas las mujeres pertenecientes a la Universidad Católica de la Santísima Concepción, cifra que actualmente asciende a las 7.298 estudiantes. Mujeres activas físicamente, de entre 16 a 25 años de edad, con signos y síntomas de síndrome doloroso patelofemoral representan la muestra de esta investigación. Para lograr dicha muestra se realizó un muestreo no probabilístico de sujetos voluntarios considerando un "n" de 15 sujetos, basándose en que, para efectos operacionales un estudio serie de casos necesita de 2 a 10 casos o sujetos en su descripción^{42,45}.

Los sujetos de la muestra serán incluidos en el estudio si es que cumplen con los siguientes requisitos: presencia unilateral de signos clínicos de SDPF, como el dolor retropatelar y/o a la palpación de las facetas rotulianas de una temporalidad mayor a 6 meses, crépitos, prueba de Clarke positiva, y dolor en al menos dos de las siguientes actividades; sentarse con rodillas flexionadas por tiempo prolongado, colocarse en cuclillas, arrodillarse, correr, brincar y subir o bajar escaleras. Serán excluidos del estudio sujetos con diagnóstico médico de osteoartritis de rodilla, tendinopatía rotuliana o aquiliana, dislocación y/o subluxación patelar, daño meniscal, lesión o antecedente de

dolor de espalda (lumbago o lesión musculoesquelética) con una temporalidad menor a tres meses, personas tratadas quirúrgicamente en miembros inferiores hace menos de un año ya sea por daño en tendones, meniscos y/o ligamentos, evidencia clínica de lesiones ligamentosas de rodilla y tobillo como meniscos o tendones, personas con condiciones neurológicas y sensitivas que impidan realizar las tareas de equilibrio o entender instrucciones, como alteraciones visuales y/o auditivas no tratadas, parálisis, entre otros y por último la ingesta de algún tratamiento farmacológico anterior a un día del estudio, ya sean relajantes musculares, analgésicos, antiinflamatorios, drogas con efecto placebo, por cualquier vía de aplicación, o terapia física en un rango menor a 30 días antes del estudio, electroterapia, termoterapia, radiofrecuencia, etc.

Para la obtención de la muestra se realizó difusión en distintos lugares de la universidad, así como también se hizo vía on-line mediante redes sociales. Además, a través, de las mismas personas incluidas en el estudio se transmitió la información a distintos grupos académicos y carreras.

El proceso utilizado para la obtención de los datos contempló una serie de evaluaciones realizadas en el laboratorio de kinesiología aplicada ubicado en la Universidad Católica de la Santísima Concepción. En primer lugar, se obtuvieron datos como peso y talla por cada individuo mediante la balanza con tallímetro Detecto® modelo 2391, además se realizó la medición de la longitud de cada extremidad inferior, para lo que el sujeto se ubicó en posición supina en una camilla con el fin de medir en centímetros con una cinta métrica desde la espina ilíaca anterosuperior a la porción más distal del maléolo medial⁴⁶. Todos estos datos fueron incorporados a una ficha clínica, para cada uno de los sujetos del estudio. (Anexo 1)

Para medir el equilibrio estático se utilizó una plataforma de fuerza^{25,28,47-50} marca AMTI modelo OPT-SC serie 0375, en la cual cada sujeto realizó una prueba de equilibrio unipodal estándar que consistía en mantenerse lo más quieto posible⁵¹ sobre la plataforma, para esto debía estar descalzo, con los ojos abiertos y mirando un blanco (cruz) colocado en una pared a nivel de ojos a 2 metros, y los brazos a los lados o paralelos a su tronco⁵² (Anexo 2). Además, se utilizó una marca en la plataforma de fuerza para estandarizar la posición de los pies en cada ensayo. Se realizaron tres ensayos de 30 segundos con intervalos de descansos de 30 segundos entre cada uno de estos⁵⁰.

Para que la prueba pudiese ser válida el sujeto no debía perder la posición unipodal durante cada ensayo ni apoyarse con el pie que se encuentra elevado. Se comenzó evaluando la extremidad asintomática, con sus respectivos 3 ensayos, y posteriormente se realizaba el mismo procedimiento con la extremidad sintomática.

Para medir el equilibrio dinámico se utilizó el Y Balance Test (YBT)⁵³⁻⁵⁶, derivado del Star Excursion Balance Test (SEBT), este consta de una valoración de alcance en tres direcciones; anterior, posteromedial y posterolateral, durante un apoyo unipodal con las manos en la cintura (Anexo 3). Cada sujeto debió presentarse a la evaluación con su calzado de deporte habitual y realizar a modo de ensayo 3 intentos con cada extremidad en cada una de las tres direcciones y luego de manera formal⁵⁶. Para esto debía ubicarse de manera unipodal sobre la extremidad a evaluar posterior al punto central de los tres ejes, utilizando como referencia el punto más distal de sus oratejos. Mientras se mantenía en esta postura, se solicita alcanzar la distancia máxima posible con la extremidad libre en las distintas direcciones⁵⁶. El orden de las evaluaciones fue de pie sobre la extremidad sintomática y luego sobre la extremidad asintomática, para generar alcances con la extremidad libre en el siguiente orden: distancia anterior, distancia posteromedial y distancia posterolateral. La medición no era válida, y por tanto se repetía, si el sujeto; no pudo mantener la posición unipodal, aterrizó en el suelo con el pie de alcance, despegó el pie de apoyo o quita las manos de la cintura.⁵⁷

Para valorizar el nivel de actividad física de cada sujeto, fueron sometidos al Cuestionario Internacional De Actividad Física (IPAQ) en su versión corta, dicha encuesta está compuesta por siete preguntas que hacen alusión al tiempo en que la persona estuvo activa en los últimos 7 días, contemplando la frecuencia, duración e intensidad (vigorosa y moderada) de la actividad física, así como cuánto camina y el tiempo sentado en un día laborable, para posteriormente clasificarla en una de tres categorías posibles, estas son, alto, moderado o bajo nivel de actividad física, según el gasto energético estimado para cada actividad. Este cuestionario de IPAQ versión corta, presenta una sensibilidad de 95% y Especificidad de 75%.^{58,59}(Anexo 4).

CAPÍTULO IV: CONSIDERACIONES ÉTICAS DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación se rige por las normas éticas que sostiene La Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), cuyos valores bioéticos están basados en la declaración de Helsinki de la Asociación médica mundial (AMM). Esta declaración resguarda los principios básicos éticos de cada participante: respeto, autonomía, confiabilidad, beneficencia, no maleficencia, y justicia.

Se establece el respeto por las personas, a través de la entrega de un consentimiento informado a cada participante de la investigación, el cual detalla de esta manera los objetivos, procedimientos a realizar en la investigación, confiabilidad de la información entregada, respetando en todo momento su decisión.

Se estableció además el principio de autonomía, respetando que los sujetos del estudio participan voluntariamente y pueden desistir en cualquier momento durante el transcurso de la investigación, si él así lo estima conveniente.

En el principio de confiabilidad donde cada participante tiene el derecho anonimato y privacidad de toda información personal que el presente, por lo cual en ningún momento se divulgarán los datos obtenidos por cada participante de forma individual.

El principio de beneficencia garantiza la seguridad del individuo, entregándole información de las barreras y motivos de nuestra investigación a realizar protegiéndolos de molestias o daños durante las mediciones de equilibrio tanto estático como dinámico, asegurando que si al ocurrir algún percance de gravedad, los responsables de la investigación se harán cargo de contestar dudas o necesidades del participante.

Dentro del principio de no maleficencia, busca no infligir daño al participante que colaboraran durante el transcurso de la investigaciones. Siendo respetado, ya que ninguna de las mediciones a realizar durante la investigación puede causar alguna afectación en el sujeto.

Se estableció por último el principio de justicia, no realizando ningún tipo de discriminación tratando a todos los participantes de igual manera, aplicándose los mismos protocolos para cada una de las mediciones, entregándole a cada uno un

consentimiento, tiempo para leer y aceptar su decisión de participar en el estudio, así como la misma información respecto los procedimientos de las pruebas a realizar.

Una vez informado y leído el consentimiento que contempla los principios básicos éticos, objetivos, procedimientos a realizar, beneficios, riesgos y asegurar la confiabilidad, se procedió a la firma de dos consentimientos informados, uno para el participante de la investigación y otro para los investigadores del estudio. (Anexo 5)

CAPÍTULO V: ANÁLISIS DE DATOS.

Los datos una vez obtenidos, fueron exportados desde Vicon Nexus 1.8.3 y digitalizados en Microsoft Excel 2016, Windows 10 para su respectivo análisis. La valorización del equilibrio estático se realizó a través de los parámetros de equilibrio asociados a los movimientos del centro de presión (COP)⁶⁰, específicamente la velocidad media (cm/s) en sentido anteroposterior y mediolateral, la cual fue calculada mediante el método de diferencia central (Anexo 6). Asimismo, los datos obtenidos del Y Balance Test fueron primeramente normalizados a la longitud de cada participante dividiendo la distancia de alcance por la longitud de la extremidad y luego multiplicado por 100 para tener en cuenta la influencia de la longitud de la pierna en el rendimiento de la prueba⁶¹(Anexo 7). Del mismo modo, la distancia de alcance compuesta normalizada se calculó con la suma de las tres direcciones de alcance dividida por tres veces la longitud de la extremidad multiplicando por 100 (Anexo 8)⁵⁷. Una vez realizados estos cálculos, se realizó el análisis de los datos, utilizando medidas de tendencia central (media aritmética) y de dispersión (desviación estándar, mínimo y máximo).

CAPÍTULO VI: RESULTADOS.

El presente estudio tiene como objetivo, determinar el comportamiento del equilibrio estático y dinámico en mujeres físicamente activas, con Síndrome doloroso patelofemoral, de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, y a su vez categorizar el nivel de actividad física.

Las características demográficas promedio de la muestra arrojaron una edad de 20 años, peso de 60,9 kg., talla de 1,59 m. y 4.067,2 MET's, datos que se ven reflejados en la Tabla 1 con sus respectivas desviaciones estándar. El nivel de actividad física del grupo de estudio se observa en la Tabla 2, pudiendo apreciar que los sujetos mostraron predominantemente un nivel de actividad física moderado por sobre el alto.

La Tabla 3 muestra la velocidad media del centro de presión (COP) en la dirección anteroposterior y mediolateral, para la pierna sintomática estos fueron de 221,9 mm/s y 202,4 mm/s respectivamente, en tanto para la pierna asintomática fueron de 215,3 mm/s y 199,6 mm/s respectivamente. Del mismo modo, la Figura 1 grafica la velocidad media del COP en ambas direcciones, exponiendo de manera comparativa según cada extremidad, lo que evidencia una velocidad antero-posterior y medial-lateral mayor en la extremidad sintomática en comparación con la extremidad asintomática. Además, los valores de velocidad en el sentido antero-posterior fueron mayores que los en sentido medial-lateral.

Los valores obtenidos en la prueba Y Balance son expresados como un porcentaje de la longitud de la pierna (normalizados) en las tres direcciones de alcance, datos que se encuentran en la Tabla 4. En esta tabla se aprecian los resultados de las direcciones anterior, posteromedial y posterolateral, los cuales arrojaron un promedio de 74,9 cm, 104,6 cm y 95,8 cm respectivamente en la pierna sintomática, así como para la pierna asintomática los promedios fueron de 80,04 cm 110,3 cm y 102,1 cm respectivamente. Estos datos fueron graficados en la Figura 2, donde se aprecia que la dirección que mostró menores distancias de alcance fue la anterior, seguida de la posterolateral y por último la posteromedial. La Figura 3 expresa los resultados globales de alcance de ambas extremidades, los cuales al igual que los datos obtenidos anteriormente fueron normalizados por la longitud de cada pierna. Es aquí donde se hace evidente que los

menores valores de alcance se mostraron en la pierna sintomática por sobre la asintomática.

La Figura 4, muestra los METs que presentaron los sujetos de estudio tras responder el cuestionario IPAQ abreviado, se puede apreciar que la mediana es de 3964,5 MET. La mayoría de los sujetos mostraron un gasto energético entre 2220 METs y 5919 METs, sin embargo, algunos sujetos presentaron un gasto energético tan bajo como 918 METs y tan alto como 9066 METs.

TABLA 1. Características demográficas de la muestra

VARIABLE	PROMEDIO ± DE
Edad	20 ± 1
Peso (kg)	60,9 ± 7,3
Talla (m)	1,59 ± 0,04
METs	4067,2 ± 2543,9

DE: Desviación estándar

kg: Kilogramos

m: Metros

MET's: Índice metabólico

TABLA 2. Nivel de actividad física de la muestra.

VARIABLE	n = 15		
Nivel de actividad física	Bajo	Moderado	Alto
	0	8 (53,4%)	7 (46,6%)

Bajo: Cuando el nivel de actividad física no está incluido en las demás categorías

Moderado: Al menos 600 MET-min/semana 5 veces a la semana ya sea en caminatas, actividad moderada y/o vigorosa; 3 veces a la semana actividad vigorosa de 20 minutos

diarios; actividad física moderada y/o caminata 5 veces a la semana al menos 30 minutos diarios.

Alto: Actividad física ya sea moderada y/o intensa, 7 veces a la semana y realice mínimo 3000 METs; o actividad vigorosa al menos 3 veces a la semana alcanzando mínimo 1500 METs.

TABLA 3. Valores de la velocidad del centro de presión (AP y ML) en prueba unipodal con la extremidad sintomática y asintomática (Promedio \pm Desviación estándar)

VARIABLE	EXTREMIDAD	
	Sintomática	Asintomática
Velocidad del COP		
<i>Velocidad media AP (mm/s)</i>	221,9 \pm 14,1	215,3 \pm 10,7
<i>Velocidad media ML (mm/s)</i>	202,4 \pm 20,4	199,6 \pm 18,8

AP: Antero-Posterior.

ML: Medial- Lateral.

mm/s: Milímetro/ segundo

TABLA 4. Valores de referencia para la prueba Y Balance (expresado como un porcentaje de la longitud de la pierna (%LL))

VARIABLES	PROMEDIO	DE
Anterior (%LL)		
<i>Sintomática</i>	74,9	6,3
<i>Asintomática</i>	80,04	9,2
Posteromedial (%LL)		
<i>Sintomática</i>	104,6	9,9
<i>Asintomática</i>	110,3	9,1
Posterolateral (%LL)		
<i>Sintomática</i>	95,8	11,8
<i>Asintomática</i>	102,1	13,9

FIGURA 1. Velocidad del centro de presión de las sujetos, en el eje antero-posterior (AP) y medial-lateral (ML), en prueba unipodal con la extremidad sintomática y asintomática.

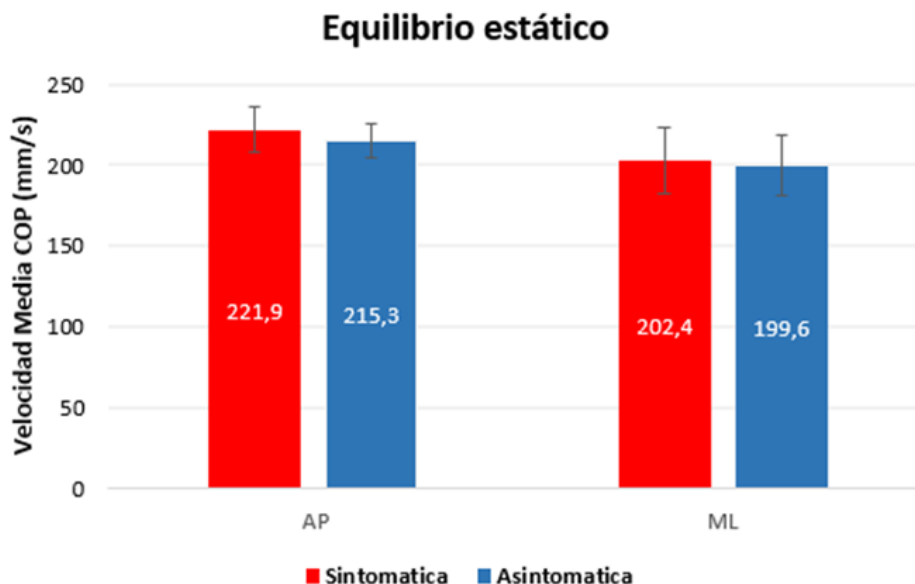


FIGURA 2. Promedio de distancia alcanzado en centímetros de las sujetos, según su extremidad asintomática en el gráfico superior y sintomática en el gráfico inferior, por cada eje de la prueba Y de Balance (posteromedial, posterolateral y anterior).

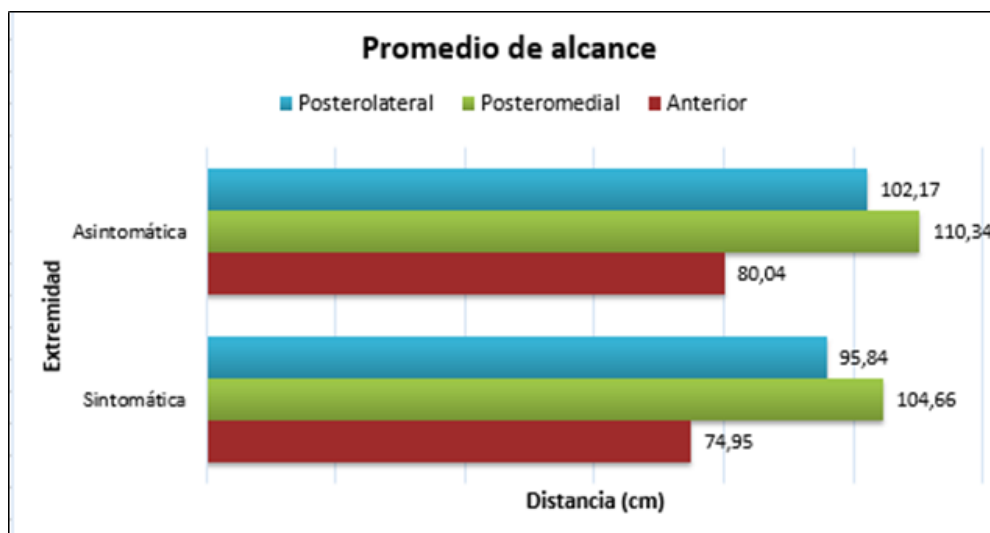


FIGURA 3. Promedio de distancia de alcance global de las sujetos con la extremidad asintomática y sintomática

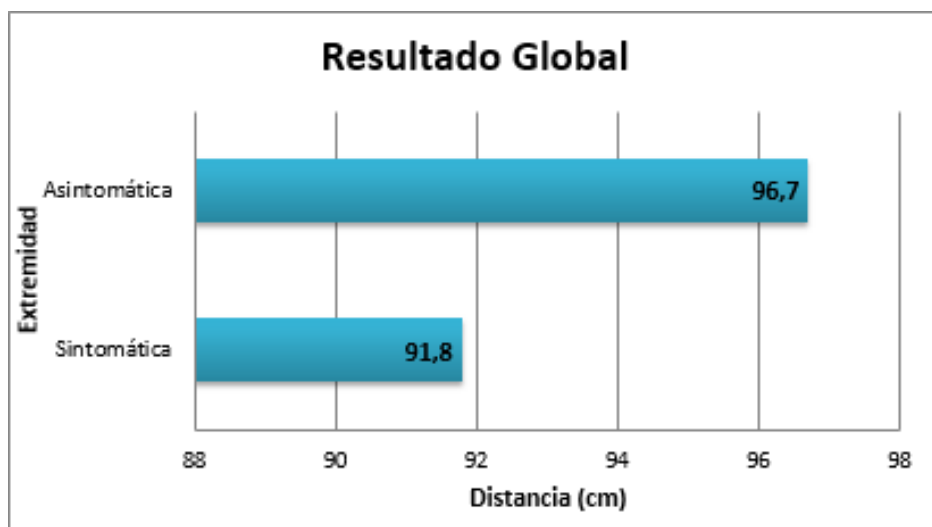
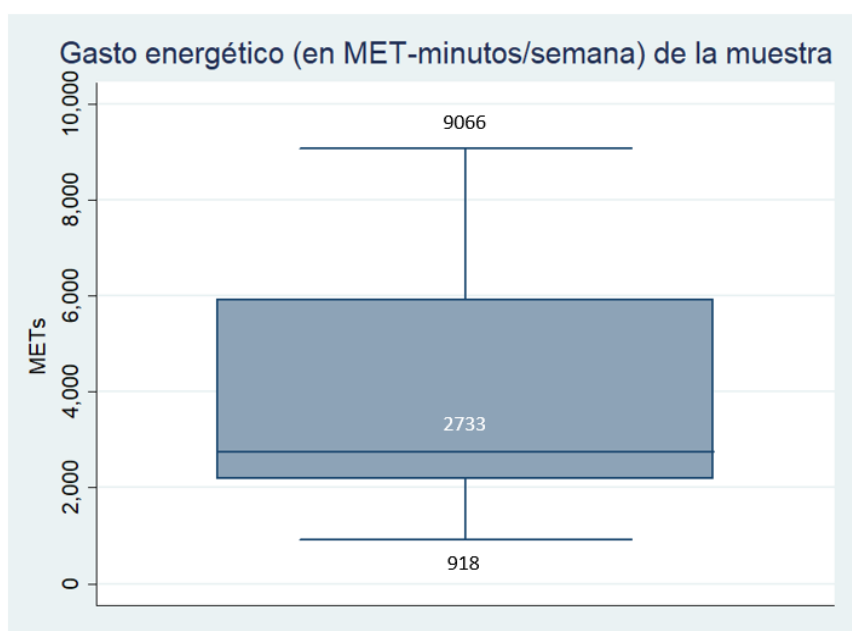


FIGURA 4. Nivel de actividad física según gasto energético (en METs-min/semana) global de las sujetos, con sus valores mínimo y máximo en relación a la mediana de los datos.



CAPÍTULO VII: DISCUSIÓN.

La presente investigación representa el primer estudio de equilibrio estático y dinámico realizado en mujeres jóvenes, activas físicamente y con síndrome doloroso patelofemoral. Si bien es cierto, estudios previos han investigado esta variable en personas con SDPF, estos han sido realizados en hombres, grupo que no presenta una gran incidencia de este síndrome en comparación con las mujeres. Otros estudios^{1,2,5,7,24,32} que han investigado el equilibrio en mujeres, fueron realizados en un grupo etario que no representa al de mayor incidencia. Esta investigación buscó describir y determinar tanto el equilibrio estático como dinámico en la población anteriormente descrita, observando el comportamiento de la pierna sintomática en relación a la asintomática, además de compararlos y categorizar el nivel de actividad física de la muestra de estudio. Por dichos motivos, la investigación actual proporciona una perspectiva única del comportamiento de estas variables en mujeres con SDPF.

El equilibrio en una posición unipodal estática en personas con SDPF fue menor en la extremidad sintomática en comparación con la asintomática, presentando mayores y menores valores de velocidad media del centro de presión respectivamente. Coincidiendo con los resultados expresados en otras investigaciones.^{1, 7, 24,34} Sin embargo, difiere con otro estudio en²⁴ cuanto al sentido en que el equilibrio es menor. Según este último las²⁴ personas con SDPF exhiben mayores valores de parámetros del COP, y por tanto un menor equilibrio, en el sentido medial-lateral, lo que se confronta con lo exhibido por los sujetos de esta investigación en donde la mayor amplitud de valores del COP fue en el sentido antero-posterior. Es necesario mencionar que los resultados mostrados por esta investigación son confiables, ya que fueron medidos con el instrumento apropiado e indicado para evaluar equilibrio^{26,47,60}, a diferencia de los expresados por otro estudio¹ quien no puede generalizar sus conclusiones debido a que el instrumento utilizado carece de fiabilidad. En cuanto al equilibrio dinámico, nuestros resultados coinciden con otros estudios en cuanto a que demuestra que las personas con SDPF exhiben la disminución de éste.^{1,2,5,32,33} Del mismo modo en que se mencionó anteriormente, los resultados expresados por otra investigación no fueron fiables debido al instrumento que fue utilizado, a diferencia de los resultados presentados en esta investigación los cuales

fueron ejecutados por una prueba altamente confiable^{57,61} en patologías de miembros inferiores. Los sujetos de este estudio exhibieron un menor equilibrio dinámico en el sentido anterior al igual que otro antes realizado,³² resguardando diferencias en cuanto a los test o pruebas aplicadas, quienes mostraron mayor inestabilidad en el plano sagital o eje antero-posterior. Esto se puede deber a la debilidad muscular existentes en personas que padecen con este síndrome, específicamente de musculatura extensora de cadera.²

La categorización de la muestra según nivel de actividad física, entrega datos importantes para poder establecer la dispersión que muestran los sujetos de estudio en cuanto a la cantidad de actividad física que realizan, y no solamente quedar con que son activos físicamente como fue una de las limitaciones en otra investigación.⁵ Sería interesante que en estudios posteriores se investigará cómo es el comportamiento del equilibrio, en los distintos niveles de actividad física para verificar si existen diferencias o no.

Tomando en cuenta esto último, es que una de las limitaciones de la presente investigación es el no poder realizar relaciones o causalidades debido al diseño de estudio, así como tampoco es posible extrapolar de manera óptima nuestros resultados por el bajo número de la muestra. Por tanto, sería recomendable para estudios futuros realizar la investigación en una muestra mayor, tomando en cuenta que una de las fortalezas del estudio fue el poder describir de manera simple el equilibrio de la muestra tras la aplicación de pruebas o test fáciles de realizar, además de no requerir un largo periodo de tiempo, lo que será de gran ayuda para futuras investigaciones relacionadas con el SDPF.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES.

Mujeres físicamente activas con síndrome doloroso patelofemoral exhibieron valores de velocidad media del centro de presión mayores en su extremidad sintomática en comparación con la extremidad asintomática, determinando un menor equilibrio estático en la extremidad que presentaba el SDPF. Además, los valores de velocidad media fueron mayores en el sentido antero-posterior por sobre el medial-lateral, lo que da a interpretar un peor comportamiento del equilibrio estático en este eje. Por otro lado, se determinó que el comportamiento del equilibrio dinámico en la extremidad sintomática era peor que en la asintomática, ya que, mostró menores valores de alcance en la prueba de Y Balance. Existe un menor equilibrio dinámico en la dirección anterior, seguida de las direcciones posterolateral y posteromedial respectivamente, y mayores diferencias en los ejes anterior y posteromedial en relación a la extremidad sintomática con la asintomática.

La muestra presentó niveles de actividad física alto y moderado, predominando este último, no se presentaron sujetos de un nivel de actividad físico bajo debido a las características de la muestra en estudio, puesto que era necesario ser activas físicamente. Se exhibió gran dispersión en el gasto energético, medido en METs (min-semana), en la muestra.

Finalmente, tanto el equilibrio estático como el dinámico tuvieron un peor comportamiento en la extremidad que presentaba el síndrome doloroso patelofemoral en comparación que con la que no. Ambos comportamientos coincidieron en que la dirección o sentido más afectado en cuanto al equilibrio fue el anterior por sobre los demás.

CAPÍTULO IX: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Akhbari B, Salavati M, Mohammadi F, Safavi-farokhi Z. Intra- and Inter-session Reliability of Static and Dynamic Postural Control in Participants with and without Patellofemoral Pain Syndrome. *Physiotherapy Canada*. 2015;67(3):248-253.
2. de Moura Campos Carvalho-e-Silva A, Peixoto Leão Almeida G, Oliveira Magalhães M, Renovato França F, Vidal Ramos L, Comachio J et al. Dynamic postural stability and muscle strength in patellofemoral pain: Is there a correlation? *The Knee*. 2016; 23(4):616-621.
3. Song C, Lin J, Chang A. Effects of Femoral Rotational Taping on Dynamic Postural Stability in Female Patients With Patellofemoral Pain. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2016;:1.
4. Rothermich M, Glaviano N, Hart J. Patellofemoral pain: epidemiology, pathophysiology, and treatment options. *Clin Sport Med*. 2015;2:27-38.
5. Yilmaz Yelvar G, Çirak Y, Dalkilinç M, Demir Y, Baltaci G, Kömürcü M. Impairments of postural stability, core endurance, fall index and functional mobility skills in patients with patello femoral pain syndrome. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2016; 30(1):163-170.
6. Green T. Síndrome patelofemoral: clínica y tratamiento. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*. 2005;26:1-9.
7. Citaker S, Kaya D, Yuksel I, Yosmaoglu B, Nyland J, Atay O et al. Static Balance in Patients With Patellofemoral Pain Syndrome. *Sports Health*. 2011; 3(6):524-527.
8. Fernández, JA. Martínez, AJ. Tenore, VA. Detectar la presencia de factores predisponentes y signos clínicos de disfunción patelofemoral entre seleccionados juveniles y no deportistas de 15 a 18 años de la ciudad de Punta Arenas por medio de un estudio comparativo utilizando evaluación kinésica. [Tesis de pregrado]. Punta Arenas, Chile: Universidad de Magallanes; 2006. 90 p.
9. Dixit, S., DiFiori, J., Burton, M. and Mines, B. Management of patellofemoral pain syndrome. *Am Fam Physician*. 2007.15:75(2), pp.194-202.

10. Petersen, W. Ellermann, A. Goesele-Koppenburg, A. Best, R. y cols. Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* (2014) 22:2264–2274.
11. Pappas, E and Wong-Tom, W. Prospective Predictors of Patellofemoral Pain Syndrome: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Health.* 2012 Mar; 4(2): 115–120.
12. Fort, A. Pujol, M. Concepto actual del síndrome de dolor femorrotuliano en deportistas. *Fisioterapia* 2007;29:214-22.
13. Taunton, J. Ryan, M. Clement, B. McKenzie, D. Lloyd-Smith, D. Zumbo, B. A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *Br J Sports Med* 2002;36:95–101.
14. Werner, S. Anterior knee pain: an update of physical therapy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014 Oct;22(10):2286-94.
15. Page P. Effectiveness of Elastic Resistance in rehabilitation of patients with PFPS. What is the evidence? *Sports Health.* 2011March; 3 (2): 190-194.
16. Kaya D, Doral MN, Callaghan M. How can we strength the Q femoris in patients with patellofemoral pain syndrome? *Muscles, ligaments and tendons journal* 2012; 2(1): 25-32.
17. Hammer W. Functional soft tissue examination and treatment by manual methods. Gaithersburg:Aspen Publications; 1999.
18. Thomee P, Thomee R, Karlsson J. Patellofemoral pain syndrome: pain, coping strategies and degree of well-being. *Scand J Med Sci Sports* 2002;12:276-81.
19. McConnell J. The physical therapist's approach to patellofemoral disorders. *Clin Sports Med* 2002;21:363-87.
20. López V, Mediavilla A. FACTORES PROXIMALES Y REEDUCACIÓN FUNCIONAL EN EL TRATAMIENTO DEL SÍNDROME DE DOLOR PATELOFEMORAL: REVISIÓN SISTEMÁTICA. Trabajo fin de grado Universidad pública de Navarra. 2014; 4 – 35.

- 21.** Bolgla LA, Boling MC. An update for the conservative management of patellofemoral pain syndrome: A systematic review of the literature from 2000 to 2010. *The international journal of sports physical therapy*. 2011 June; 6 (2): 112-122.11, 3, 12.
- 22.** Meira EP, Brumitt J. Influence of the Hip on Patients With Patellofemoral Pain Syndrome: A Systematic Review. *Sports Health*. 2011 September-October; 3 (5): 455-465.
- 23.** Frye JL, Ramey LN, Hart JM. The effects of exercise on decreasing pain and increasing function in patients with patellofemoral: a systematic review. *Sports Health* 2012 May; 4(3): 205-210.
- 24.** Lee S, Souza R, Powers C. The influence of hip abductor muscle performance on dynamic postural stability in females with patellofemoral pain. *Gait & Posture*. 2012; 36(3):425-429.
- 25.** Nardone A, Schieppati M. The role of instrumental assessment of balance in clinical decision making. *Eur.J Phys Rehabil Med* 2010; 46: 221-237.
- 26.** Pereira, Camila. Plataforma de força e equilíbrio postural: guia de avaliação e exercícios /Camila Pereira. Londrina: [s.n], 2016.
- 27.** Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil* 2000; 14: 402-406.
- 28.** Winter DA. Human Balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture* 1995; 3: 193-214.
- 29.** Shumway-Cook A, Woollacott M. Controle motor: teoria e aplicações práticas. São Paulo: manole; 2003.
- 30.** Gribble P, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *Journal of Athletic Training*. 2012;47(3):339-357.

- 31.** Cheung RT, Zhang Z, Ngai SP. Different relationships between the level of patellofemoral pain and quality of life in professional and amateur athletes. *PM R* 2013; 5(7):568–72.
- 32.** Negahban H, Etemadi M, Naghibi S, Emrani A, Shaterzadeh Yazdi M, Salehi R et al. The effects of muscle fatigue on dynamic standing balance in people with and without patellofemoral pain syndrome. *Gait & Posture*. 2013; 37(3):336-339.
- 33.** Saad M, Felício L, Masullo C, Liporaci R, Bevilaqua-Grossi D. Analysis of the center of pressure displacement, ground reaction force and muscular activity during step exercises. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2011;21(5):712-718.
- 34.** Ibrahim M, Alayat M, Shousha T. Evaluation of Postural Stability in Patellofemoral Pain Syndrome Patients. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy - An International Journal*. 2014; 8(2):100.
- 35.** Otterbach B. Interrater-Reliabilität des Single Leg Pick-Up Tests zur Beurteilung des Gleichgewichts und der Bewegungskontrolle von Lendenwirbelsäule und unterer Extremität. *Sportverletzung · Sportschaden*. 2015; 29(03):164-172.
- 36.** Chevidikunnan M, Al Saif A, Gaowgzeh R, Mamdouh K. Effectiveness of core muscle strengthening for improving pain and dynamic balance among female patients with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(5):1518-1523.
- 37.** Aminaka N, Gribble P. Patellar Taping, Patellofemoral Pain Syndrome, Lower Extremity Kinematics, and Dynamic Postural Control. *Journal of Athletic Training*. 2008;43(1):21-28.
- 38.** de Oliveira D, Magalhaes F, Pazzinatto M, Briani R, Ferreira A. Contribution of altered hip, knee and foot kinematics to dynamic postural impairments in females with patellofemoral pain during stair ascent. *The Knee*. 2016;23:376-381.
- 39.** Ato M, López J, Benavente A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, vol. 29, núm. 3. 2013;9(4):17-23.

- 40.** Terrasa S, Caccavo T, Ferraris J, Fescina T, Fuentes E, Gómez M et al. El reporte de un caso y las series de casos. Como leer un artículo: Guía para la lectura crítica de una serie de casos. 2007;10(1):19-22.
- 41.** Fernández P. Tipos de estudios clínico epidemiológicos. Investigación Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística. 1995;3(2):25-47.
- 42.** Romani F. Reporte de caso y serie de casos: una aproximación para el pregrado. Cimel. 2010;15(1):2.
- 43.** Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación (4a. ed.). 1st ed. Distrito Federal: McGraw-Hill Interamericana; 2006.
- 44.** Grimes D, Schulz K. An overview of clinical research: the lay of the land. The Lancet. 2002; 359(9300):57-61.
- 45.** Albrechta J, Mevesb A, Bigby M. Case reports and case series from Lancet had significant impact on medical literature. Journal of Clinical Epidemiology 58 (2005) 1227–1232.
- 46.** Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, y col. : Star Excursion Balance Test como predictor de lesiones en las extremidades inferiores en jugadores de baloncesto de la escuela secundaria . J Orthop Sports Phys Ther, 2006, 36 : 911-919.
- 47.** Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. Eur J Phys Rehabil Med 2010; 46: 239-48.
- 48.** Jonsson E, Seiger A, Hirschfeld H. One-leg stance in healthy young and elderly adults: a measure of postural steadiness? Clin Biomech (Bristol. Avon.) 2004; 19: 688-694.
- 49.** Lin D, Seol H, Nussbaum MA, Madigan ML. Reliability COP-based postural sway measures and age-related differences. Gait Posture 2008; 28: 337-342.
- 50.** Pinsault N, Vuillerme N. Test-retest of centre of foot pressure measures to assess postural control during unperturbed stance. Med Eng Phys 2009; 31: 276- 286.

- 51.** Zok M, Mazzà C, Cappozzo A. Should the instructions issued to the subject in traditional static posturography be standardised? *Med Eng Phys* 2008;30:913–6.
- 52.** Da Silva RA, Martin B, Parreira RB et al. Age-related differences in time-limit performance and force platform-based balance measures during one-leg stance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2013; 23: 634–639.
- 53.** Gribble PA, Hertel J, Plisky P: Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train*, 2012, 47: 339–357.
- 54.** Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, et al. : The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther*, 2009, 4: 92–99.
- 55.** Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, et al. : Y-balance test: a reliability study involving multiple raters. *Mil Med*, 2013, 178: 1264–1270.
- 56.** Hyong IH, Kim JH: Test of intrarater and interrater reliability for the star excursion balance test. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26: 1139–1141.
- 57.** Alnahdi AH, Alderaa AA, Aldali AZ, Alsobayel H. Reference values for the Y Balance Test and the lower extremity functional scale in young healthy adults. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(12):3917-3921.
- 58.** Mantilla Toloza S, Gómez-Conesa A. El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*. 2007;10(1):48-52.
- 59.** Román Viñas B, Ribas Barba L, Ngo J, Serra Majem L. Validación en población catalana del cuestionario internacional de actividad física. *Gaceta Sanitaria*. 2013;27(3):254-257.
- 60.** Duarte M, Freitas SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Revista Brasileira de Fisioterapia*; 2010 maio/jun; 14 (3): 183-92.

61. Gribble PA, Hertel J: Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. *Meas Phys Educ Exerc Sci*, 2003, 7: 89–100.

ANEXOS.

Anexo 1:



N°

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

--	--	--

NOMBRE: _____

N° DE CONTACTO: _____ EMAIL: _____

EDAD: _____ PESO: _____ TALLA: _____ DERECHA / IZQUIERDA

CARRERA: _____ DEPORTE: _____

¿CUANTAS VECES A LA SEMANA REALIZA DEPORTE? _____

EQUILIBRIO ESTATICO

“En la misma posición de la imagen usted deberá mantenerse lo más quieto posible durante 30 segundos con los ojos abiertos mirando la cruz que está en la pared y sus brazos pegados al tronco. Luego de los 30 segundos se le avisará y deberá volver a una posición normal para descansar otros 30. Se repetirá la prueba dos veces más.”

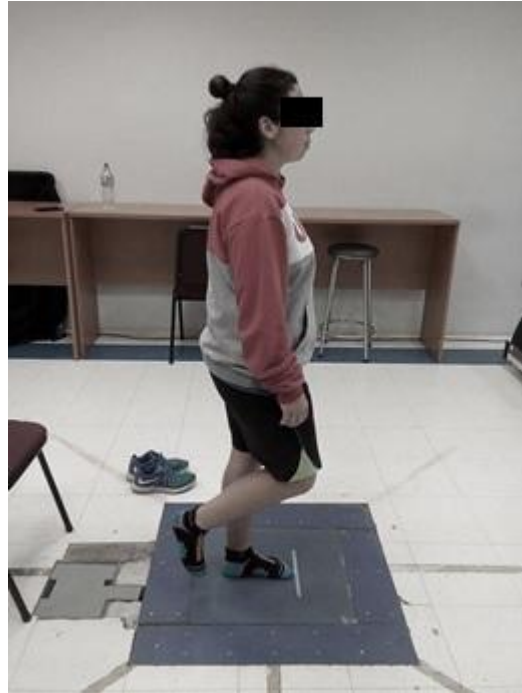


EQUILIBRIO DINAMICO

LARGO DE LA PIERNA → SINTOMATICA: _____ ASINTOMATICA: _____

		Intento 1	Intento 2	Intento 3
ANTERIOR	Sintomática			
	Asintomática			
POSTEROLATERAL	Sintomática			
	Asintomática			
POSTEROMEDIAL	Sintomática			
	Asintomática			

Anexo 2



Anexo 3



Alcance anterior



Alcance posteromedial



Alcance posterolateral

Anexo 4:

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

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

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

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

_____ días por semana

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

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

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

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

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

_____ días por semana

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

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

_____ horas por día
_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

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

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

_____ días por semana

No caminó → **Pase a la pregunta 7**

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

_____ horas por día
_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

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

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

_____ horas por día
_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Anexo 5:



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Usted ha sido invitado a participar del Proyecto de Investigación "Evaluación del equilibrio estático y dinámico en mujeres físicamente activas con Síndrome doloroso patelofemoral de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Estudio serie de casos", cuyo objetivo principal es evaluar el comportamiento del equilibrio estático y dinámico en mujeres jóvenes físicamente activas con signos y síntomas de Síndrome de Dolor Patelofemoral de la UCSC. El estudio será realizado por los estudiantes Katherine Alejandra Escobar Salazar, Mauricio Ignacio Rojas Villagrán y Cynthia Monserrat Salgado Diaz de la Carrera de Kinesiología, perteneciente a la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de la Santísima Concepción y serán guiados por la docente Sonia Alejandra Sepúlveda Martin.

El apoyo al desarrollo de esta investigación es fundamental, ya que estará contribuyendo para aportar nuevos antecedentes sobre esta patología, tomando en cuenta que esta será la primera investigación acerca del equilibrio estático y dinámico realizada en mujeres universitarias activas físicamente, lo que es sumamente importante para la prevención, diagnóstico y tratamiento de este síndrome.

La participación en esta investigación es voluntaria, no tiene pago o compensaciones asociadas, y si está de acuerdo se le realizarán los siguientes procedimientos: Prueba de equilibrio postural, que consiste en mantenerse de pie en una sola pierna durante 30 segundos en tres ocasiones y una prueba de equilibrio dinámico en donde deberá alcanzar con su pie distintas líneas mientras está sostenido en la otra pierna. Además, se realizara una encuesta y otro tipo de preguntas.

Es importante indicar que producto de la aplicación de los procedimientos, usted no sufrirá ningún riesgo, molestia o lesión, ya que no se efectuará ninguna intervención.

Sus datos personales serán mantenidos de forma anónima y en completa privacidad. Toda la información obtenida será mantenida en archivos por parte de los responsables por un periodo de 5 años, luego serán eliminados. Los resultados de la investigación podrán ser difundidos y/o publicados en medios que posean fines académicos y en ningún caso se proporcionará la identificación de los participantes.

Usted es libre de acceder a la investigación y de retirar su autorización en cualquier momento.

El Consentimiento Informado será firmado en 2 copias idénticas, dejando una copia en su poder y la otra para los responsables del estudio. En caso de que considere necesario aclarar cualquier duda o consultas:

Nombre de Investigador responsable:

Email:

Teléfono:

.....
Firma de Investigador responsable

Declaro haber leído la totalidad del documento, estoy completamente de acuerdo y acepto participar del estudio.

Nombre del Participante:

Rut:

.....
Firma del Participante

Concepción, de septiembre 2017

Anexo 6:

$$V_{xi} = \frac{X_{i+1} - X_{i-1}}{2\Delta t} \quad \text{Componente Horizontal}$$

$$V_{yi} = \frac{Y_{i+1} - Y_{i-1}}{2\Delta t} \quad \text{Componente Vertical}$$

Anexo 7:

$$\left(\frac{\text{Distancia de alcance}}{\text{Longitud del miembro}} \right) \times 100$$

Anexo 8:

$$\left(\frac{\text{Suma de las distancias máximas de alcance}}{3 \text{ veces la longitud del miembro}} \right) \times 100$$