



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS CINEMÁTICOS DE HABILIDADES
MOTRICES LOCOMOTORAS EN MUJERES FUTBOLISTAS DE ALTO RENDIMIENTO**

LADY MARCELA NUÑEZ QUINTERO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ
MAESTRIA EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FISICA
PROPUESTA DE TRABAJO FINAL DE MAESTRIA

2021

**CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS CINEMÁTICOS DE HABILIDADES
MOTRICES LOCOMOTORAS EN MUJERES FUTBOLISTAS DE ALTO RENDIMIENTO**

LADY MARCELA NUÑEZ QUINTERO

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO
DE MAGISTER EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FÍSICA

DIRIGIDO POR:

PhD. ÉRICA MABEL MANCERA SOTO. Ft MSc.

Profesora Asociada

Departamento del Movimiento Corporal Humano

CO DIRECCIÓN:

MD. JUAN MANUEL CORREA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTA
MAESTRIA EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FISICA
PROPUESTA DE TRABAJO FINAL DE MAESTRIA

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, por ser el pilar más importante, mi motor y guía. A mis hermanos y cuñada, por su cariño y apoyo incondicional. A Samuel, por el ser el ángel más hermoso que Dios ha puesto en mi camino. A mis amigas Diana y Anny, por su cariño y apoyo cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día. A mi tutora y amiga Erica Mancera, mil gracias por creer en mí y en la realización de este proyecto. Y finalmente, a la profesora Nancy Landinez, gracias por tu vocación y amor a esta profesión.

AGRADECIMIENTOS

Un trabajo de investigación es siempre fruto de ideas, proyectos y esfuerzos previos que corresponden a otras personas. En este caso mi más sincero agradecimiento al ingeniero biomédico, Nicolás Figueroa y al Dr. y codirector de tesis, Juan Manuel Correa. Quienes con sus ideas permitieron la construcción y elaboración de esta investigación.

Agradecimiento especial a la Universidad Nacional de Colombia, por acogerme durante mi formación profesional, por darme el ejemplo de los mejores profesores en el área y por brindarme toda la ayuda necesaria para mi superación tanto profesional como personal.

Al laboratorio de análisis biomecánico –MovyLab- y al Club deportivo Azul y Blanco Millonarios F.C. por su aporte y ayuda en la elaboración de este estudio.

Finalmente, un agradecimiento a todos los profesionales, amigos y conocidos, quienes de alguna manera me ayudaron en la elaboración y ejecución de este proyecto.

A Todos, Muchas Gracias.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN El fútbol es el deporte más popular en el mundo, según la FIFA, la liga femenina se juega oficialmente en más de 100 países con un estimado de 30 millones de jugadoras alrededor del mundo. Este deporte requiere una variedad de habilidades motrices que, fundamentan la generación de respuestas motoras en la realización del gesto en el deporte. La determinación de los parámetros cinemáticos de miembros inferiores en los que se desarrolla cada una de las habilidades motrices permitirá realizar una evaluación objetiva del futbolista, esto servirá para guiar y monitorear el proceso de entrenamiento, como indicador para la prevención precoz de lesiones osteomusculares o en casos específicos para evaluar el proceso de rehabilitación pre y pos-lesión deportiva.

OBJETIVO Caracterizar los parámetros cinemáticos de habilidades motrices locomotoras en mujeres futbolistas de alto rendimiento.

METODOLOGÍA: La presente investigación es de tipo transversal descriptivo con enfoque cuantitativo. En el cual, se realizó la caracterización de los parámetros cinemáticos de miembros inferiores de las habilidades motrices locomotoras: *Running, Drop Jump, Vertical Stop Jump, Step Down, Side Cut, Cross Cut* y *Countermovement Jump* de 18 jugadoras del club Azul Y Blanco Millonarios F.C, en el laboratorio de análisis de movimiento MovyLab. Para la captura de señales se colocaron 32 biomarcadores en prominencias óseas y tejidos blandos. El movimiento 3D se recopiló con un sistema de captura de movimiento de 8 cámaras Vicon Vantage® de muestreo a 120 Hz. Los datos de movimiento se procesaron a través del software de captura de datos Nexus® en conjunto con el software de programación de cálculos matemáticos Matlab®.

RESULTADOS: las jugadoras presentaron características similares entre ellas según el examen físico y la caracterización de la población. Se realizó la medición de la cinemática en 100 puntos igualmente espaciados durante un ciclo de habilidad motriz, se abordó el análisis de los datos por medio de técnicas estadísticas para datos funcionales. Y finalmente, se presenta para cada habilidad las curvas de cinemática de pelvis, cadera, rodilla y tobillo en los planos sagital, coronal y transversal, haciendo énfasis en los puntos críticos de medición para cada habilidad y los rangos significativos determinados.

DISCUSIÓN Esta es la primera investigación en el fútbol profesional colombiano, en describir la cinemática de miembros inferiores en la realización de una serie de habilidades motrices, utilizando la tecnología Gold standard en análisis computarizado de movimiento. Se realizó una comparación de los parámetros cinemáticos de cada habilidad motriz establecidos en la presente investigación con los hallazgos de otros estudios relacionados y, se presentan sus implicaciones teóricas y prácticas dentro del ámbito de la fisiología del deporte. Las habilidades motrices de salto presentaron valores similares en la descripción de su cinemática, por lo que, solo sería necesario la evaluación de una habilidad motriz para determinar el riesgo de lesión. Lo mismo ocurre en las habilidades motrices de giro, debido a que se evalúa la estabilidad de la pierna en apoyo. Por lo tanto, solo es necesario evaluar una de las habilidades para determinar el riesgo de lesión, principalmente los relacionados con LCA.

CONCLUSIONES Esta investigación describe los valores de la cinemática normal en la que se realizan las habilidades motrices del fútbol, los cuales pueden ser utilizados como parámetros de referencia en la detección temprana del riesgo de lesión osteomuscular de jugadoras profesionales de fútbol.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	11
LISTA DE GRÁFICOS	12
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	17
1. INTRODUCCIÓN	18
2. ANTECEDENTES	21
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	26
4. JUSTIFICACIÓN	27
5. MARCO TEÓRICO	30
5.1 Habilidades Motrices	30
5.2. Habilidades motrices en el gesto deportivo del futbol	32
5.3 Lesiones deportivas en el futbol	35
5.3.1 Factores etiológicos de las lesiones.....	35
5.4 Evaluación biomecánica del movimiento	38
5.4.1 Alteraciones en la cinemática articular en jugadoras de futbol	39
6. OBJETIVOS	42
6.1 OBJETIVO GENERAL	42
6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	42
7. MARCO METODOLÓGICO	43
7.1 Tipo de estudio.....	43

7.2 Población objeto.....	43
7.2.1 Criterios de inclusión	43
7.2.2. Criterios de exclusión.....	44
7.3 Consideraciones éticas	44
7.4 Procedimientos	45
Instrumentos de recolección de información	55
7.5 Variables	56
8. RESULTADOS	59
8.1 Caracterización de la población.....	59
8.2 Examen físico fisioterapéutico	60
8.3 Descripción de la cinemática de las habilidades motrices	63
8.4 Cinemática de la habilidad motriz Running.....	66
8.4.1 Descripción de la cinemática en el plano sagital de la habilidad motriz Running .	66
8.4.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad motriz Running	69
8.4.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz Running.....	71
8.5 Cinemática de la habilidad motriz Drop Jump.....	74
8.5.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad motriz DJ.....	75
8.5.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad motriz DJ	77
8.5.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz DJ.....	79
8.6 Cinemática de la habilidad motriz Vertical Stop Jump.	81
8.6.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad motriz VSJ.....	82

8.5.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad VSJ.....	84
8.6.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz VSJ.....	85
8.7 Cinemática de la habilidad motriz Step Down.....	88
8.7.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad motriz SD.	88
8.7.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad motriz SD.....	91
8.4.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz SD.	93
8.8 Descripción de la cinemática de la habilidad motriz Countermovement Jump.	96
8.8.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad CMJ.	96
8.8.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad CMJ.....	98
8.8.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad CMJ.....	100
8.9 Cinemática de la habilidad motriz Side Cut.	103
8.9.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad SC.....	103
8.9.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad SC.	105
8.9.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz SC.	107
8.10 Cinemática de la habilidad motriz Cross Cut.	109
8.10.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad CC.....	109
8.10.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad CC.	111
8.10.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz CC.....	112
9. DISCUSIÓN.....	115
9.1. Características generales de la población.....	115
9.2 HABILIDADES DE DESPLAZAMIENTO.....	117

9.2.1 RUNNING	118
9.3 HABILIDADES DE SALTO	122
9.3.1 DROP JUMP.....	123
9.3.2 VERTICAL STOP JUMP	125
9.3.3 COUNTER MOVEMENT JUMP (CMJ)	127
9.4 STEP DOWN	128
9.5 HABILIDADES DE GIROS	130
9.5.1 CAMBIO DE DIRECCIÓN.....	130
10. CONCLUSIONES	140
11. LIMITACIONES	142
12. RECOMENDACIONES.....	143
13. ANEXOS.....	144
13.1. Anexo 1. Cumplimiento de criterios de inclusión y exclusión.....	144
13.2 Anexo 2. Consentimiento informado.....	145
13.3 Anexo 3. Evaluación de historia deportiva y examen físico	148
14. REFERENCIAS	155

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Posicionamiento de marcadores	49
Tabla 2. Operacionalización de variables	58
Tabla 3. Caracterización de la población.	60
Tabla 4. Examen físico fisioterapéutico.....	62
Tabla 5. Cinemática de Running - plano sagital.....	67
Tabla 6. Cinemática del running - plano coronal	70
Tabla 7. Cinemática de Running - plano transversal.....	72
Tabla 8. Cinemática de Drop Jump - plano sagital.....	75
Tabla 9. Cinemática de Drop Jump - plano coronal	78
Tabla 10. Cinemática de Drop Jump - plano transversal.....	80
Tabla 11. Cinemática de vertical stop Jump - plano sagital.....	82
Tabla 12. Cinemática del vertical stop Jump - plano coronal	84
Tabla 13. Cinemática del vertical stop Jump - plano transversal.....	86
Tabla 14. Cinemática del Step Down- plano sagital.	89
Tabla 15. Cinemática del Step Down - plano coronal.....	92
Tabla 16. Cinemática de Step Down - plano transversal.....	94
Tabla 17. Cinemática del CMJ- plano sagital	97
Tabla 18. Cinemática del CMJ - plano coronal.....	99
Tabla 19. Cinemática del CMJ - plano transversal.....	101
Tabla 20. Comparación de valores del examen físico fisioterapéutico determinado vs valores de referencia en la literatura	117
Tabla 21. Comparación de cinemática Cross Cut y Side Cut de la investigación Hyun Kim y cols de VS valores reportados en nuestra investigación	133

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1. MovyLab, laboratorio de análisis de movimiento.	45
Gráfica 2. Posicionamiento de biomarcadores.	47
Gráfica 3. Modelo plug-in-gait para posicionamiento de biomarcadores. Fuente: https://docs.vicon.com/display/nexus26/full+body+modeling+with+plug-in+gait	50
Gráfica 4. Evaluación de la habilidad motriz Runinng	51
Gráfica 5. Reconstrucción tridimensional y evaluación de la habilidad motriz del Drop Jump.	51
Gráfica 6. Reconstrucción tridimensional y evaluación de la habilidad motriz del Vertical Stop Jump.	52
Gráfica 7. Reconstrucción tridimensional y evaluación de la habilidad motriz del Step Down	52
Gráfica 8. (a) Reconstrucción tridimensional Side Cut hacia la derecha, (b) reconstrucción tridimensional Side Cut hacia la derecha, (c) evaluación de la habilidad motriz del Side Cut hacia la derecha.	53
Gráfica 9. (a) Reconstrucción tridimensional Cross Cut hacia la derecha, (b) reconstrucción tridimensional Cross Cut hacia la izquierda, (c) evaluación de la habilidad motriz del Cross Cut hacia la izquierda.	54
Gráfica 10. Reconstrucción tridimensional y evaluación de la habilidad motriz del CMJ. .	54
Gráfica 11. Curva con atípicos de la cinemática de abducción y aducción de cadera en la realización de la habilidad motriz Drop Jump.....	63
Gráfica 12. Curva con atípicos de la cinemática de dorsiflexión y plantiflexión de tobillo en la realización de la habilidad motriz CMJ	64

Gráfica 13. Curva con atípicos de la cinemática de rotación de rodilla en la realización de la habilidad motriz Cross Cut.....	64
Gráfica 14. Cinemática de la inclinación de pelvis en el running.....	67
Gráfica 15. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el running.....	68
Gráfica 16. Cinemática de la flexo-extensión de la rodilla en el running.....	68
Gráfica 17. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el running.....	69
Gráfica 18. Cinemática de la oblicuidad de pelvis en el Running.....	70
Gráfica 19. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el Running.....	70
Gráfica 20. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el Running.....	71
Gráfica 21. Cinemática de la rotación de pelvis en el Running.....	72
Gráfica 22. Cinemática de la rotación de la cadera en el running.....	73
Gráfica 23. Cinemática de la rotación de la rodilla en el Running.....	73
Gráfica 24. Cinemática de la progresión del pie en el running.....	74
Gráfica 25. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el Drop Jump.....	76
Gráfica 26. Cinemática de la flexo-extensión de la rodilla en el Drop Jump.....	76
Gráfica 27. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el Drop Jump.....	77
Gráfica 28. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el Drop Jump.....	78
Gráfica 29. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el Drop Jump.....	79
Gráfica 30. Cinemática de la rotación de la cadera en el Drop Jump.....	80
Gráfica 31. Cinemática de la rotación de la rodilla en el Drop Jump.....	81
Gráfica 32. Cinemática de la progresión del pie en el Drop Jump.....	81
Gráfica 33. Cinemática del flexo-extensión de la cadera en el vertical stop Jump.....	83
Gráfica 34. Cinemática del flexo-extensión de la rodilla en el vertical stop Jump.....	83
Gráfica 35. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el vertical stop Jump.....	84
Gráfica 36. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el vertical stop Jump.....	85

Gráfica 37. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el vertical stop Jump.	85
Gráfica 38. Cinemática de la rotación de la cadera en el vertical stop Jump.	86
Gráfica 39. Cinemática de la rotación de la rodilla en el vertical stop Jump.	87
Gráfica 40. Cinemática de la progresión del pie en el vertical stop Jump.	87
Gráfica 41. Cinemática de la inclinación de pelvis en el Step Down.	89
Gráfica 42. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el Step Down.	90
Gráfica 43. Cinemática del flexo-extensión de la rodilla en el Step Down.	91
Gráfica 44. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el Step Down.	91
Gráfica 45. Cinemática de la oblicuidad de pelvis en el Step Down.	92
Gráfica 46. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el Step Down.	93
Gráfica 47. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el Step Down.	93
Gráfica 48. Cinemática de la rotación de pelvis en el Step Down.	94
Gráfica 49. Cinemática de la rotación de la cadera en el Step Down.	95
Gráfica 50. Cinemática de la rotación de la rodilla en el Step Down.	95
Gráfica 51. Cinemática de la progresión del pie en el Step Down.	96
Gráfica 52. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el CMJ.	97
Gráfica 53. Cinemática de la flexo-extensión de la rodilla en el CMJ.	98
Gráfica 54. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el CMJ.	98
Gráfica 55. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el CMJ.	99
Gráfica 56. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el CMJ.	100
Gráfica 57. Cinemática de la rotación de la cadera en el CMJ.	101
Gráfica 58. Cinemática de la rotación de la rodilla en el CMJ.	102
Gráfica 59. Cinemática de la progresión del pie en el CMJ.	102
Gráfica 60. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el Side Cut.	104
Gráfica 61. Cinemática de la flexo-extensión de la rodilla en el Side Cut.	104

Gráfica 62. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el Side Cut.....	105
Gráfica 63. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el Side Cut.	106
Gráfica 64. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el Side Cut.	106
Gráfica 65. Cinemática de la rotación de la cadera en el Side Cut.....	107
Gráfica 66. Cinemática de la rotación de la rodilla en el Side Cut.	108
Gráfica 67. Cinemática de la progresión del pie en el Side Cut.....	108
Gráfica 68. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el Cross Cut.	110
Gráfica 69. Cinemática de la flexo-extensión de la rodilla en el Cross Cut.....	110
Gráfica 70. Cinemática De La Dorsi-Plantiflexión Del Tobillo En El Cross Cut.....	111
Gráfica 71. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el Cross Cut.	111
Gráfica 72. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el Cross Cut.....	112
Gráfica 73. Cinemática de la rotación de la cadera en el Cross Cut.....	113
Gráfica 74. Cinemática de la rotación de la rodilla en el Cross Cut.....	113
Gráfica 75. Cinemática de la progresión del pie en el Cross Cut.	114
Gráfica 76. Comparación de la cinemática del running reportada en la investigación de Patrick y Cols. vs la descrita en la presente investigación.	120
Gráfica 77. Comparación de la cinemática del running reportada en la investigación de Arndt y Cols. vs la descrita en la presente investigación.	121
Gráfica 78.Comparación de la cinemática de Step Down reportada en la investigación de Kozánek y cols. vs la descrita en la presente investigación.	129
Gráfica 79.Comparación de la cinemática de rodilla en un Side Cut reportada Investigación de Hyun Kim y cols. vs la descrita en la presente investigación.....	133
Gráfica 80.Comparación de la cinemática reportada Investigación de Jones y cols. vs la descrita en la presente investigación.	135

Gráfica 81.Comparación de la cinemática reportada Investigación de Landry y cols.vs la descrita en la presente investigación. 137

Gráfica 82.Comparación de la cinemática reportada Investigación de Mok y cols. vs la descrita en la presente investigación. 139

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

F.C.	Futbol Club
LCA	Ligamento Cruzado Anterior
FIFA	Federación Internacional de Fútbol Asociación
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ABD	Abducción
ADD	Aducción
\bar{x}	Promedio
GM	Grado De Movimiento
SD	Desviación Estándar
COLS.	Colaboradores
DJ	Drop Jump
VSJ	Vertical Stop Jump
CMJ	Countermovement Jump
SC	Side Cross
CC	Cross Cut
SD	Step Down

1. INTRODUCCIÓN

La realización del gesto deportivo requiere del desarrollo de habilidades motrices locomotoras que son factibles de ser medidas. La realización de estas habilidades en rangos de movimiento que generen lesiones representan un factor de riesgo de origen biomecánico (1–10). La determinación de los parámetros cinemáticos de miembros inferiores en los que se desarrolla cada una de las habilidades motrices permitirá realizar una evaluación objetiva de futbolistas con características antropométricas, morfológicas y funcionales específicas de la población femenina colombiana. Esto servirá para guiar y monitorear el proceso de entrenamiento, como indicador para la prevención precoz de lesiones osteomusculares o en casos específicos para evaluar el proceso de rehabilitación pre y pos-lesión deportiva.

El fútbol es el deporte más popular en el mundo, tanto en practicantes como en espectadores. Existen más de 250 millones de jugadores registrados alrededor del mundo y su organismo gubernamental, la Federación Internacional de Fútbol Asociado (FIFA), tiene más naciones asociadas que las naciones unidas (ONU)(11). Considerándose así, como uno de los deportes más importantes del mundo. Según la FIFA, la liga femenina se juega oficialmente en más de 100 países con un estimado de 30 millones de jugadoras alrededor del mundo. En Colombia, se han realizado cuatro versiones oficiales de liga femenina, dentro de la categoría profesional de la Dimayor, lo que ha aumentado el número de clubes y ligas no oficiales femeninas en todo el país.

La ejecución de las habilidades motrices en el gesto deportivo del fútbol, requiere una realización perfecta para evitar la fatiga osteomuscular que como consecuencia pueda generar lesiones osteomusculares (12). Las lesiones deportivas pueden llegar a condicionar

el rendimiento de un jugador o equipo de manera determinante(13), aumentando el gasto sanitario de los clubes deportivo. Es por esto, que la valoración de los factores de riesgo de lesiones deportivas por afección en la ejecución de habilidades motrices debe ser una de las prioridades de los clubes.

La biomecánica se utiliza en el deporte para definir las características técnicas, cinéticas y cinemáticas de las habilidades motoras y así obtener una comprensión de la efectividad mecánica en la ejecución, identificando factores subyacentes a su desempeño exitoso. La evaluación y detección temprana de estos factores biomecánicos mal ejecutados en el cumplimiento de habilidades motrices necesarias para la construcción del gesto deportivo, puede llevar a un diagnóstico temprano en jugadores con factores de riesgo de lesión.

El análisis cinesiológico y biomecánico de cada movimiento, así como la comprensión de los procesos fisiológicos que afectan a los diferentes tejidos y sistemas, son la base para la elaboración de programas de prevención. En el momento, no existen líneas de base de los parámetros cinemáticos de las habilidades motrices en futbolistas de alto rendimiento de nuestro país. A partir de la creación de esta línea de base y de analizar los factores de riesgo a partir de la no normalidad de los datos, se podrá realizar un diagnóstico temprano de lesiones osteomusculares, además de permitir derivar recomendaciones de mejora en la ejecución del gesto deportivo.

El presente manuscrito tiene como finalidad caracterizar los parámetros cinemáticos de las habilidades motrices locomotoras en mujeres futbolistas de alto rendimiento de nuestro país. Se presenta un análisis de las investigaciones relacionadas con el tema en estudio, lo que permite determinar el vacío literario y la justificación para la realización de la presente investigación. Se realiza un detallado estado del arte, el paso a paso en la ejecución de la

investigación, los resultados encontrados y finalmente, una discusión de los hallazgos en contraste con lo reportado en la literatura, junto con sus implicaciones prácticas y teóricas.

2. ANTECEDENTES

El desarrollo del gesto deportivo del fútbol requiere la especialización de una serie de habilidades motrices, que como las definió Murgui y Cols. son “acciones musculares o corporales requeridas para ejecutar un acto deseado, constituyen secuencias de movimientos necesarias para la adecuada participación en actividades deportivas y pueden incluir aspectos locomotores, manipulativos o de control”(14). de acuerdo a la revisión de la literatura, la principales habilidades motrices locomotoras que se manifiestan en el fútbol son: *Running*, *Drop Jump (DJ)*, *Vertical Stop Jump (VSJ)*, *Step Down (SD)*, *Side Cut(SC)*, *Cross Cut (CC)* y *Countermovement Jump (CMJ)* (1–10).

La ejecución de estas habilidades se asocia a la realización de varios gestos deportivos en el fútbol como, el *running* al correr o realizar Sprint, las habilidades de *DJ*, *VSJ* y *CMJ* en los gestos deportivos de cabeceo o golpe de balón y finalmente, las habilidades de *SC* y *CC* en los cambios de dirección. Existen diversos estudios relacionados con esta temática, tanto en hombres como en mujeres, en los cuales se ha descrito aspectos de las habilidades motrices como los rangos artrocinemáticos en los que se realiza dicha actividad o los movimientos que pueden desencadenar el aumento del riesgo de presentar una lesión osteomuscular (2–12). La importancia del abordaje de esta temática radica en la obtención de parámetros para la prevención del riesgo de lesiones, que faciliten la medición objetiva del jugador, lo que permite mejorar la efectividad del entrenamiento, la rehabilitación deportiva y la calidad de vida del deportista.

Las habilidades motrices se pueden clasificar en habilidades de salto, de desplazamiento y de giros(15). De esta manera, se puede considerar que el *Drop Jump (DJ)*, *Vertical Stop Jump (VSJ)* y *Countermovement Jump (CMJ)* forman parte del grupo de habilidades

motrices de salto; el *Side Cross (SC)* y *Cross Cut (CC)* de las habilidades motrices de giro, el *Running* de las habilidades motrices de desplazamiento y finalmente, la habilidad motriz *Step Down (SD)*, se realiza como una evaluación de la estabilidad de miembros inferiores.

Con relación a las habilidades de giro y salto, autores como Earl y Cols (1) en su estudio a jugadores masculinos y femeninos describieron que, en la ejecución del *SD* y el *DJ* se puede evaluar la alineación dinámica de miembros inferiores, encontrando que, un patrón anormal de movimiento es un factor de riesgo potencial para las lesiones como el síndrome de dolor patelofemoral y la lesión de ligamento cruzado anterior. Ortiz y Micheo (16) en su revisión literaria, describieron que, aunque el *SD* parece ser una tarea de baja demanda, es una de las mejores pruebas para evaluar la fuerza de la cadera en una cadena cinética cerrada y que el *DJ*, es una tarea funcional ampliamente utilizada para detectar la disfunción mecánica de las extremidades inferiores y la debilidad muscular, debido a que genera una alta carga excéntrica durante la fase de aterrizaje. Padua y cols. (8) demostraron que, en la ejecución de un *DJ*, el aumento en la abducción externa de la rodilla (valgo) durante un aterrizaje, puede ser un factor de riesgo para la lesión de ligamento cruzado anterior con una sensibilidad del 78% y una especificidad del 67%.

Bates y col. (4) describieron que en la habilidad motriz del *V SJ*, evaluada en mujeres basquetbolistas, se producen fuerzas de reacción al suelo altas y repentinas que se traducen en grandes momentos externos en la rodilla que conllevan a la aparición de lesiones osteomusculares. Refirieron además que, la investigación con sistemas de captura de movimiento tridimensional ha identificado una serie de factores mecánicos como la abducción excesiva de la rodilla, las fuerzas de compresión de la rodilla, el aumento de rotación tibial interna y la insuficiente flexión de cadera y rodilla, que contribuyen al riesgo de lesiones de ligamento cruzado anterior durante la realización de esta tarea atlética. Este

aumento es mayor en mujeres, debido a que en los periodos post pubertad tienden a exhibir menor control neuromuscular que sus contrapartes masculinas, además realizan aterrizajes en una posición más erguida, con menos flexión de cadera y rodilla. Estos hallazgos son descritos también por Chappell y cols.(5,8), quienes refirieron que en el plano coronal, el ángulo máximo y el momento dinámico del valgo de la rodilla durante la fase de aterrizaje, son factores de riesgo para lesiones en deportistas. Sin embargo, solo uno de estos estudios es realizado en mujeres futbolistas.

En la investigación de Hewwet y cols.(7) se demostró que las jugadoras de futbol, baloncesto y voleibol con antecedentes de lesión de ligamento cruzado anterior, en la realización de la habilidad motriz del Countermovement Jump, presentan características de control neuromuscular alteradas; encontrando aumentos significativos en la carga dinámica de abducción de la rodilla y en el valgo de la extremidad inferior, signo medible y predictor sensible de lesión. Refirieron además que, las mujeres poseen un riesgo de presentar una lesión osteomuscular deportiva de 4 a 6 veces mayor que los hombres.

En las habilidades de giro, Havens y Cols (10) en su estudio en mujeres futbolistas, refirieron que el ejecutar maniobras de cambio de dirección (*cutting*) es esencial para una participación y un desempeño exitoso en muchos deportes; pero desafortunadamente están asociados con el aumento en la probabilidad de lesión del ligamento cruzado anterior sin contacto. Besier y cols.(2) describieron que, en la realización de estas maniobras, el ligamento cruzado anterior ha demostrado ser el más susceptible a la tensión por posturas de la rodilla cerca de los 30° de flexión, bajo cargas en valgo. Esta noción ha sido sustentada también por las investigaciones de Monfort y Cols (9), estudio realizado en futbolistas hombres.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito y tal y como lo expone Kellis (17), la evaluación biomecánica del gesto deportivo es particularmente importante, para guiar y monitorear el proceso de entrenamiento, como prevención o en casos específicos, para evaluar el proceso de rehabilitación pre y pos lesión deportiva.

Los estudios descritos se relacionan principalmente con la descripción de las habilidades motrices en el marco de la prevención. Un ejemplo de esto es la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA), las investigaciones describen factores biomecánicos que pueden aumentar la posibilidad de presentarla. Este es el caso de la revisión literaria de Hewwet y col. quienes en el 2010 (18), describieron el aumento del riesgo al presentarse: desequilibrios musculares, dominancia ligamentosa, dominancia del cuádriceps o dominancia del tronco. Hewwet en el 2005 (4) y Ford en el 2003 (6) demostraron que la abducción excesiva de rodilla se presenta como un mecanismo biomecánico de riesgo de lesión de LCA, y finalmente, Fleming et al. en el 2001(19) y Meyer y Haut en el 2008(20), encontraron que las fuerzas de compresión de la rodilla aumentan este riesgo; sin embargo estas conclusiones se generan solo en deportistas masculinos. Chappell y Limpisvasti en el 2008 (5) y Pollard y cols en el 2010 (21), realizaron sus investigaciones en futbolistas femeninas evidenciando que, la rotación tibial interna y la insuficiente flexión de cadera y rodilla se presentan como mecanismos de lesión del LCA.

Romero y cols.(22) refirieron que las lesiones de ligamento cruzado anterior se producen en un 53% por cambios de dirección y el 26% aterrizando, tras realizar un golpe de cabeza. Joseph y cols (23) en el 2012, demostraron que el ratio de lesión LCA es mayor en la práctica de fútbol frente a otros deportes como baloncesto, voleibol, etc. y que existe una mayor incidencia en mujeres que en hombres; con tasas de incidencia entre tres y ocho veces mayor. (23)

Se concluye que, en los estudios descritos anteriormente se evidencian movimientos que aumentan el riesgo de sufrir lesiones osteomusculares al realizar una serie de habilidades motrices necesarias en la ejecución del gesto deportivo; no obstante, estos estudios describen la realización de la habilidad motriz en hombres y en diferentes deportes además del fútbol, y aún no es clara la descripción de la cinemática de las habilidades motrices en mujeres futbolistas.

Además, para nuestro conocimiento, no hay estudios que evalúen estas habilidades motrices en mujeres con características antropométricas, morfológicas y funcionales similares a la de la población femenina colombiana, que permita obtener rangos de movimiento que puedan ser utilizados en la evaluación objetiva de las jugadoras; además de obtener una comprensión de la efectividad mecánica de su ejecución e identificar factores subyacentes a su desempeño exitoso.

Por lo tanto, se requiere describir específicamente los rangos cinemáticos de las habilidades motrices que se determinan son las necesarias para la ejecución del gesto deportivo en el fútbol, en mujeres deportistas colombianas.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según la FIFA, la liga femenina se juega oficialmente en más de 100 países con un estimado de 30 millones de jugadoras alrededor del mundo. En Colombia, se han realizado cuatro versiones oficiales de liga femenina dentro de la categoría profesional de la Dimayor, lo que ha aumentado el número de clubes y ligas no oficiales femeninas en todo el país.

Como se ha mencionado anteriormente, la realización del gesto deportivo en el fútbol requiere del desarrollo de habilidades motrices locomotoras que son factibles de ser medidas. La realización de estas habilidades en rangos de movimiento que generen lesiones representan un factor de riesgo de origen biomecánico (1–10).

La biomecánica anormal de las extremidades inferiores es modificable y es un factor crítico de estudio (8). Además, el análisis cinesiológico y biomecánico de cada movimiento, así como la comprensión de los procesos fisiológicos que afectan a los diferentes tejidos y sistemas, son la base para la elaboración de estos programas de prevención. (24)

Además, se encuentra que no hay descripción de los rangos cinemáticos de las habilidades motrices ejecutadas por futbolistas femeninas, que permitan determinar líneas de base para la evaluación objetiva de estas jugadoras y puedan ser utilizados tanto en la detección de factores de riesgo de lesión como en la elaboración de esquemas de prevención de lesiones osteomusculares y optimización del desempeño y el rendimiento deportivo.

Por lo tanto, es imperante conocer **¿cuáles son los parámetros cinemáticos de las habilidades motrices locomotoras en futbolistas mujeres de alto rendimiento en nuestro país?**

4. JUSTIFICACIÓN

El fútbol requiere una variedad de habilidades motrices las cuales son importantes para el rendimiento deportivo, ya que, como se ha descrito, fundamentan la generación de respuestas motoras en la realización del gesto en el deporte (25). Estas habilidades requieren una ejecución perfecta para evitar la fatiga osteomuscular que como consecuencia pueda generar lesiones osteomusculares (12).

Las lesiones deportivas pueden llegar a condicionar el rendimiento de un jugador o equipo de manera determinante(13), aumentando el gasto sanitario de los clubes deportivos al tener jugadores por fuera del campo en la fase competitiva y disminuyendo las posibilidades de nuevas contrataciones. Es por esto, que la valoración de los factores de riesgo de lesiones deportivas por afección en la ejecución de habilidades motrices debe ser una de las prioridades para el equipo de ciencias aplicadas al deporte, técnicos y directivos de cada uno de los clubes.

Como se describió en los antecedentes, estudios han demostrado que la ejecución de las habilidades motrices por fuera de los rangos cinemáticos, generan movimientos biomecánicos que predisponen al deportista a presentar una lesión osteomuscular (1,2,4,5,8–10,21,26). Se evidencia que las jugadoras femeninas tienen de 4 a 6 veces más probabilidades de sufrir lesiones osteomusculares, como el desgarro del ligamento cruzado anterior (LCA), en comparación con los jugadores masculinos que practican deportes similares donde se requieren la realización de habilidades de aterrizaje y pivote.

Estas lesiones pueden afectar significativamente la calidad de vida del jugador, se estima que el 8% de los jugadores abandonan el deporte y las actividades recreativas debido a

una lesión (12–15,19,23,26,27). Hasta el 90% de los jugadores con ruptura del LCA presentan síntomas de artritis de inicio temprano y la mayoría, experimentan una disminución en la calidad de vida con síntomas de rodilla dentro de los 15 años posteriores a la lesión. (4) (5) (6)

Se sabe que, la presencia repetitiva de lesiones o la complicación de estas, acortan la vida deportiva de los jugadores. Haciéndolos propensos a terminar su actividad laboral antes de lo previsto, afectando no solo su calidad de vida, si no la de su familia y la de las demás personas que dependan de los ingresos económicos del jugador. (28) Por lo tanto, es necesario crear líneas de base en la evaluación biomecánica del deportista para la valoración objetiva del jugador, que permitan, además de realizar una detección temprana de factores de riesgo, obtener una comprensión de la efectividad mecánica e identificar los factores subyacentes a su desempeño deportivo. (27) (25)

Con la realización de esta investigación se espera dar la posibilidad a los clubes deportivos, de disminuir la incidencia y prevalencia de lesiones, mantener la continuidad del equipo y de cada deportista, proteger el valor a largo plazo de los jugadores y mejorar la consistencia del entrenamiento. Además, con un programa de seguimiento se puede reevaluar el plan de entrenamiento, objetivar los planes de rehabilitación de los jugadores y aumentar el rendimiento deportivo del jugador y del club.

La presente investigación se justifica en el marco accionar del fisioterapeuta, en el ámbito deportivo, siendo actores de cambio que logren impactar positivamente, disminuyendo la incidencia o prevalencia de lesiones en el campo desde una perspectiva de análisis biomecánico, poco estudiada en el país.

Desde el área de investigación, este estudio se vincularía como el primer estudio biomecánico en el fútbol colombiano femenino, abriendo las puertas a la creación de una nueva línea de investigación, que apunte a la evaluación de parámetros biomecánicos relacionados con el riesgo de lesiones y a la potencialización del deporte femenino en el país.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 Habilidades Motrices

Las habilidades motrices son acciones musculares o corporales requeridas para ejecutar un acto deseado, constituyen secuencias de movimientos necesarias para la adecuada participación en actividades deportivas y pueden incluir aspectos locomotores, manipulativos o de control (14). Sugieren la adquisición de una competencia motriz que se origina en el aprendizaje, es de tendencia finalista y tiene las características de eficacia, flexibilidad y adaptabilidad, además constituyen en sí el medio por el cual los individuos desarrollan las tareas motrices. (29)

Los patrones motores se obtienen en los primeros años de vida, la práctica permanente de estos patrones conduce al desarrollo de las habilidades básicas, movimientos automatizados, que, por su disponibilidad inmediata, en cualquier momento y situación, permiten, favorecen y facilitan el dominio motriz del medio. A su vez, por medio de procesos educativos y de interacción social, establecen la base para el aprendizaje de habilidades específicas, como son los gestos deportivos. (29)

El gesto técnico deportivo se compone de una serie de movimientos o habilidades motoras encadenados que se ejecutan con un objetivo final. Cada deportista hace que sus movimientos dependan de la adaptación funcional a nuevos y diferentes esquemas que se presentan en el momento de la ejecución de un mismo patrón de movimiento, que emergen de un comportamiento cooperativo de múltiples grados de libertad. (30)

La variabilidad en este movimiento puede verse como las variaciones normales que ocurren en la ejecución motora a través de múltiples repeticiones de un gesto. De esta manera, un

gran cambio en la variación de un patrón de movimiento, en un momento determinado puede considerarse como la suma de errores en la práctica de tareas específicas, la predicción de errores puede ser eliminada gradualmente con el uso de valoraciones biomecánicas del movimiento y así optimizar la precisión y eficiencia del patrón motor para un rendimiento óptimo en una técnica definida. (30)

Sánchez Bañuelos en 1990 clasifica las habilidades motrices en diferentes categorías:

➤ Desplazamientos

el desplazamiento es toda progresión de un punto a otro del entorno, utilizando únicamente como medio el movimiento corporal(31). El *running* se encuentra dentro de los desplazamientos activos eficaces que evolucionan a partir de la marcha y como se ha descrito hace parte primordial del gesto deportivo en el fútbol al ser este un deporte a-cíclico, donde se incorporan periodos de alta intensidad con otros de baja intensidad.(32)

➤ Giros

Son movimientos que implican una rotación a través de los ejes biomecánicos: sagital, coronal y transversal. Es un movimiento complejo que requiere de la intervención de todos los segmentos corporales, de forma coordinada y de manera simultánea. Las variaciones en la dirección del giro provocan los cambios de dirección necesarios en la ejecución del fútbol. (31)

➤ Saltos

Es la capacidad que tiene el organismo para desplazar el cuerpo en el aire mediante un impulso con una parte del mismo, adquiere valor en la relevancia del control motor muscular y en el manejo del equilibrio, importante en la ejecución de todos los gestos en el fútbol, especialmente el cabeceo. (31)

5.2. Habilidades motrices en el gesto deportivo del futbol

Algunos deportes se caracterizan por patrones de movimiento que siempre se ejecutan en las mismas condiciones. En este tipo de deportes, la ejecución de cada uno de los movimientos tiene las connotaciones de eficiencia o eficacia, es decir, o se deben realizar con la mayor precisión posible. (33)

Hoy en día, el fútbol es considerado como el deporte más popular del mundo; es un deporte a-cíclico donde se incorporan periodos de alta intensidad física que se combinan constantemente con otros de baja intensidad; sus practicantes deben reunir un conjunto amplio de habilidades físicas, técnicas y tácticas para su adecuado desempeño(32). la técnica deportiva es el conjunto de modelos biomecánicos y anatomofuncionales que obedecen a una serie de patrones tempo-espaciales.(33)

Entre las habilidades motrices necesarias en la ejecución del gesto deportivo en el futbol, y como se ha descrito, se encuentra:

- En las habilidades de desplazamiento, el *running*, el cual es un modo locomotor principal para los humanos, el esfuerzo muscular en la ejecución de esta habilidad motriz se puede compartir entre la cadera, las rodillas y los tobillos de diferentes maneras para lograr pequeños aumentos en la velocidad. la modulación de las contribuciones cinemáticas de las caderas, las rodillas y los tobillos para mantener una velocidad de carrera puede tener una estrategia sistemática que se basa en una articulación sobre otras a medida que los individuos mantienen la velocidad de carrera más rápida. (34)
- En las habilidades de salto, el *DJ* es utilizado como entrenamiento pliométrico con el fin de desarrollar una variedad de cualidades atléticas, incluida la fuerza de la velocidad, la velocidad de carrera, el poder explosivo y la economía de carrera. tal entrenamiento

busca explotar las capacidades del ciclo de estiramiento-acortamiento (SSC) para mejorar el rendimiento deportivo. el SSC consiste en una acción muscular excéntrica seguida de una fase de amortización isométrica y una acción muscular concéntrica. esta secuencia da como resultado una salida de fuerza concéntrica mejorada a través de una serie de mecanismos que incluyen la utilización de energía elástica y la actividad muscular reflejada. el *DJ* es un ejercicio pliométrico rápido de SSC comúnmente utilizado entre los entrenadores de fuerza y acondicionamiento. además de mejorar el rendimiento, el salto de caída también se utiliza como una herramienta de control de preparación para el entrenamiento y para fines de detección de riesgos de lesiones.

(35)

Las tareas de salto son altamente utilizadas para evaluar las cualidades explosivas del tren inferior en deportistas. Multitud de variables pueden obtenerse a partir de un salto, tales como la altura del salto, la velocidad, la fuerza, la producción de energía, pudiendo ser registrados como valores máximos o medios, y expresados en términos absolutos o en relación con la masa corporal. estos valores son fundamentales en el análisis de rendimiento en fútbol, ya que la potencia del tren inferior es decisiva en numerosas acciones de juego (36)

En la ejecución de estas tareas se reportan lesiones de LCA que ocurren cuando una fuerza de corte anterior genera grandes fuerzas en la tibia proximal. Los estudios han demostrado una relación significativa entre las fuerzas pico de reacción del suelo y lesión de rodilla, evidenciando que al aumentar el pico de reacción del suelo se aumentó la fuerza de corte anterior en la tibia proximal durante el aterrizaje(37).

Dentro de estas tareas encontramos también las habilidades motrices de: *VSJ* y *squat Jump*.

Los estudios sobre cinemática en el salto han encontrado que el momento externo del valgo de la rodilla, es el parámetro más predictivo de la lesión del LCA (3); en el Countermovement Jump, el aumento observado en el movimiento de la rodilla sugiere un control muscular alterado, de la extremidad inferior en el plano coronal, esto probablemente refleja cambios en los patrones de contracción muscular. La disminución en el control neuromuscular de la articulación de la rodilla reduce la rigidez de esta y aumenta el riesgo para la lesión del ligamento. la contracción muscular puede disminuir tres veces la laxitud en valgo y varo de la rodilla.(6)

El *step-Down*, se puede usar para identificar patologías subyacentes relacionadas con las extremidades inferiores. Para esta prueba, se pide a los sujetos que mantengan el equilibrio mientras se pone en cuclillas o baja de manera lenta y controlada en una sola pierna, mientras el examinador evalúa la calidad del movimiento. en esta prueba se puede observar el movimiento medio-lateral de la rodilla durante la sentadilla utilizándola como una herramienta de detección de riesgo de observación para la lesión del ligamento cruzado anterior (38). igualmente en esta habilidad motriz, en la cual se presenta una gran demanda en la musculatura de la cadera, para estabilizar la pelvis y el fémur en los planos frontal y transversal (1), se puede evidenciar una aducción excesiva de la cadera producto de la debilidad de estos músculos estabilizadores.

- En las habilidades de giro se encuentran los cortes o cambios de dirección, los cuales son esenciales para el rendimiento deportivo, hay dos tipos principales de maniobras de corte, corte lateral y corte transversal. el corte lateral se realiza en la dirección opuesta al pie en apoyo. el corte transversal se realiza en la dirección del pie plantado, donde la pierna contralateral tiene que cruzar sobre el pie apoyado. la frecuencia más alta de lesiones de LCA se observa durante la ejecución de los

movimientos de *Side-cutting* y *Cross-cutting* sin contacto, suele ser muy abrupto y explosivo, con un gran cambio angular de dirección (3).

La ejecución inadecuada de estas habilidades puede generar patrones cinemáticos que aumentan la probabilidad de sufrir de una lesión deportiva de carácter biomecánico.

5.3 Lesiones deportivas en el futbol

Bowen y cols. Definen una lesión registrable en el futbol como cualquier eventualidad que cause la ausencia futura de participación futbolística. clasifican las lesiones de la siguiente manera: mínima (1-3 días de actividad futbolística perdida), leve (4-7 días de actividad futbolística perdida), moderada (1-4 semanas de actividad futbolística perdida) o grave (4+ semanas de actividad futbolística perdida) (39). Por otro lado, Reis y Cols. La definen como cualquier queja física que da lugar a que un jugador no pueda participar en al menos una sesión de entrenamiento de fútbol o partido posterior. (40)

Las lesiones, según su mecanismo, se derivan del trauma o del sobreuso y la causa puede ser de contacto y de no contacto.

Estudios realizados señalan que se registran aproximadamente un total de 138 lesiones (12.1 / 1000 horas de exposición en las piernas), entre las más frecuentes se encuentran las lesiones de tobillo (4,7 / 1000 horas), hematoma / contusión (3,8 / 1000 horas) y esguinces de ligamento (2.1 / 1000 horas) (41).

5.3.1 Factores etiológicos de las lesiones

En 1992, van Mechelen et cols. Publicó un modelo de análisis para la prevención de lesiones estructurado en 4 fases denominado «modelo secuencial para la prevención de lesiones». El cual consiste en recoger toda la información posible, para establecer la magnitud del problema, las causas de la lesión, así como los mecanismos lesionales,

establecer las medidas de prevención basadas en la etiología y los mecanismos lesionales determinados en la fase anterior. (17) Posteriormente, en 2006 Finch rediseñó el modelo de Van Mechel añadiendo que los protocolos deben ser eficaces desde una perspectiva científica antes de ser probados por instituciones y deportistas. (17)

Van Tiggelen en el 2008 complementó dichos modelos, proponiendo que en las causas de la lesión es difícil considerar factores individuales como actitud y motivación, y otros como entorno. Por consiguiente, un entendimiento completo de las causas debe ser dirigido a la naturaleza multifactorial de las lesiones deportivas. (17)

Los factores predisponentes para el riesgo de lesión son:

- Edad

En numerosos estudios se ha confirmado el aumento de las lesiones crónicas con la edad. En los futbolistas, especialmente en alto nivel, se ha demostrado que el riesgo de recidiva para una lesión idéntica se duplica o triplica en el año siguiente (18)

- Sexo

Las mujeres deportistas tienen entre 4 y 6 veces más probabilidades que los hombres de sufrir una ruptura del LCA. (42)

- Anomalías del morfo tipo

La composición corporal es un factor de riesgo para sufrir lesiones deportivas, el peso que genera aumento de la carga y tiene impacto sobre las articulaciones y el esqueleto axial; la masa de tejido graso, la densidad mineral ósea (a menor densidad mayor incidencia de

fracturas) y las diferentes medidas antropométricas, según los requerimientos de la práctica y la posición del jugador. (19)

- Flexibilidad

La flexibilidad, o más precisamente la pérdida de ésta es uno de los factores que inducen la agravación de las osteocondritis por tracción. Así mismo, la rigidez de los cuádriceps o del isquiotibiales puede explicar, en parte, una lesión del mecanismo extensor de la rodilla. Sin embargo, no puede ser el único factor responsable. (18)

- Desequilibrios musculares

Suponen el déficit de un grupo muscular en relación con el lado opuesto o un desequilibrio entre los grupos agonistas y antagonistas. Los déficits de fuerza con relación al lado contralateral pueden ser el reflejo de una lesión subyacente o, al contrario, la causa de esta lesión.

Un trastorno del mecanismo extensor de la rodilla puede producir una disminución de la fuerza del cuádriceps (es el caso de algunos síndromes patelo femorales) o deberse parcialmente a un déficit de fuerza (por ejemplo, tendinopatía rotuliana). (18)

- Coordinación y balance

La falta de coordinación adecuada de los movimientos específicos de cada deporte incrementa el riesgo de sufrir lesiones. La disminución del control neuromuscular de las articulaciones puede incrementar el estrés impuesto sobre las estructuras ligamentarias pasivas que exceden las fuerzas de fallo de estos. Esto lleva a una disminución de la estabilidad dinámica articular y al incremento del riesgo de lesión, como la del ligamento cruzado anterior. (19)

- Core stability

Las estructuras del Core participan conjuntamente en el mantenimiento de la estabilidad del tronco y en la generación y transferencia de fuerzas, desde la parte central del cuerpo hacia las extremidades, en actividades tan diversas como correr, lanzar o golpear, siendo el centro de las cadenas cinéticas que participan en estas acciones.

Las deficiencias en el control neuromuscular de la estabilidad del tronco conllevan a lesiones de la columna vertebral y las extremidades (19)

- Alteraciones en la biomecánica del gesto deportivo

5.4 Evaluación biomecánica del movimiento

La biomecánica deportiva es una ciencia auxiliar del entrenamiento deportivo que se encarga de establecer por métodos confiables los factores determinantes de un movimiento, teniendo en cuenta las bases teóricas de la mecánica clásica y las características morfofuncionales de los atletas estudiados. (33)

Entre los objetivos actuales de la biomecánica deportiva se encuentran: el análisis cinemático y dinámico de los movimientos deportivos, la determinación de los factores críticos de eficacia y de efectividad de los gestos deportivos y la selección de nuevos métodos de análisis de los movimientos. (33)

La cinemática es la descripción geométrica del movimiento, en términos de desplazamiento/distancia, velocidad y aceleración por unidad de tiempo, del cuerpo en el espacio; sin considerar las fuerzas que lo causan.(43)

Un cuerpo es una entidad con dimensiones, que tienen longitud, anchura y altura. Esto introduce cierta complejidad en la medida en que describe su movimiento. En primer lugar, un cuerpo real no puede ser especificado por un solo conjunto de coordenadas. El segundo aspecto, igualmente importante, es que diferentes partes de los cuerpos pueden tener trayectorias diferentes entre sí, cuando el cuerpo se mueve sin rotación (deslizamiento), las trayectorias de las diferentes partes del cuerpo son paralelas entre sí; en un segundo caso, el movimiento de todos los puntos dentro del cuerpo es equivalente, en lo que respecta al movimiento de traslación del cuerpo, por lo tanto, se puede decir que tales cuerpos se mueven como un objeto puntual. Por lo tanto, es posible tratar el cuerpo considerado como equivalente a un punto en el que no interviene una rotación. Por esta razón, el estudio de la cinemática consiste en los estudios de: (44)

1. Cinemática traslacional

2. Cinemática rotacional

Un movimiento puede ser puramente traslacional o rotacional puro o una combinación de los dos tipos de movimiento. El movimiento traslacional nos permite tratar un cuerpo en tiempo real como un objeto puntual. Por lo tanto, nos referimos libremente a cuerpos, objetos y partículas en el mismo sentido en que todos ellos son entidades puntuales, cuya posición puede representarse mediante un solo conjunto de coordenadas. (44)

5.4.1 Alteraciones en la cinemática articular en jugadoras de fútbol

Las mujeres están 6 a 8 veces más predispuestas a las lesiones que los hombres en los deportes que requieren maniobras de salto, aterrizaje, corte y pivote (26) (1) (19). Los mecanismos posibles a los que se les puede atribuir estas diferencias están distribuidos en tres teorías básicas: anatómica, hormonal y biomecánica. Los factores de riesgo

anatómicos que se han propuesto incluyen un aumento del ángulo q , una muesca femoral más estrecha y una mayor hiperlaxitud en las deportistas femeninas. Aunque estos factores pueden contribuir al riesgo de lesión, en esencia no son modificables por naturaleza.

Los factores hormonales, particularmente los relacionados con la fase folicular y ovulatoria del ciclo menstrual, también se han relacionado con el riesgo de lesión. Sin embargo, los medios precisos por los cuales pueden contribuir al riesgo de lesión y nuevamente, la medida en que estas contribuciones pueden modificarse sigue sin ser clara. El control neuromuscular deficiente o anormal de la biomecánica de las extremidades inferiores durante la ejecución de posibles movimientos deportivos peligrosos es un factor principal al mecanismo femenino de lesión. (7) (6) (45)

Se han descrito lesiones que ocurrieron durante el aterrizaje en el salto asociadas principalmente con la torsión interna de la tibia o el torque y la compresión articular tibio femoral (45) (1) (3) (4) (5). “la mala alineación dinámica” durante gestos deportivos descritos como: patrones de caída pélvica excesiva, aducción de cadera, rotación interna, valgo de rodilla y pronación del pie. que se producen principalmente en los planos frontal y transversal, son un factor de riesgo potencial para las lesiones de las extremidades inferiores, como el síndrome de dolor patelofemoral y lesión de ligamento cruzado anterior (LCA) sin contacto (1). La lesión de LCA ha demostrado ser más susceptible a la tensión en las posturas de la rodilla cerca de los 30° de flexión externa y cargas en valgo, coincidiendo con picos locales en momentos de rotación interna de cadera y momentos de abducción de cadera. (20)

Los estudios sobre caída después del salto han encontrado que el momento valgo de la rodilla es el parámetro más predictivo de la lesión del LCA, rodilla en valgo y rotación

externa y simultáneamente cadera en rotación interna y abducción. Estos patrones de carga específicos del movimiento enfatizan la dependencia de los isquiotibiales mediales para contrarrestar los músculos externos y los momentos de valgo de rodilla. Hasta el 90% de los pacientes con ruptura del LCA presentan síntomas de artritis de inicio temprano dentro de los 10 años posteriores a la lesión, la mayoría de los atletas que sufren rupturas de LCA también experimentan una disminución en la calidad de vida con síntomas de rodilla dentro de los 15 años posteriores a la lesión. (1) (2) (3) (4) (19) (21) (9)

Igualmente se ha documentado que los déficits neuromusculares relacionados con la coordinación biomecánica o neuromuscular incluyen el dominio de los ligamentos, el dominio de los cuádriceps y el dominio de las piernas. El dominio del ligamento a menudo produce fuerzas elevadas de reacción en el suelo y momentos valgos de la rodilla. El dominio de los cuádriceps es un desequilibrio entre los patrones de reclutamiento de los flexores y extensores de la rodilla. Las mujeres tienden a confiar en sus cuádriceps sobre sus isquiotibiales para producir estabilidad dinámica de la rodilla, durante las actividades de salto y aterrizaje. El dominio de las piernas es un desequilibrio entre la fuerza muscular y los patrones de reclutamiento en las extremidades opuestas, con un lado que a menudo demuestra un mayor control dinámico. La dependencia excesiva de una extremidad puede ejercer una mayor tensión en esa rodilla, mientras que el lado más débil podría no ser capaz de absorber eficazmente las altas fuerzas asociadas con las actividades deportivas. (19)

La investigación con sistemas de captura de movimiento tridimensional ha identificado una serie de factores mecánicos que contribuyen al riesgo de lesiones (4). las técnicas biomecánicas se pueden utilizar dentro de cualquier deporte para definir las características de las habilidades, para obtener una comprensión de la efectividad mecánica de su ejecución e identificar los factores subyacentes a su desempeño exitoso.(27)

6. OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los parámetros cinemáticos de habilidades motrices locomotoras en mujeres futbolistas de alto rendimiento.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la cinemática del movimiento de pelvis, cadera, tobillo y pie de las habilidades motrices locomotoras de salto: Drop Jump, Countermovement Jump y Vertical Stop Jump.
- Describir la cinemática del movimiento de pelvis, cadera, tobillo y pie de las habilidades motrices locomotoras de giro (Cross Cut y Side Cut) y desplazamiento (Running) en mujeres futbolistas de alto rendimiento.
- Describir la cinemática del movimiento de pelvis, cadera, tobillo y pie de la habilidad motriz: Step Down
- Determinar diferencias cinemáticas entre el miembro inferior dominante y no dominante en la ejecución de las habilidades motrices necesarias para la realización del gesto deportivo en el fútbol.

7. MARCO METODOLÓGICO

7.1 Tipo de estudio

La presente investigación es de tipo transversal descriptivo con enfoque cuantitativo. Se realizó la caracterización de los parámetros cinemáticos de habilidades motrices locomotoras: *running*, *Drop Jump*, *vertical stop Jump*, *Step Down*, *Side Cut*, *Cross Cut* y *Countermovement Jump* de 18 jugadoras de futbol de alto rendimiento, en el laboratorio de análisis de movimiento MovyLab.

7.2 Población objeto

Jugadoras de futbol de alto rendimiento de la categoría A de la liga femenina Dimayor, entre los 18 y 34 años y quienes cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos en la presente investigación.

Tamaño de muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico y no aleatorio, por conveniencia, en el cual se incluyó la totalidad de la población del Club Azul y Blanco Millonarios F.C.

7.2.1 Criterios de inclusión

Para el presente estudio se definieron los siguientes criterios de inclusión:

- Mujeres colombianas que pertenecían al club azul y blanco Millonarios F.C.
- Que se encontraran entre los 18-34 años.
- Que aceptaran con consentimiento informado participar en el estudio.
- Que en el pre-screening (anexo 3) no presentaran ningún antecedente patológico, alteraciones torsionales o angulares de miembros inferiores que afectaran los resultados obtenidos en el proceso de evaluación.
- Con al menos dos años de experiencia deportiva profesional en futbol

- Que realizaran un entrenamiento regular de al menos tres horas diarias, mínimo cinco días a la semana

7.2.2. Criterios de exclusión

Para el presente estudio se definieron los siguientes criterios de exclusión:

- Presentar alguna patología de tipo cardiovascular, osteomuscular o neurológico como fracturas, esguinces, hipertensión, fibrilaciones auriculares, trastornos mentales o procesos quirúrgicos recientes que limiten la práctica de ejercicio físico.
- Jugadoras con incapacidad de seguir las instrucciones del estudio.
- Jugadoras con historia de alguna lesión osteomuscular en los últimos seis meses

7.3 Consideraciones éticas

Según la resolución N° 008430 de octubre de 1993, el presente estudio se considera de riesgo mínimo, debido a que se realizaron exámenes físicos de valoración (análisis cinemático del movimiento) el cual no fue un procedimiento invasivo que pusiera en riesgo la salud de los participantes en la investigación. Previamente, cada sujeto que participo firmó el consentimiento informado donde se dio a conocer los objetivos, los procedimientos a realizar, los riesgos durante la investigación y la confidencialidad de la información, así como la posibilidad de retirarse del estudio cuando lo deseara o en caso de presentarse algún evento adverso o de daño a su salud. (Anexo 2).

Este estudio se desarrolló según la legislación colombiana de buenas prácticas clínicas (resolución número 002378 de 2008) y la declaración de Helsinki, en los cuales se regula la confidencialidad de la identidad de los sujetos, los consentimientos informados, los métodos, aval ético y el bienestar de los individuos.

Dispositivos de seguridad y confidencialidad: la información obtenida y difundida en el desarrollo del presente estudio fue considerada y manejada en todo momento como confidencial y se protegió la identidad de los participantes y su privacidad

7.4 Procedimientos

El estudio se realizó en las instalaciones de “MovyLab” laboratorio de análisis de movimiento, el cual cuenta con un sistema de captura de movimiento de 8 cámaras Vicon Vantage de muestreo a 120 Hz. (gráfica 1)



Gráfica 1. MovyLab, laboratorio de análisis de movimiento.

El estudio se realizó en las siguientes fases:

Fase 1: Convocatoria de jugadoras y firma de consentimiento informado

En esta fase se realizó la convocatoria al equipo femenino del club deportivo azul y blanco millonarios F.C. Se verificó que las jugadoras cumplieran con los criterios de inclusión y

exclusión (Anexo 1) y aceptaran la participación en la investigación con la firma del consentimiento informado. (Anexo 2: consentimiento informado)

Fase 2: Evaluación de historia deportiva y examen físico fisioterapéutico

A las jugadoras que cumplieron con los criterios iniciales de inclusión en el presente estudio y que además firmaron el consentimiento informado, se les aplicó el formato de historia clínica pre-screening FIFA (46) (Anexo 3). Se realizó el diligenciamiento de una historia clínica deportiva, en la que se indaga por la edad deportiva, posición en la cancha, especialización deportiva, horas de entrenamiento, antecedentes personales, familiares y lesiones previas y actuales.

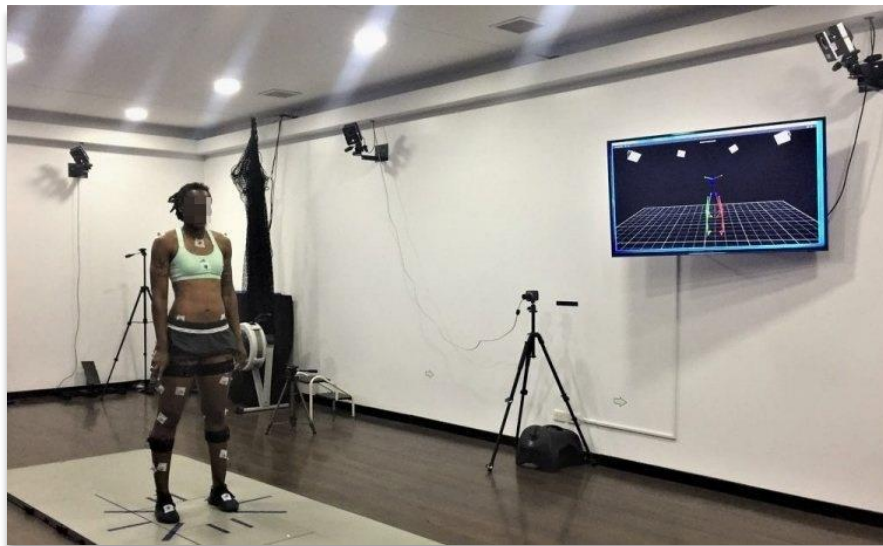
Además de la aplicación de la historia clínica deportiva, se realizó un examen fisioterapéutico a cada jugadora. Se evaluaron las retracciones musculares de cuádriceps, psoas, isquiotibiales, cintilla iliotibial, recto interno, complejo gastrosoleo y la presencia de escoliosis con la aplicación del signo de Thomas, ángulo poplíteo, ángulo poplíteo con cadera en flexión, variación del ángulo poplíteo, test de Ober, signo de Phelps, signo de Ely Duncan, signo de Silfverskiold y el test de Adams. Se realizó la evaluación de goniometría articular de miembros inferiores para los movimientos de cadera, rodilla y tobillo. Y finalmente, se valoró el perfil angular y torsional de fémur y tibia con la medición de la anteversión femoral, ángulo bimalleolar y ángulo muslo-pie.

Fase 3: Evaluación de habilidades motrices

En un día diferente al de la realización de los procedimientos previamente descritos, se realizó la evaluación de las habilidades motrices. Se evaluaron siete habilidades motrices que representan el gesto deportivo de un futbolista: Running, DJ, VSJ, SD, SC, CC y CMJ.

Se familiarizó a la jugadora con cada una de las pruebas, se resolvieron dudas en la ejecución y se les permitió realizar los ensayos necesarios a fin de que la toma fuera lo más precisa posible. Para la toma final de los datos se les pidió a las jugadoras que realizaran tres veces cada una de las habilidades.

Para la captura de señales se colocaron una totalidad de 32 biomarcadores -esferas reflectivas de 14 mm- que permitieron la obtención de la cinemática del movimiento. (Gráfica 2)



Gráfica 2. Posicionamiento de biomarcadores.

El posicionamiento de estos biomarcadores se encontraba conectado al modelo plug-in-gait (Gráfica 3) utilizado en los sistemas Vicon®. Los biomarcadores se ubicaron en prominencias óseas y tejidos blandos siguiendo el orden de la tabla 1. El movimiento 3D se recopiló con un sistema de captura de movimiento de 8 cámaras Vicon Vantage® de muestreo a 120 Hz. Los datos de movimiento se procesaron a través del software de captura de datos, modelación y procesamiento para el análisis de movimiento Nexus® en conjunto con el software de programación de cálculos matemáticos Matlab®, utilizando el

protocolo funcional (score/Sara) para la calibración de ejes articulares de cadera y rodilla.

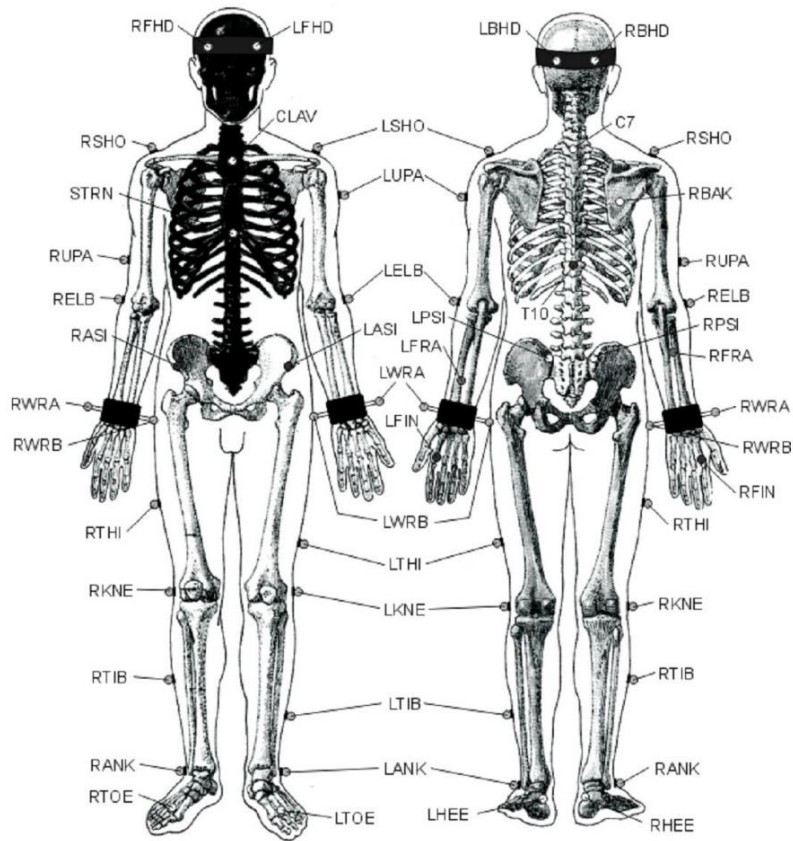
(47–49)

Vista Anterior	Vista Posterior
CLAV: Horquilla ETERNAL	C7: Apófisis Espinosa De C7
STRN: Apófisis Cifoides	RBAK: En El Centro De La Escapula Der.
RASI: Espina Iliaca Anterosuperior Derecha	T10: Apófisis Espinosa De La Décima Vertebra Torácica
LASI: Espina Iliaca Anterosuperior Izquierda	RPSI: Espina Iliaca Postero Superior Derecha
LKNE: Cóndilo Externo Del Fémur Derecho	LPSI: Espina Iliaca Postero Superior Izquierda
RKNE: Cóndilo Externo Del Fémur Izquierdo	RHEE: Calcáneo Derecho
RANK: Maléolo Externo Derecho	LHEE: Calcáneo Izquierdo
LANK: Maléolo Externo Izquierdo	PARA CALIBRACIÓN MARCADORES ADICIONALES
RTOE: Cabeza Del Segundo Metatarsiano Derecho	Cóndilo Interno Del Fémur Derecho
LTOE: Cabeza Del Segundo Metatarsiano Izquierdo	Cóndilo Interno Del Fémur Izquierdo
LTHI: Cara Lateral De Muslo Izquierdo Asimétrico	Maléolo Interno Derecho

RTHI: Cara Lateral De Muslo Derecho Asimétrico	Maléolo Interno Izquierdo
RTIB: Cara Lateral De Pierna Derecha	
LTIB: Cara Lateral De Pierna Izquierda	
LTHIA: Muslo Izquierdo Asimétrico	
RTHIA: Muslo Derecho Asimétrico	
LTIBA: Tibia Izquierda Asimétrica	
RTIBA: Tibia Derecha Asimétrica	

Tabla 1. Posicionamiento de marcadores

Plug-in-Gait Marker Placement



Gráfica 3. Modelo plug-in-gait para posicionamiento de biomarcadores. Fuente: <https://docs.vicon.com/display/nexus26/full+body+modeling+with+plug-in+gait>

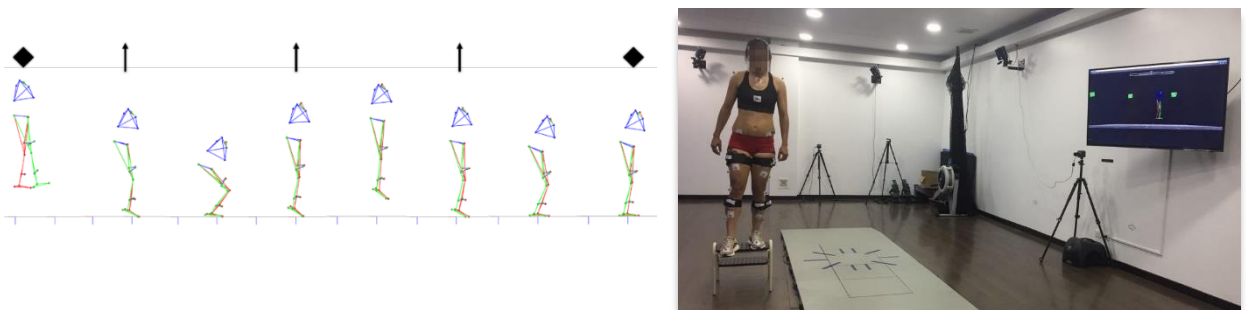
Las habilidades motrices que se evaluaron son:

- ❖ **Running:** para esta prueba se le pidió a la jugadora que realizara un trote continuo a velocidad constante por aproximadamente cinco minutos.



Gráfica 4. Evaluación de la habilidad motriz Running

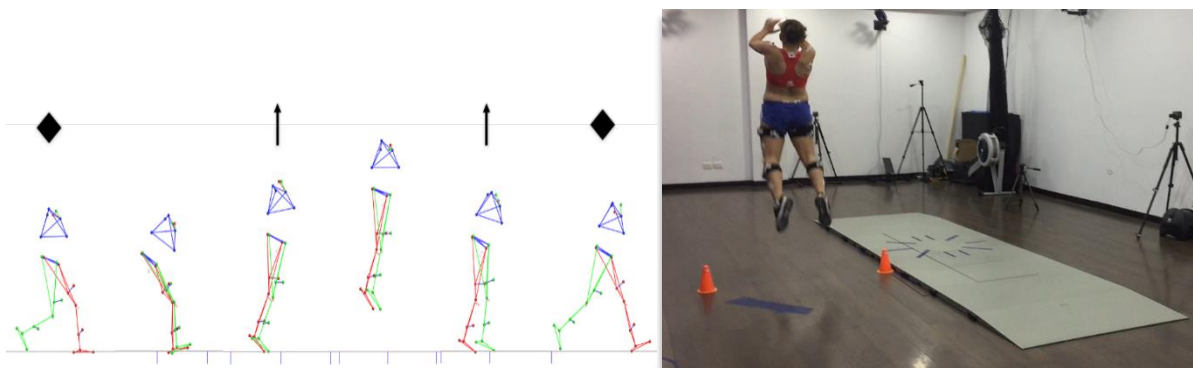
- ❖ **Drop Jump (DJ):** La jugadora adopto la posición bípeda sobre un banco de 36 cm, desde ahí debía dejarse caer y una vez que tenía contacto con el piso, generar un esfuerzo repentino y máximo que la propulsara verticalmente hacia arriba (Gráfica 5). Se definieron tres puntos de corte que describen los puntos críticos de estabilidad articular en la realización de esta habilidad, estos son: el doble apoyo en el primer contacto con el suelo, el despegue del suelo y el aterrizaje.



Gráfica 5. Reconstrucción tridimensional y evaluación de la habilidad motriz del DJ.

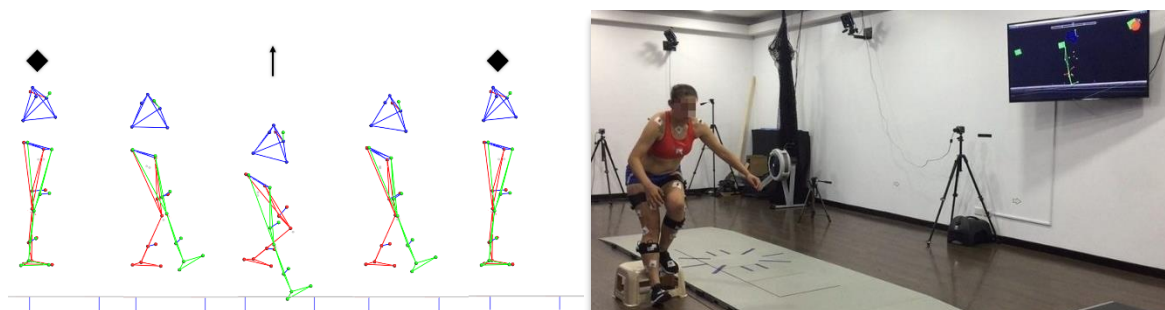
- ❖ **Vertical Stop Jump (VSJ):** La jugadora debía comenzar esta prueba con una carrera en línea recta y posteriormente, realizar una parada súbita y saltar (Gráfica 6). En esta

medición se definieron dos puntos de corte que describen los puntos críticos de estabilidad articular en la realización de la habilidad. estos son: el doble apoyo en la parada súbita y el despegue del suelo.



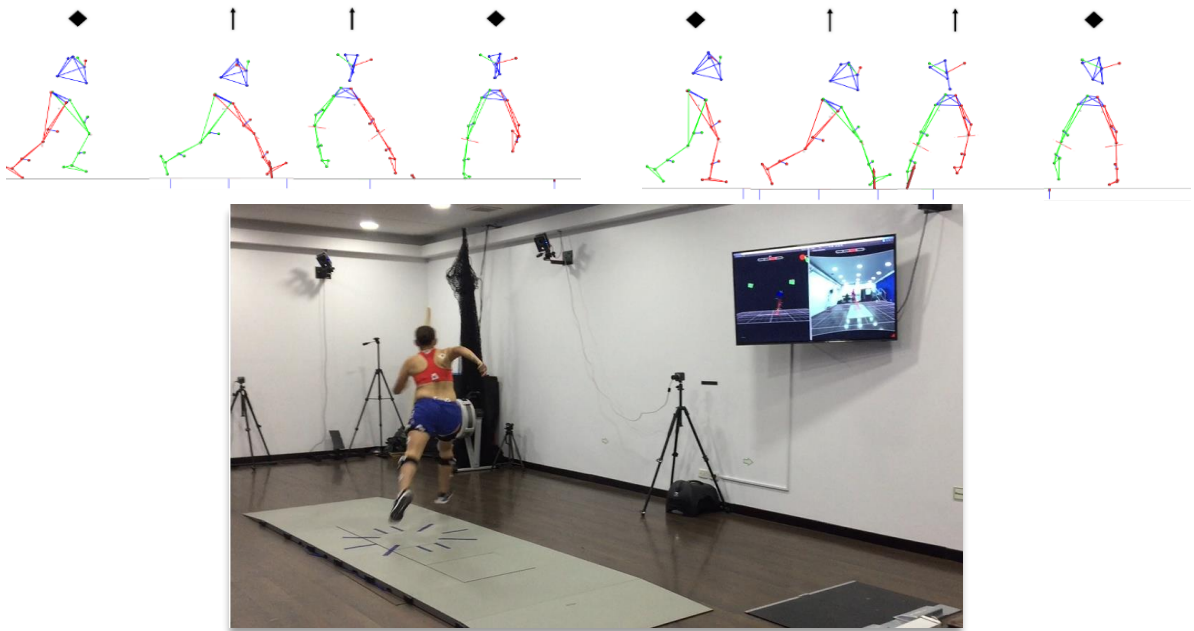
Gráfica 6. Reconstrucción tridimensional y evaluación de la habilidad motriz del VSJ.

- ❖ **Step Down (SD):** Para esta prueba la jugadora adoptó la posición bípeda sobre un banco de 25 cm, desde esta posición debía bajar una de las extremidades inferiores hasta el contacto del talón con el suelo, una vez realizado el contacto debía volver a su posición inicial (Gráfica 7). En esta medición se definió un punto de corte que describe el punto crítico de estabilidad articular de la pierna que se queda en el banco, este punto se da cuando la pierna que baja del banco entra en contacto con el suelo.



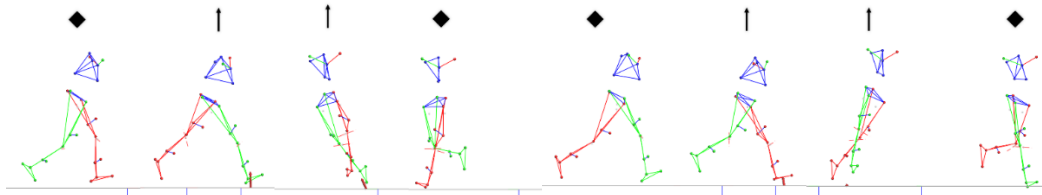
Gráfica 7. Reconstrucción tridimensional y evaluación de la habilidad motriz del SD.

- ❖ **Side Cut (SC):** La jugadora debía comenzar esta prueba con una carrera en línea recta y realizar un cambio de dirección entre los 35° a 60°, si el cambio de dirección a evaluar era el de la pierna derecha, debía ir a la derecha realizando el primer paso con la extremidad inferior derecha, o a la izquierda con la extremidad inferior izquierda como se muestra en la gráfica 8.



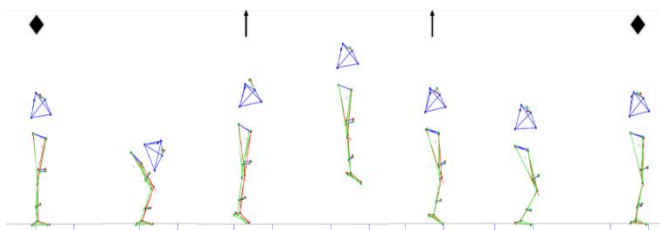
Gráfica 8. (a) Reconstrucción tridimensional SC hacia la derecha, (b) reconstrucción tridimensional SC hacia la izquierda, (c) evaluación de la habilidad motriz del SC hacia la derecha.

- ❖ **Cross Cut (CC):** La jugadora debía comenzar esta prueba con una carrera en línea recta y realizar un cambio de dirección entre los 35° a 60°, si el cambio de dirección a evaluar era el de la pierna izquierda, debía ir a la derecha realizando el primer paso con la extremidad inferior izquierda, o a la izquierda con la extremidad inferior derecha como se muestra en la gráfica 9.



Gráfica 9. (a) Reconstrucción tridimensional CC hacia la derecha, (b) reconstrucción tridimensional CC hacia la izquierda, (c) evaluación de la habilidad motriz del CC hacia la izquierda.

- ❖ **CMJ:** Para esta prueba la jugadora debía realizar una leve sentadilla con las manos en la cadera y con las piernas abiertas al ancho de los hombros. Una vez realizada la sentadilla debía reincorporarse saltando lo más alto posible (Gráfica 10). En esta medición se definieron dos puntos de corte que describen los puntos críticos de estabilidad articular en la realización de la habilidad, estos son: el despegue del suelo y el aterrizaje.



Gráfica 10. Reconstrucción tridimensional y evaluación de la habilidad motriz del CMJ.

Instrumentos de recolección de información

Se creó una base de datos que permitió registrar los datos iniciales de cada participante en el estudio (evaluación de historia clínica deportiva y examen físico fisioterapéutico). Anexo 3

Fase 4. Análisis estadístico de la información

Una vez ejecutados los ejercicios en el tamaño de muestra seleccionado, se realizó el análisis estadístico pertinente para determinar los rangos de cinemática de pelvis, cadera, rodilla y tobillo en los que las jugadoras ejecutan cada una de las habilidades motrices

Se realizó una descripción de la base de datos a través del cálculo de estadísticas y de gráficos descriptivos univariados. Luego, se obtuvo la curva promedio de la cinemática de pelvis, cadera, rodilla y tobillo para cada una de las habilidades motrices evaluadas y sus bandas al 95% de confianza por medio de regresiones locales. todos los procedimientos se realizaron en el Software R.(50) (51).

7.5 Variables

VARIABLE	SIGNIFICADO	TIPO	ESCALA	METODO DE VERIFICACIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
EDAD	Cantidad de años cumplidos	Cuantitativa	Intervalo	Entrevista	Años cumplidos a la fecha	Número entero
TALLA	Designa a la altura	Cuantitativa	Intervalo	Tallímetro	Centímetros obtenidos en la medición	Centímetros
PESO	Designa la masa del cuerpo en kilogramos	Cuantitativa	Intervalo	Báscula	Kilogramos obtenidos en la medición	Kilogramos

IMC	Medida de asociación entre la talla y la masa de un individuo	Cuantitativa	Intervalo	IMC = peso/ altura ²	Kg/m ²	Kg/m ²
HISTORIAL DE LESIONES DEPORTIVAS	Lesiones presentadas en la práctica deportiva.	Cuantitativa	Intervalo	Entrevista	Número de lesiones	Número entero
TIEMPO DE PRÁCTICA DEPORTIVA	Años de práctica deportiva profesional	Cuantitativa	Intervalo	Entrevista	Años	Número entero

CINEMÁTICA DE	Describe el	Cuantitativa	Intervalo	Captura del	Grados de	Número
PELVIS, CADERA, RODILLA Y TOBILLO	movimiento de los cuerpos en el universo, sin considerar las causas que lo producen.			movimiento en 3D, análisis y procesamiento de imágenes	movilidad en planos sagital, coronal y transverso de pelvis, cadera, rodilla y tobillo	entero

Tabla 2. Operacionalización de variables

8. RESULTADOS

El siguiente apartado presenta las características de la población objeto, los resultados del examen físico fisioterapéutico y la descripción de la cinemática de pelvis, cadera, rodilla y tobillo en los planos sagital, coronal y transversal para cada una de las habilidades motrices evaluadas.

8.1 Caracterización de la población

En la tabla 2 se presentan las características de la población con relación a edad, posición en la cancha, dominancia, edad deportiva, especialización deportiva, frecuencia de entrenamiento semanal, entrenamiento adicional y antecedentes personales y familiares.

El equipo femenino de azul y blanco Millonarios F.C. Está compuesto de 24 jugadoras profesionales de las cuales 18 cumplieron con los criterios de inclusión establecidos para este estudio (Ver tabla 2). Las seis jugadoras restantes no cumplieron con los criterios de inclusión al presentarse que, cuatro de ellas eran extranjeras y dos presentaron lesiones osteomusculares de miembros inferiores en los últimos seis meses.

La población tuvo una edad promedio de $22 \pm 4,2$ años. El 83,3% presentó dominancia de su miembro inferior derecho. Se evaluaron las posiciones de volante, defensa, delantera y portera de acuerdo a los porcentajes presentados en la tabla 2. La edad deportiva promedio fue $12,00 \pm 4,9$ años, con un tiempo de especialización deportiva de aproximadamente 4 años. Todas las jugadoras refirieron realizar un entrenamiento deportivo de tres horas diarias, 6 días a la semana y solo el 33% reporto realizar entrenamiento adicional.

Entre los hallazgos importantes relacionados con los antecedentes, el 33,3% de las jugadoras reportaron lesiones osteomusculares con una antigüedad mayor a seis meses.

Caracterización De La Población (N=18)		
Edad (Años)	22,6 ± 4,2	
Posición En Cancha	Volante	33,3%
	Defensa	27,8%
	Delantera	22,2%
	Portera	16,7%
Dominancia	Derecha	83,3%
	Izquierda	16,7%
Edad Deportiva (Años)	12,00 ± 4,9	
Especialización Deportiva (Años)	4,44 ± 2,57	
Días De Entrenamiento A La Semana	6	
Horas De Entrenamiento	3	
Entrenamiento Adicional	Si	66,7%
	No	33,3%
Antecedentes Personales	Si	33,3%
	No	66,7%
Antecedentes Familiares	Si	33,3%
	No	66,7%

Tabla 3. Caracterización de la población.

8.2 Examen físico fisioterapéutico

En la tabla 3 se describen los resultados del examen físico fisioterapéutico que se le realizó a cada una de las jugadoras. El índice de masa corporal (IMC) fue de 22,47 ± 1,9.

Se evaluaron las retracciones musculares de miembros inferiores, con la aplicación de pruebas específicas. Para el musculo Psoas se realizó la prueba de Thomas, la cual reportó datos inferiores a los 10° y se consideró como negativo para una retracción importante del musculo, que pueda limitar la movilidad en la flexión de cadera (52). Para los isquiotibiales se realizó la prueba de ángulo poplíteo, los cuales reportaron datos inferiores a 20°, lo cual hace referencia a que no existe acortamiento o retracción importante de este musculo; esta prueba se complementó con la evaluación del ángulo poplíteo con flexión de cadera y la variación de estas, que al ser negativas refieren igualmente que no hay contractura del musculo cuádriceps (53). Por el contrario, se observa que el 38,9% de las jugadoras tienen una prueba de Ely Duncan positiva leve (54). La evaluación de las retracciones musculares del tensor de la fascia lata, recto interno y complejo gastrosoleo, se realizaron con la aplicación de las pruebas de Ober, Phelps y Silfverskiold respectivamente; los cuales reportaron datos negativos en la totalidad de la muestra (Tabla3). (55) (56) (57)

Para determinar el perfil angular y torsional de miembros inferiores, se realizó la medición de la anteversión femoral que determina el perfil rotacional del fémur y se reportaron datos de $14,89 \pm 1,4^\circ$, medición que se considera normal. El perfil torsional de la tibia se midió con la aplicación del test de ángulo bimalleolar y ángulo muslo-pie, los cuales se encuentran, igualmente, en los rangos de normalidad para población adulta. (58)

De esta manera, se determinó que las jugadoras presentan características similares entre ellas y que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos en la presente investigación. Igualmente, se determinó que no hay factores que pudieran afectar la medición de las habilidades motrices.

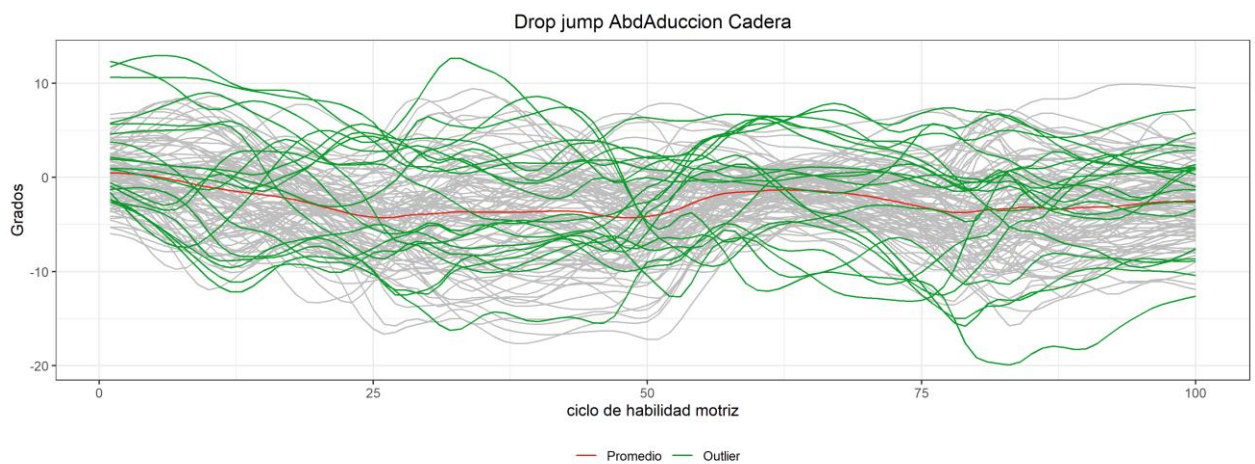
EXAMEN FÍSICO			
IMC			22,47 ± 1,9
Movilidad Articular	Cadera	Flexo-Extensión	120°-0°
		ABD-ADD	45°-30°
		Rotación Interna- Rotación Externa	50°-60°
	Rodilla	Flexo-Extensión	135° - -10°
	Tobillo	Dorsi-Plantiflexión	30°-50°
		Eversión-Inversión	20°-34°
Retracciones Musculares	Signo De Thomas		1,89 °± 2,4°
	Ángulo Poplíteo		5,78° ± 4,7°
	Ángulo Poplíteo Con Cadera En Flexión		1,22° ± 4,4°
	Variación Del Ángulo Poplíteo		2,11 ± 3,25
	Test De Ober		Negativo
	Signo De Phelps		Negativo
	Signo De Ely Duncan	Positivo: 38,9%	
		Negativo: 61,1%	
	Signo De Silfverskiöld		Negativo
Test De Adams		0,00	
Perfil Angular Y Torsional	Anteversión Femoral		14,89 °± 1,4°
	Ángulo Bimaleolar		15,78 °± 2,2°
	Ángulo Muslo-Pie		10,89 °± 1,7°

Tabla 4. Examen físico fisioterapéutico.

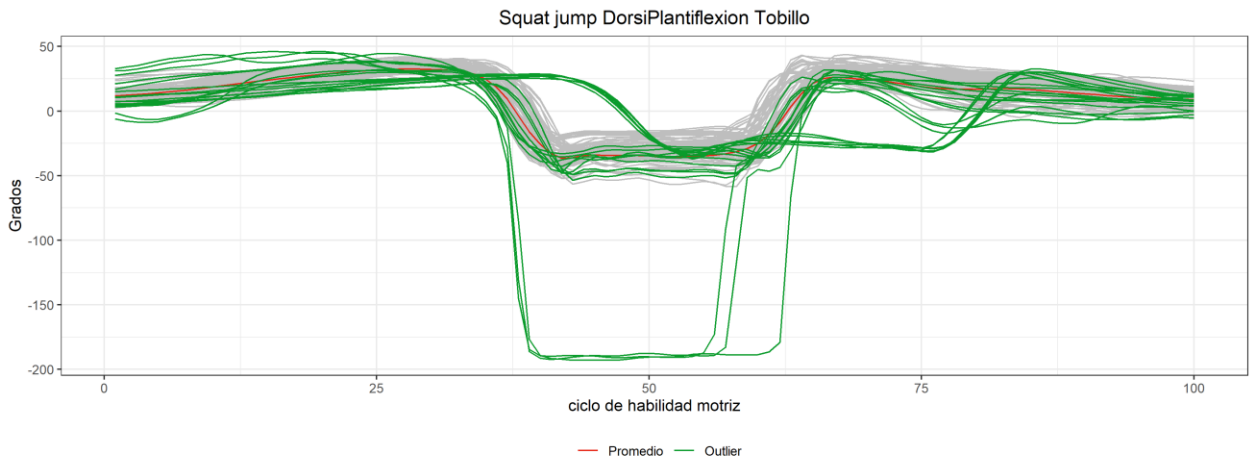
8.3 Descripción de la cinemática de las habilidades motrices

Teniendo en cuenta que se realizó la medición de la cinemática en 100 puntos igualmente espaciados durante un ciclo de habilidad motriz y que esto se puede considerar como una observación de una función continua, se decide abordar el análisis de los datos por medio de técnicas estadísticas para datos funcionales. (59)

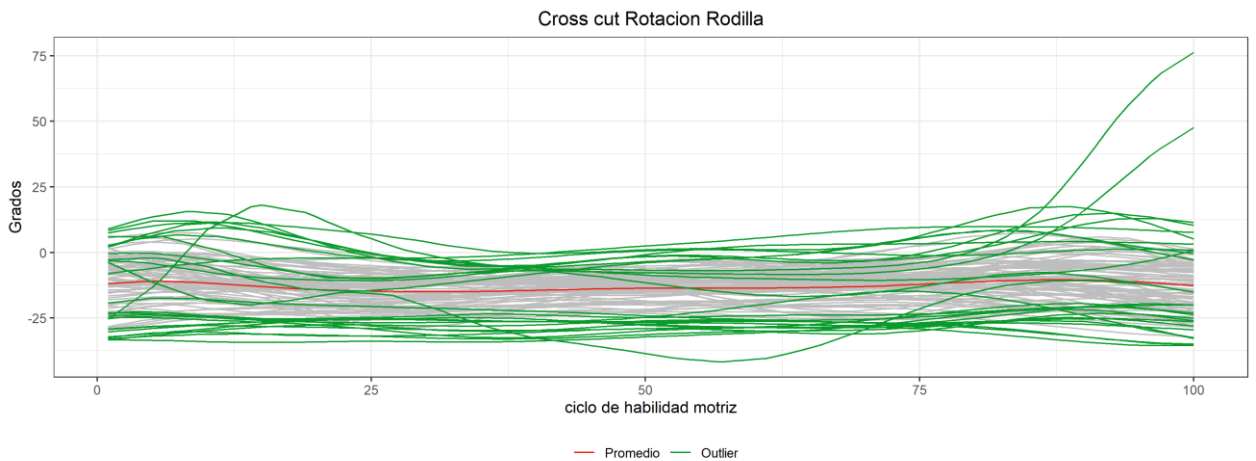
Inicialmente, se agruparon las curvas por combinaciones de cada gesto, movimiento, articulación y lateralidad, y se evidenció gráficamente que algunas presentaban comportamientos anómalos, como se demuestra en los ejemplos de las gráficas 11, 12 y 13. por lo que, a través de la propuesta de arribas-gil & romo (60), se determinó estadísticamente las curvas atípicas debido a su magnitud (curvas que tomaron valores muy altos o bajos en comparación a las demás) o a su forma (curvas con patrones diferentes en comparación a los patrones de las demás curvas). Una vez identificadas, fueron separadas de la base de datos y no se tuvieron en cuenta para los análisis posteriores.



Gráfica 11. Curva con atípicos de la cinemática de abducción y aducción de cadera en la realización de la habilidad motriz DJ.



Gráfica 12. Curva con atípicos de la cinemática de dorsiflexión y plantiflexión de tobillo en la realización de la habilidad motriz CMJ



Gráfica 13. Curva con atípicos de la cinemática de rotación de rodilla en la realización de la habilidad motriz CC.

Luego, se probó el efecto de la dominancia en la cinemática en cada una de las combinaciones a través de un Anova funcional basado en permutaciones (61). Se concluyó con un nivel de confianza del 95%, que no hay diferencia estadísticamente significativa entre ellas. Por lo tanto, se realizó solamente la agrupación y el análisis de los datos por habilidad motriz, movimiento y articulación.

Finalmente, se calculó para cada combinación las bandas al 95% de confianza punto a punto a partir de:

$$\bar{X} \pm 1,96 * S_x$$

Donde \bar{X} corresponde al promedio y S_x a la desviación estándar de las mediciones en cada punto del ciclo de la habilidad motriz.

A continuación, se describe la cinemática en los planos sagital, coronal y transversal de cada habilidad motriz por articulación y movimiento, teniendo en cuenta que:

- En el plano sagital se observan los movimientos de flexo-extensión de cadera, rodilla y tobillo, los cuales se verán en el eje y de las gráficas de la siguiente forma: los valores positivos corresponden al movimiento de flexión y los negativos al de extensión. en este mismo plano se evalúa el movimiento de inclinación de pelvis, el cual reporta valores positivos para inclinación anterior y negativos para inclinación posterior.
- En el plano coronal se observan los movimientos de abducción (ABD) y aducción (ADD) de cadera, los cuales se verán en el eje y de las gráficas de la siguiente forma: los valores positivos corresponden al movimiento de ADD y los negativos al de ABD. en este mismo plano se evalúa el movimiento de varo y valgo de rodilla, el cual reporta valores positivos para movimiento en varo y negativos para valgo.
- Finalmente, en el plano transversal se observan los movimientos de rotación de cadera y rodilla, los cuales se verán en el eje y de las gráficas de la siguiente forma: los valores positivos corresponden al movimiento de rotación interna y los negativos al de rotación externa. en este mismo plano se evalúa la progresión del pie, el cual

el cual reporta valores positivos para progresión interna y negativos para progresión externa.

8.4 Cinemática de la habilidad motriz Running

Para esta habilidad motriz se describe la cinemática de cadera, rodilla y tobillo con los siguientes movimientos:

1. Cadera: Flexo-extensión, abducción-aducción y rotaciones.
2. Rodilla: Flexo-extensión, varo-valgo y rotación
3. Tobillo: Dorsi-plantiflexion y la progresión del pie.

Los puntos de corte críticos de medición para esta habilidad se encuentran en el 0%, 38,76% \pm 3,29 y en el 100% del ciclo de habilidad que corresponden a la fase de contacto inicial, despegue del pie y contacto final.

8.4.1 Descripción de la cinemática en el plano sagital de la habilidad motriz Running

En la tabla 5 se describe el movimiento de pelvis, cadera, rodilla y tobillo en el plano sagital para los puntos críticos de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en las fases descritas.

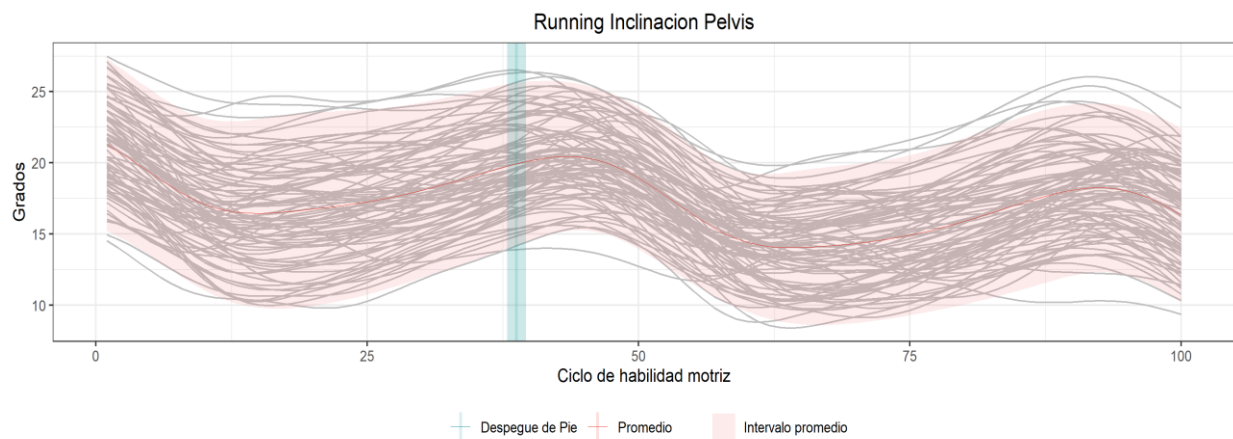
Cinemática De Running - Plano Sagital			
Movimiento	Contacto Inicial ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Despegue ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Contacto Final ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)
Inclinación De Pelvis	21,3 ± 6,03	19,7° ± 0,28°	16,3 ± 6,1
Flexo-Extensión De Cadera	40,4 ± 9,37	1,28° ± 0,41°	35,5 ± 7,63
Flexo-Extensión De Rodilla	17,7 ± 8,82	17,8° ± 0,07°	14,3 ± 7,55
Dorsi-Plantiflexión De Tobillo	9,5 ± 6,67	-8,4° ± 1,46°	7,8 ± 7,62

\bar{X} : Promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 5. Cinemática de Running - plano sagital

✚ Inclinación de pelvis

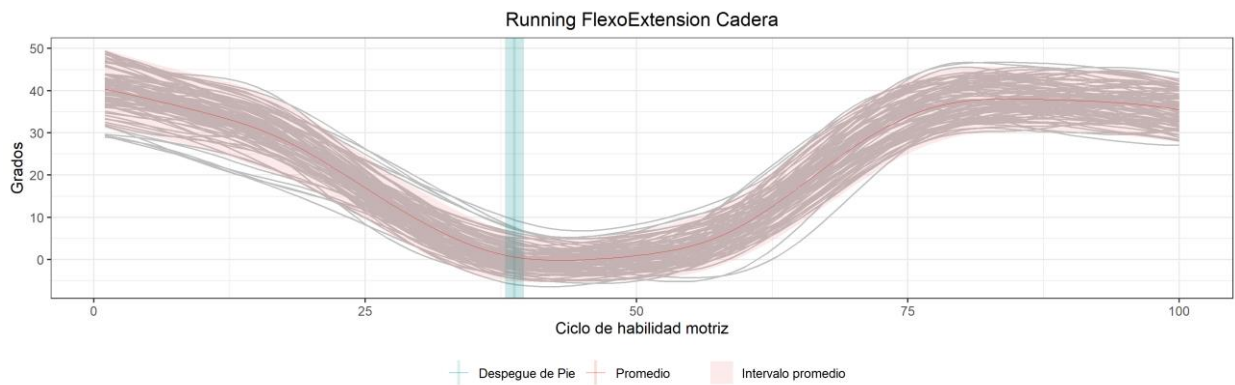
La gráfica 14 describe la cinemática en el plano sagital de la inclinación de la pelvis en el running. La pelvis mantiene una inclinación anterior durante todo el ciclo, alcanzando valores de $19,7^\circ \pm 0,28^\circ$ en el momento del despegue.



Gráfica 14. Cinemática de la inclinación de pelvis en el running

Flexo-extensión de cadera

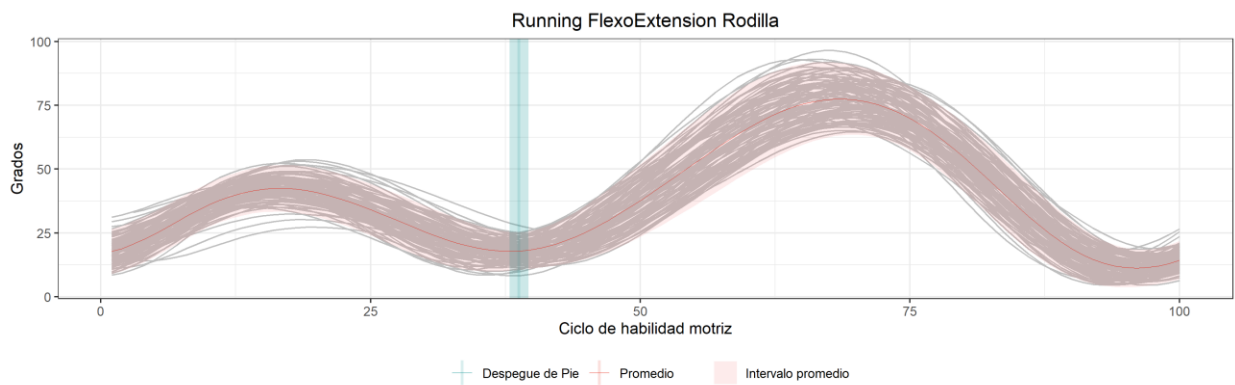
La gráfica 15 describe la cinemática en el plano sagital de la flexión y extensión de la cadera en el running. En el porcentaje $38,76 \pm 3,29$ del ciclo la cadera alcanza los 0° de flexo-extensión en el punto crítico de medición.



Gráfica 15. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el running

Flexo-extensión de rodilla

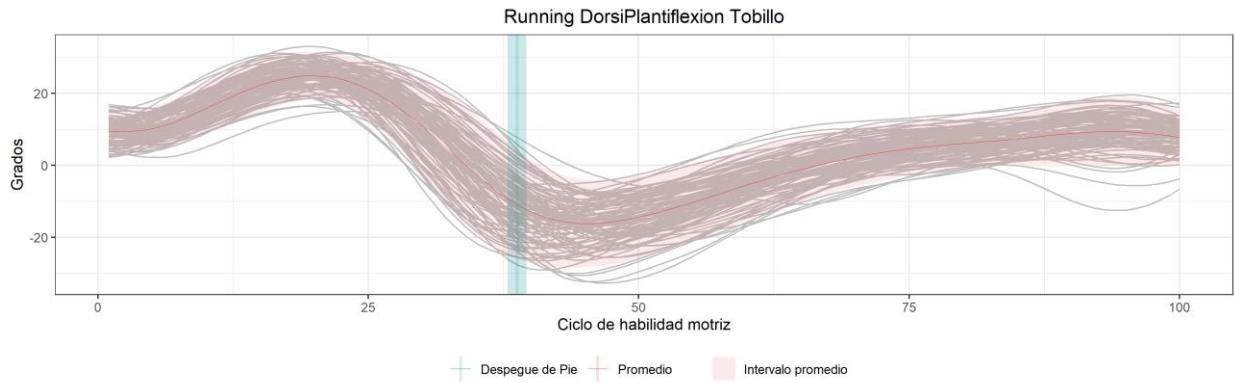
La gráfica 16 describe la cinemática en el plano sagital de la flexión y extensión de la rodilla en el running. En el porcentaje $38,76 \pm 3,29$ del ciclo la rodilla mantiene una ligera flexión de $17,8^\circ \pm 0,07^\circ$.



Gráfica 16. Cinemática de la flexo-extensión de la rodilla en el running

Flexo-extensión de tobillo

La gráfica 17 describe la cinemática en el plano sagital de la dorsiflexión y plantiflexión del tobillo en el running. El tobillo aumenta los grados en plantiflexión a $-8,4^{\circ} \pm 1,46^{\circ}$ que es concordante con la fase de movimiento que se está evaluando (despegue del pie).



Gráfica 17. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el running

8.4.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad motriz Running

En la tabla 6 se presenta la cinemática de pelvis, cadera y rodilla en el plano coronal en el punto crítico de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en las fases descritas.

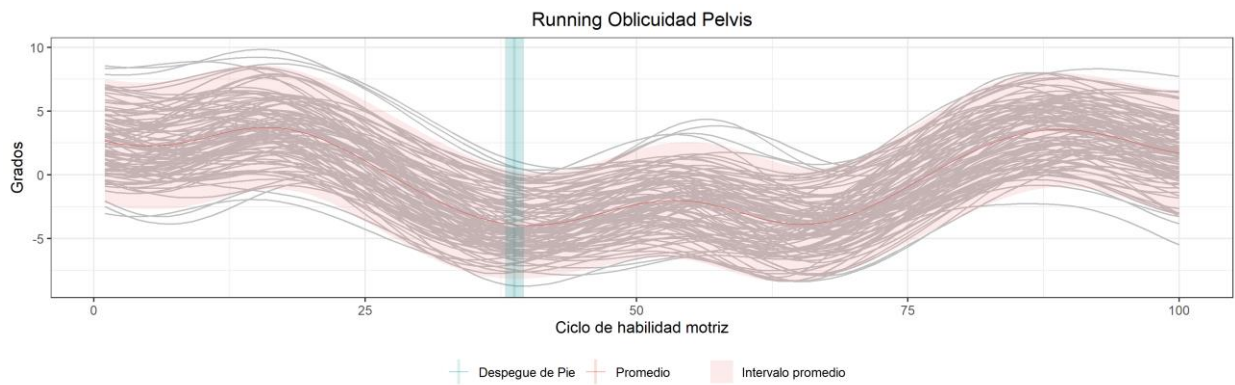
Cinemática De Running - Plano Coronal			
Movimiento	Contacto Inicial (\bar{X} GM \pm SD)	Despegue (\bar{X} GM \pm SD)	Contacto Final (\bar{X} GM \pm SD)
Oblicuidad De Pelvis	2,7 \pm 4,86	-3,7 ^o \pm 0,10 ^o	1,7 \pm 4,89
ABD - ADD De Cadera	7,73 \pm 6,43	-1,9 ^o \pm 0,16 ^o	6,1 \pm 6,93
Varo-Valgo De Rodilla	-0,8 \pm 3,78	-0,8 ^o \pm 0,19 ^o	-0,9 \pm 3,78

\bar{X} : Promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 6. Cinemática del running - plano coronal

✚ Oblicuidad pélvica

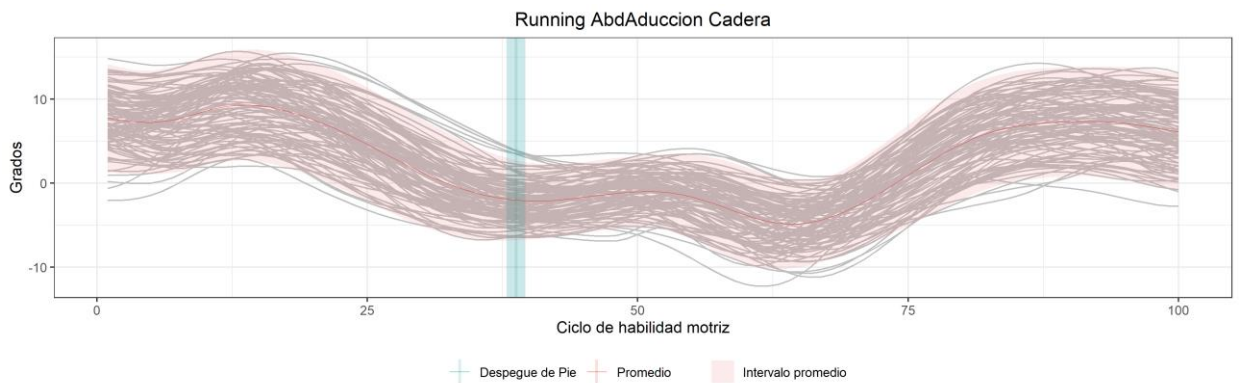
En la gráfica 18 se presenta la oblicuidad de la pelvis en el running. La pelvis mantiene una oblicuidad pélvica constante durante todo el ciclo entre los 4° Y - 4° de oblicuidad.



Gráfica 18. Cinemática de la oblicuidad de pelvis en el Running

✚ ABD-ADD de cadera

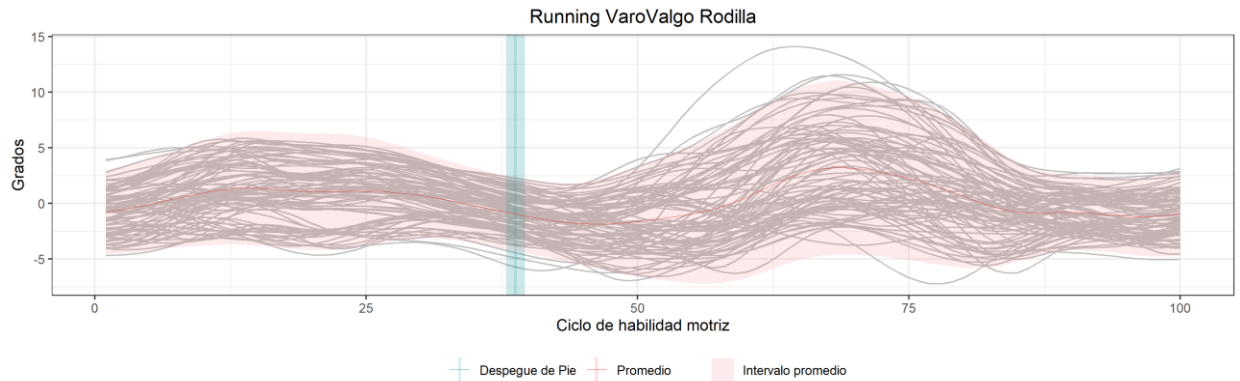
En la gráfica 19 se presenta la abducción y aducción de la cadera en el running. No se evidencian cambios cinemáticos relevantes en la ejecución de esta habilidad.



Gráfica 19. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el Running

Varo- Valgo de rodilla

En la gráfica 20 se presenta el movimiento de varo – valgo de la rodilla en el running. No se evidencian cambios cinemáticos relevantes en la ejecución de esta habilidad.



Gráfica 20. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el Running

8.4.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz Running

En la tabla 7 se describe la cinemática de pelvis, cadera, rodilla y pie en el plano transversal en el punto crítico de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en las fases descritas.

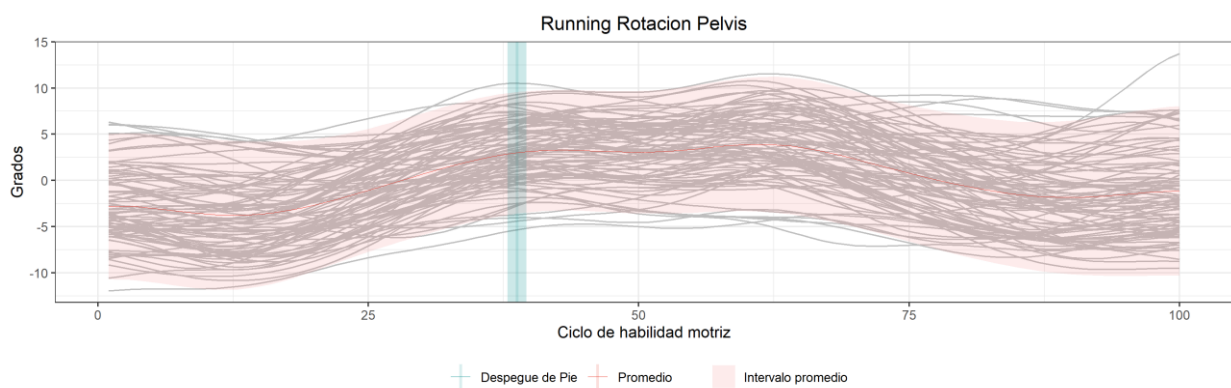
Cinemática De Running - Plano Transverso			
Movimiento	Contacto Inicial ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Despegue ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Contacto Final ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)
Rotación De Pelvis	$-2,8 \pm 7,87$	$2,8^{\circ} \pm 0,16^{\circ}$	$-1,13 \pm 9,15$
Rotación De Cadera	$-0,03 \pm 8,84$	$-5,9^{\circ} \pm 0,41^{\circ}$	$-1,9 \pm 8,81$
Rotación De Rodilla	$-11,9 \pm 17,04$	$-11,8^{\circ} \pm 0,06$	$-9,8 \pm 17,55$
Progresión De Pie	$-0,8 \pm 8,17$	$2,5^{\circ} \pm 0,15^{\circ}$	$-1,3 \pm 8,84$

\bar{X} : Promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 7. Cinemática de Running - plano transversal

✚ Rotación de pelvis

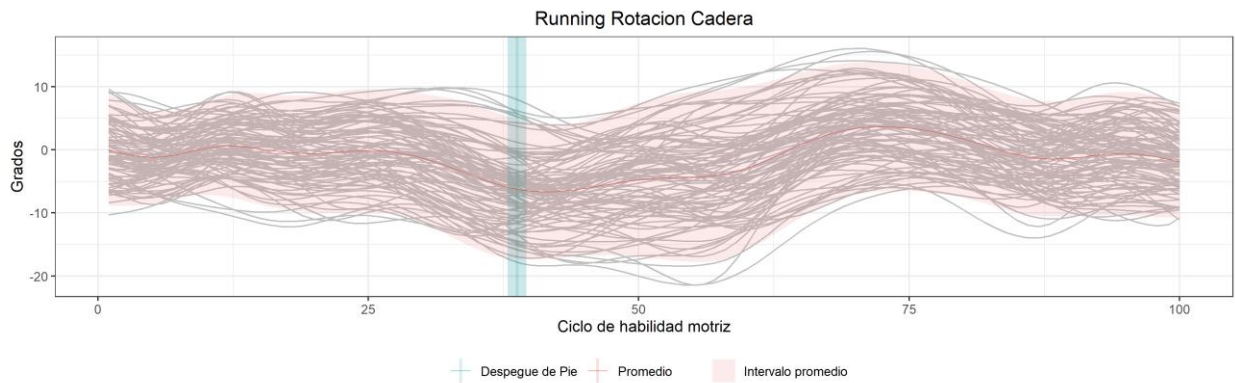
La gráfica 21 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la pelvis en el running. La pelvis realiza una rotación externa de $2,8^{\circ} \pm 0,16^{\circ}$ en el momento del despegue.



Gráfica 21. Cinemática de la rotación de pelvis en el Running

Rotación de cadera

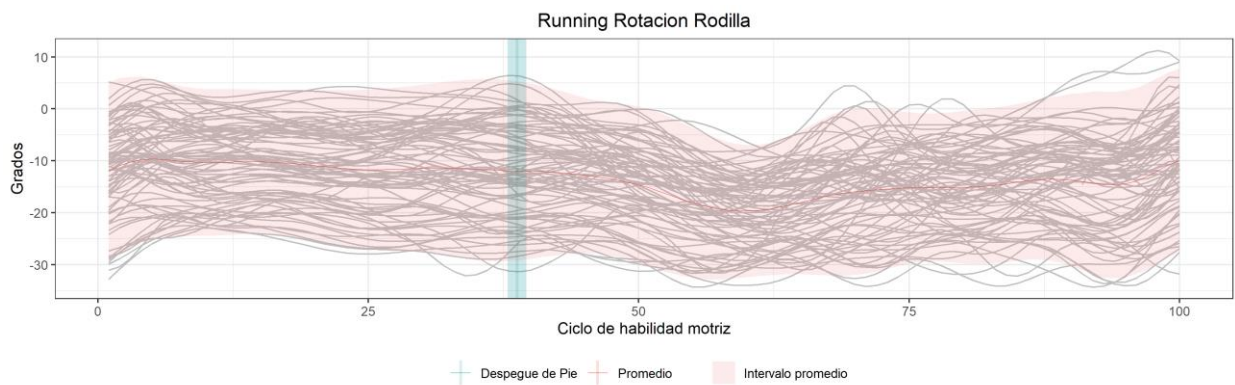
La gráfica 22 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la cadera en el running. La cadera realiza una leve rotación interna de $-5,9^{\circ} \pm 0,41^{\circ}$ en el momento del despegue.



Gráfica 22. Cinemática de la rotación de la cadera en el running

Rotación de rodilla

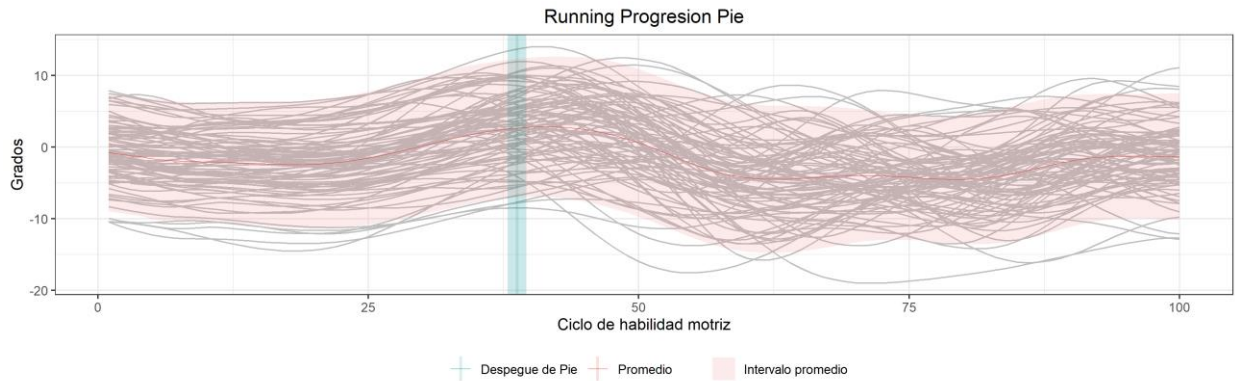
La gráfica 23 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la rodilla en el running. La rodilla se mantiene constantemente rotación externa durante todo el ciclo.



Gráfica 23. Cinemática de la rotación de la rodilla en el Running

🚦 Progresión del pie

La gráfica 24 describe la cinemática en el plano transversal de la progresión del pie en el running. El pie se mantiene en progresión neutra.



Gráfica 24. Cinemática de la progresión del pie en el running

8.5 Cinemática de la habilidad motriz Drop Jump

Para esta habilidad motriz se describe la cinemática de cadera, rodilla y tobillo con los siguientes movimientos:

4. Cadera: Flexo-extensión, abducción-aducción y rotaciones.
5. Rodilla: Flexo-extensión, varo-valgo y rotación
6. Tobillo: Dorsi-plantiflexion y la progresión del pie.

Los puntos de corte críticos de medición para esta habilidad se encuentran en el $23,57\% \pm 1,78$, en el $50,23\% \pm 3,04$ y en el $76,45\% \pm 2,14$ del ciclo de habilidad que corresponden al doble apoyo en el suelo una vez la jugadora se deja caer, al despegue del suelo y al aterrizaje después del salto, respectivamente.

8.5.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad motriz DJ

En la tabla 8 se presenta la cinemática de la cadera, rodilla y pie en el plano sagital en cada uno de los puntos críticos de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en las fases de contacto, despegue y aterrizaje.

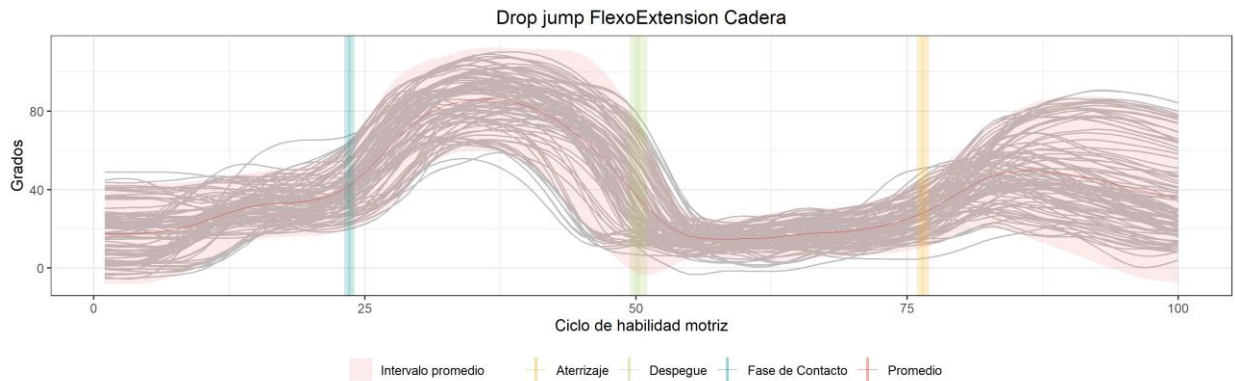
Cinemática De Drop Jump - Plano Sagital			
Movimiento	Fase De Contacto ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Despegue ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Aterrizaje ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)
Flexo-Extensión De Cadera	41,91° ± 2,66°	37,19° ± 6,25°	27,17° ± 2,26°
Flexo-Extensión De Rodilla	32,13° ± 4,28°	33,42° ± 8,29°	21,69° ± 5,78°
Dorsi-Plantiflexión De Tobillo	-8,78° ± 4,69°	-8,98° ± 7,09°	-14,57° ± 6,62°

\bar{X} : Promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 8. Cinemática de DJ - plano sagital

Flexo-extensión de cadera

En la gráfica 25 se presenta la flexión y extensión de la cadera en el DJ, la cadera presenta valores de flexión de 41,91° ± 2,66° al descender del banco, los cuales empiezan a disminuir a 37,19° ± 6,25° al realizar el despegue y a 27,17° ± 2,26° en el aterrizaje.



Gráfica 25. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el DJ

Flexo-extensión de rodilla

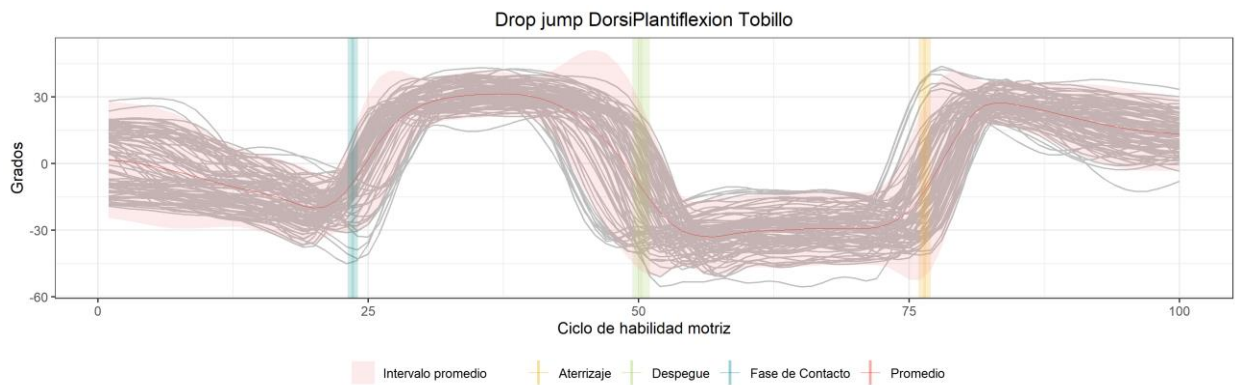
En la gráfica 26 se presenta la flexión y extensión de la rodilla en el DJ. La rodilla presenta una flexión de $32,13^\circ \pm 4,28^\circ$ al descender del banco, la cual aumenta levemente a $33,42^\circ \pm 8,29^\circ$ como preparación al salto y nuevamente desciende a $21,69^\circ \pm 5,78^\circ$ en el aterrizaje.



Gráfica 26. Cinemática de la flexo-extensión de la rodilla en el DJ

✚ Dorsi-plantiflexión de tobillo

En la gráfica 27 se presenta la dorsiflexión y plantiflexión del tobillo en el DJ. El tobillo presenta un movimiento sincrónico promedio de 30° de flexión dorsal y plantar como apoyo a la caída, despegue y aterrizaje.



Gráfica 27. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el DJ.

8.5.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad motriz DJ

En la tabla 9 se describe el movimiento de la cadera, rodilla y pie en el plano coronal en cada uno de los puntos críticos de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en las fases de contacto, despegue y aterrizaje

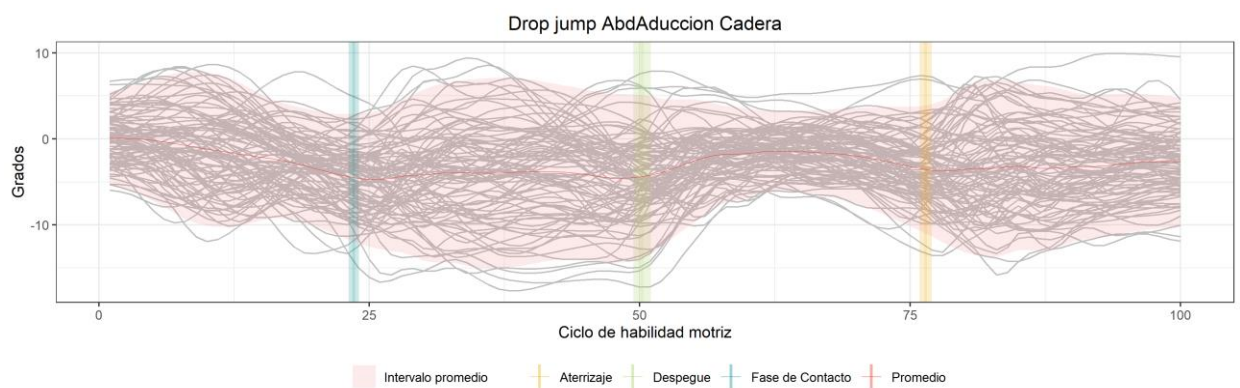
Cinemática De Drop Jump - Plano Coronal			
Movimiento	Fase De Contacto ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Despegue ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Aterrizaje ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)
ABD - ADD De Cadera	$-4,49^\circ \pm 0,14^\circ$	$-4,38^\circ \pm 0,15^\circ$	$-3,43^\circ \pm 0,21^\circ$
Varo-Valgo De Rodilla	$1,05^\circ \pm 0,31^\circ$	$0,34^\circ \pm 0,09^\circ$	$0,13^\circ \pm 0,27^\circ$

\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 9. Cinemática de DJ - plano coronal

ABD-ADD de cadera

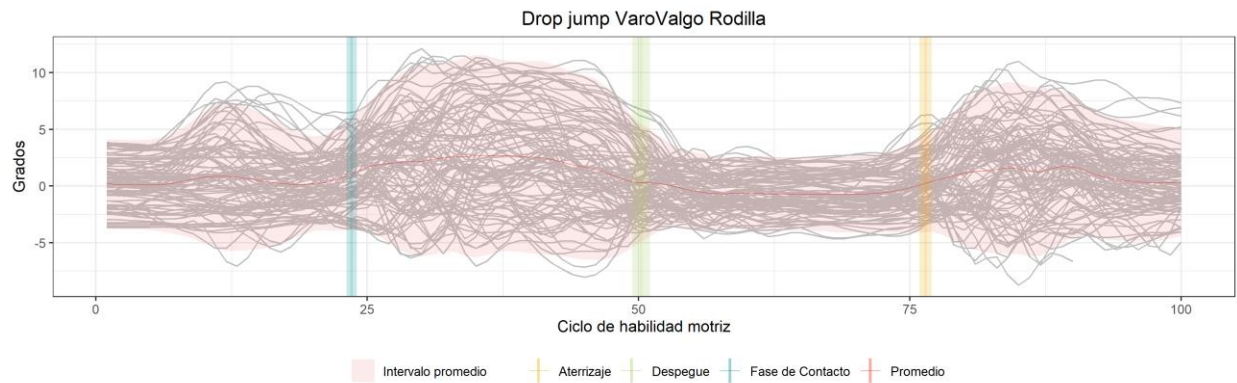
La gráfica 28 describe la cinemática en el plano coronal de la abducción y aducción de la cadera en el DJ. La cadera se mantiene en abducción constante de 3° y 4° durante la realización de esta habilidad.



Gráfica 28. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el DJ

Varo- valgo de rodilla

La gráfica 29 describe la cinemática en el plano coronal del varo – valgo de la rodilla en el DJ. La rodilla mantiene el movimiento de varo-valgo sin cambios cinemáticos significativos.



Gráfica 29. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el DJ.

8.5.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz DJ

En la tabla 10 se presenta la cinemática de cadera, rodilla y pie en el plano transversal en cada uno de los puntos críticos de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en las fases de contacto, despegue y aterrizaje.

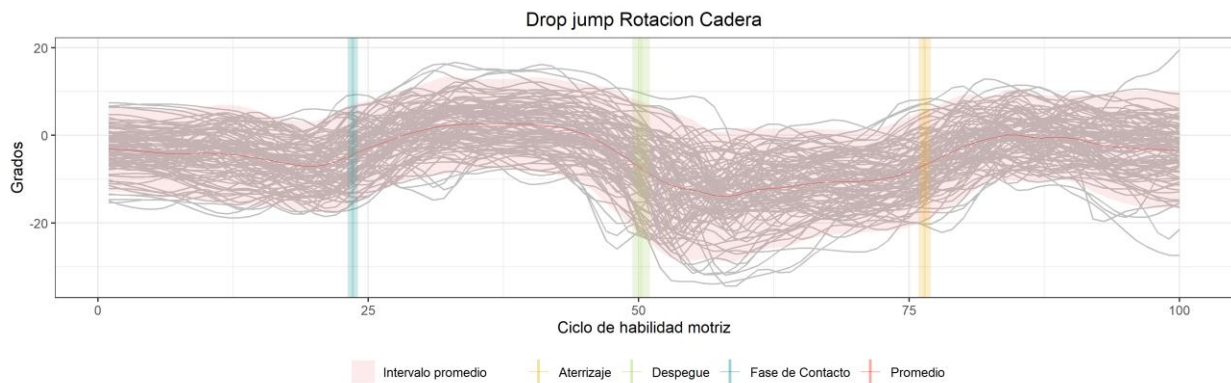
Cinemática De Drop Jump - Plano Transversal			
Movimiento	Fase De Contacto ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Despegue ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Aterrizaje ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)
Rotación De Cadera	$-4,43^\circ \pm 0,76^\circ$	$-7,08^\circ \pm 1,6$	$-7,23^\circ \pm 1,09^\circ$
Rotación De Rodilla	$-17,34^\circ \pm 1,02^\circ$	$-14,65^\circ \pm 0,32^\circ$	$-16,56^\circ \pm 0,38^\circ$
Progresión De Pie	$-2,7^\circ \pm 0,01^\circ$	$-4,03^\circ \pm 0,40^\circ$	$-2,98^\circ \pm 0,13^\circ$

\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 10. Cinemática de DJ - plano transversal

Rotación de la cadera

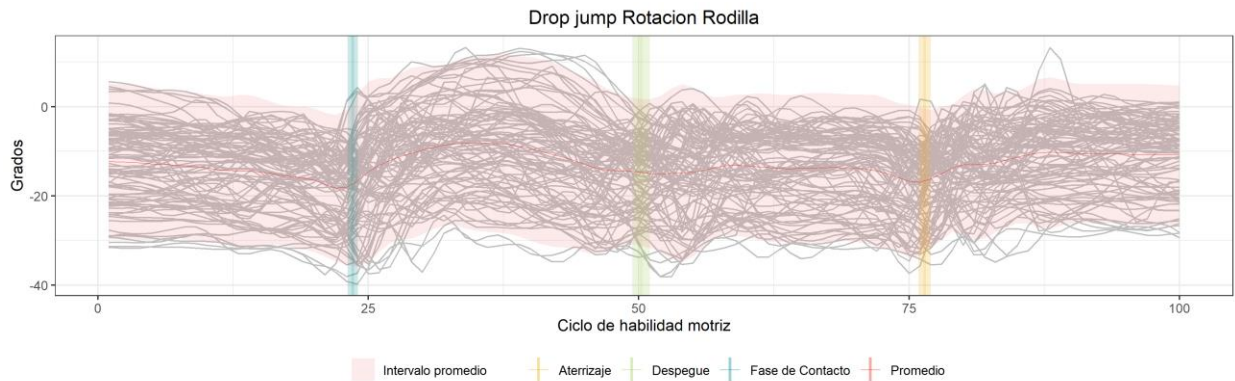
En la gráfica 30 se presenta la rotación de cadera en la realización del DJ. La cadera se mantiene en rotación externa entre los 4° y 7° en las fases de contacto, despegue y aterrizaje.



Gráfica 30. Cinemática de la rotación de la cadera en el DJ.

Rotación de rodilla

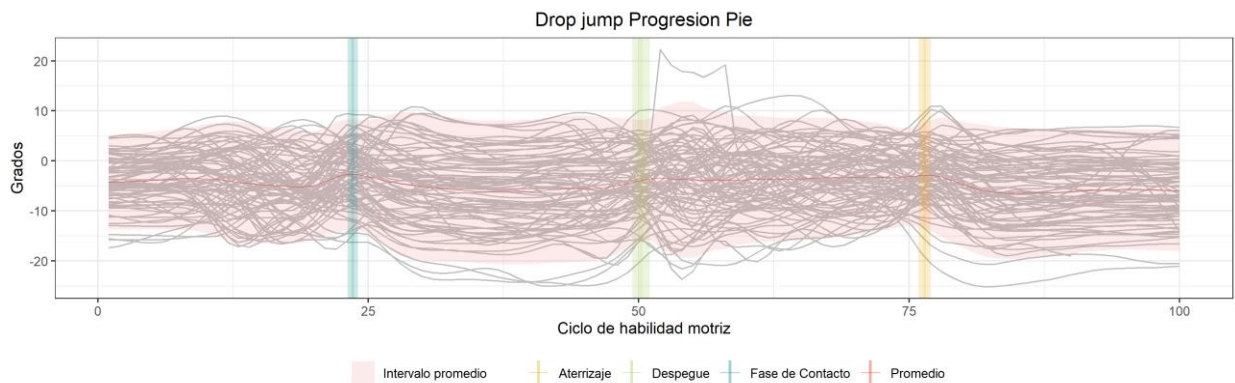
En la gráfica 31 se presenta la rotación de rodilla en el DJ. La rodilla se mantiene en rotación externa entre los 14° y 17° en las fases de contacto, despegue y aterrizaje.



Gráfica 31. Cinemática de la rotación de la rodilla en el DJ.

✚ Progresión del pie

En la gráfica 32 se presenta la progresión del pie en el DJ. El tobillo se mantiene en progresión externa durante todo el ciclo, levemente mayor al momento del despegue en el salto.



Gráfica 32. Cinemática de la progresión del pie en el DJ

8.6 Cinemática de la habilidad motriz Vertical Stop Jump.

Para esta habilidad motriz se describe la cinemática de cadera, rodilla y tobillo con los siguientes movimientos:

1. Cadera: Flexo-extensión, abducción-aducción y rotaciones.

2. Rodilla: Flexo-extensión, varo-valgo y rotación
3. Tobillo: Dorsi-plantiflexion y la progresión del pie.

Los puntos de corte críticos de medición para esta habilidad se encuentran en el 23,28% ± 3,96 y en el 45,07% ± 3,64 del ciclo que corresponden al doble apoyo en el suelo una vez la jugadora frena súbitamente y al despegue del suelo para realizar el salto, respectivamente.

8.6.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad motriz VSJ.

En la tabla 11 se describe el movimiento de la cadera, rodilla y tobillo en el plano sagital en cada uno de los puntos críticos de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en las fases de doble apoyo y despegue.

Cinemática De Vertical Stop Jump - Plano Sagital		
Movimiento	Doble Apoyo (\bar{X}GM ± SD)	Despegue (\bar{X}GM ± SD)
Flexo-Extensión De Cadera	64,14° ± 0,50°	11,87° ± 3,26°
Flexo-Extensión De Rodilla	33,15° ± 1,07°	32,1° ± 3,26°
Dorsi-Plantiflexión De Tobillo	12,76° ± 0,04°	-12,86° ± 4,8°

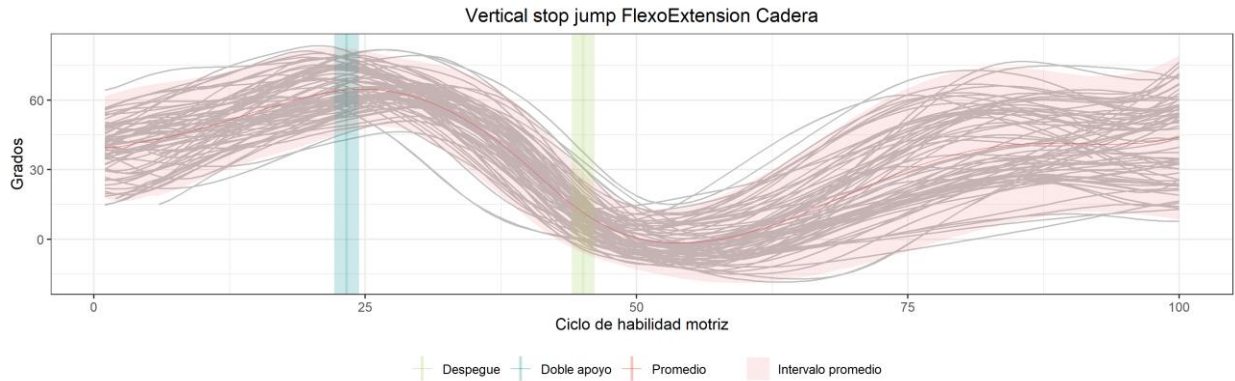
\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 11. Cinemática de VSJ - plano sagital

Flexo-extensión de cadera

La gráfica 33 describe la cinemática en el plano sagital de la flexión y extensión de la cadera en el VSJ. Se presentan los valores más altos de flexión 64,14° ± 0,50° en el

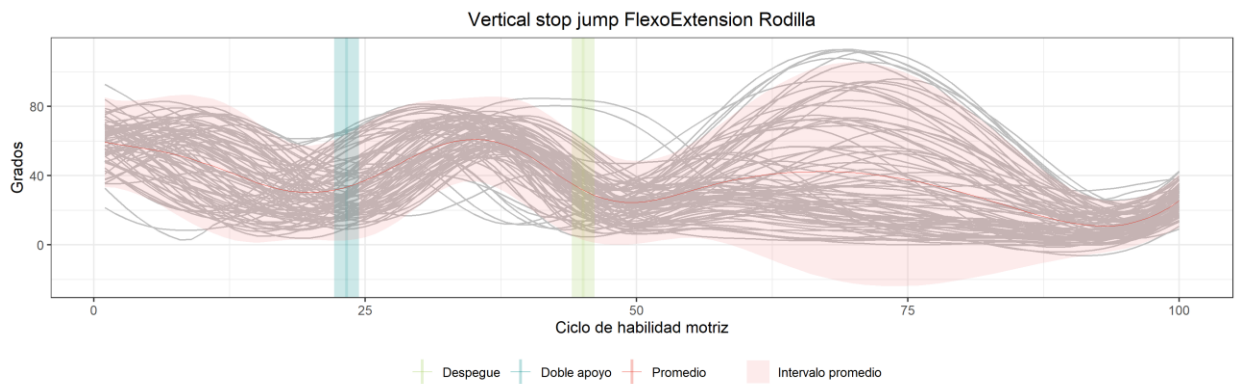
momento en el que la jugadora realiza la parada súbita, los cuales disminuyen a $11,87^\circ \pm 3,26^\circ$ en la preparación al salto en el despegue.



Gráfica 33. Cinemática del flexo-extensión de la cadera en el VSJ.

Flexo-extensión de rodilla

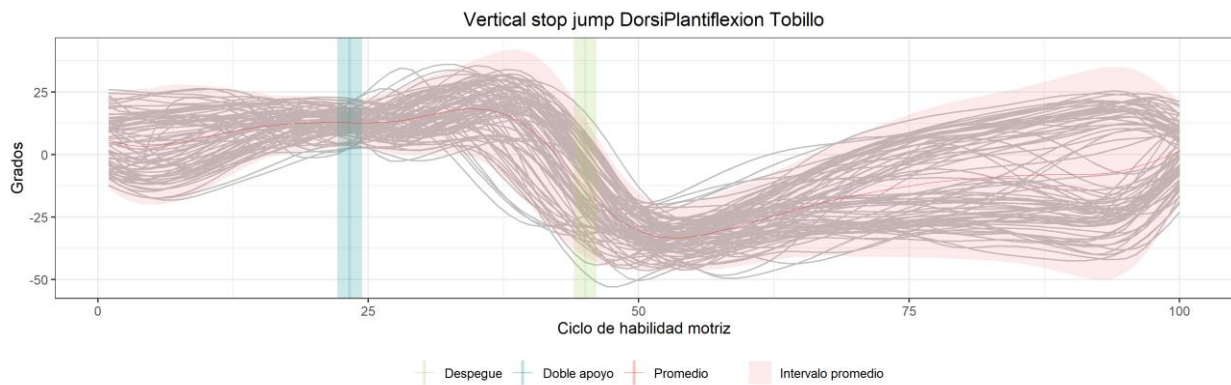
La gráfica 34 describe la cinemática en el plano sagital de la flexión y extensión de la rodilla en el VSJ. La rodilla presenta valores de flexión similares en las fases de doble apoyo y despegue.



Gráfica 34. Cinemática del flexo-extensión de la rodilla en el VSJ.

🚩 Dorsi-plantiflexión de tobillo

La gráfica 35 describe la cinemática en el plano sagital de la dorsiflexión y plantiflexión del tobillo, en el VSJ. Se presenta una ligera flexión dorsal de $12,76^\circ \pm 0,04^\circ$, la cual lleva a plantiflexión de $-12,86^\circ \pm 4,8^\circ$ como impulso al despegue.



Gráfica 35. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el VSJ.

8.5.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad VSJ.

En la tabla 12 se presenta la cinemática de cadera, rodilla y tobillo en el plano coronal en cada uno de los puntos críticos de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en las fases de doble apoyo y despegue.

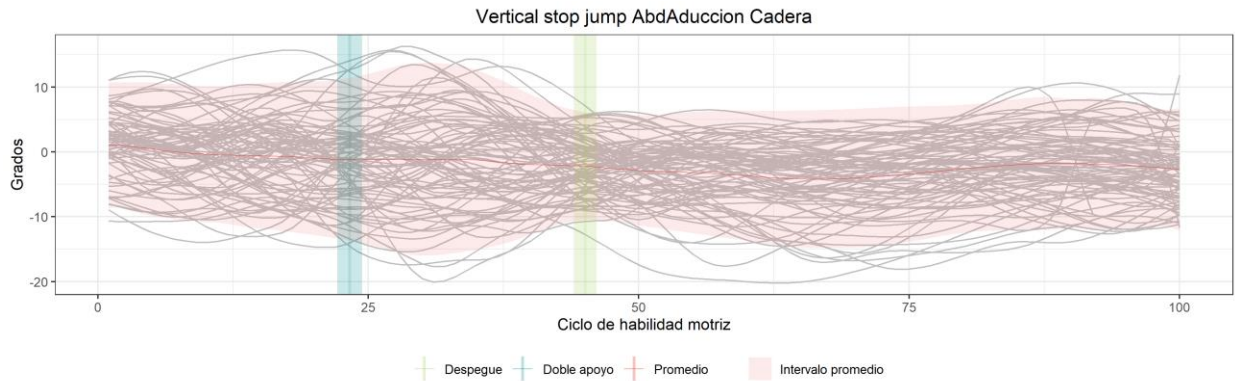
Cinemática De Vertical Stop Jump - Plano Coronal		
Movimiento	Doble Apoyo ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Despegue ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)
ABD - ADD De Cadera	$-1,12^\circ \pm 0,01^\circ$	$-2,19^\circ \pm 0,09^\circ$
Varo-Valgo De Rodilla	$0,16^\circ \pm 0,01^\circ$	$-0,55^\circ \pm 0,12^\circ$

\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 12. Cinemática del VSJ - plano coronal

ABD-ADD de cadera

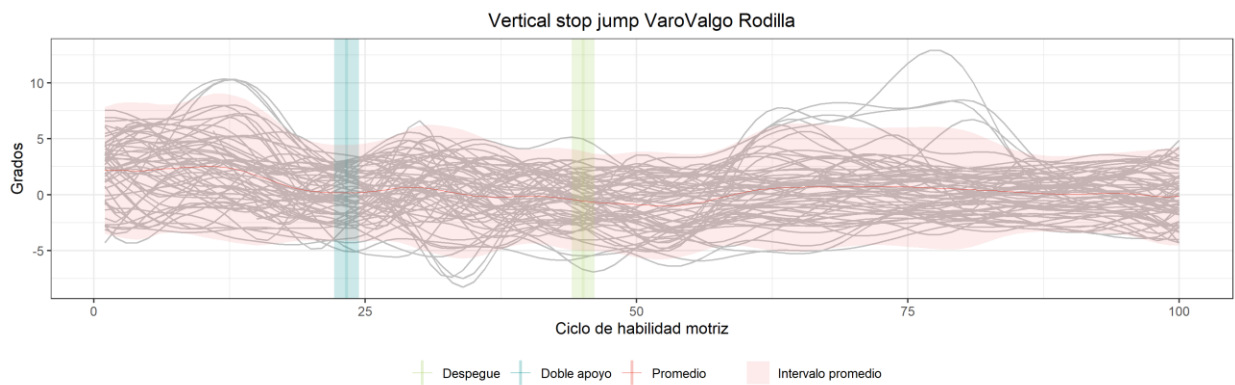
En la gráfica 36 se presenta la abducción y aducción de la cadera en el VSJ. No se evidencian cambios cinemáticos relevantes en la realización de esta habilidad.



Gráfica 36. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el VSJ.

Varo- valgo de rodilla

En la gráfica 37 se presenta el varo – valgo de la rodilla en el VSJ. No se evidencian cambios cinemáticos relevantes en la realización de esta habilidad.



Gráfica 37. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el VSJ.

8.6.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz VSJ.

En la tabla 13 se describe el movimiento de la cadera, rodilla y pie en el plano transversal en cada uno de los puntos críticos de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática

en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en las fases de doble apoyo y despegue.

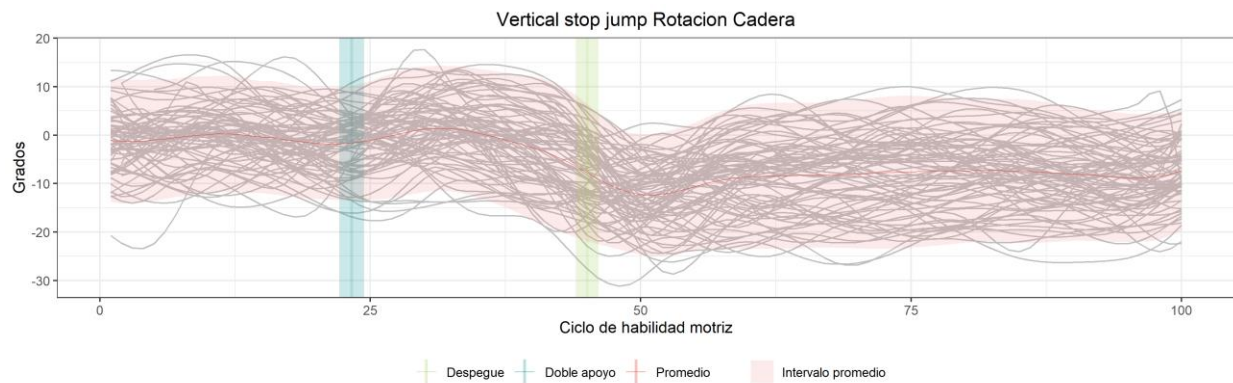
Cinemática De Vertical Stop Jump - Plano Transversal		
Movimiento	Doble Apoyo ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Despegue ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)
Rotación De Cadera	$-1,63^{\circ} \pm 0,17^{\circ}$	$-7,68^{\circ} \pm 1,2^{\circ}$
Rotación De Rodilla	$-11,4^{\circ} \pm 0,39^{\circ}$	$-12,31^{\circ} \pm 0,06^{\circ}$
Progresión De Pie	$-3,68^{\circ} \pm 0,25^{\circ}$	$-2,65^{\circ} \pm 0,24^{\circ}$

\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 13. Cinemática del VSJ - plano transversal

✚ Rotación de la cadera

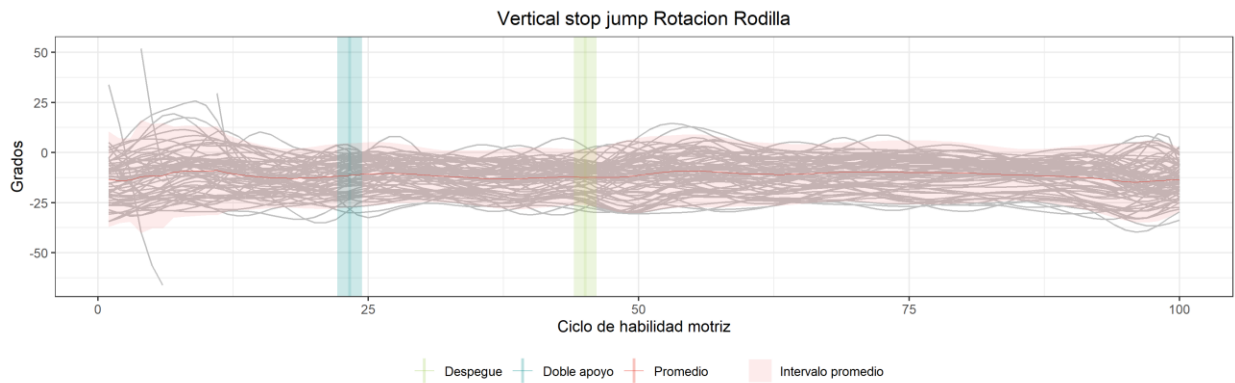
La gráfica 38 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la cadera en el VSJ. La cadera se mantiene entre 1° y 7° de rotación externa durante la realización de los puntos críticos de medición de esta habilidad.



Gráfica 38. Cinemática de la rotación de la cadera en el VSJ.

Rotación de rodilla

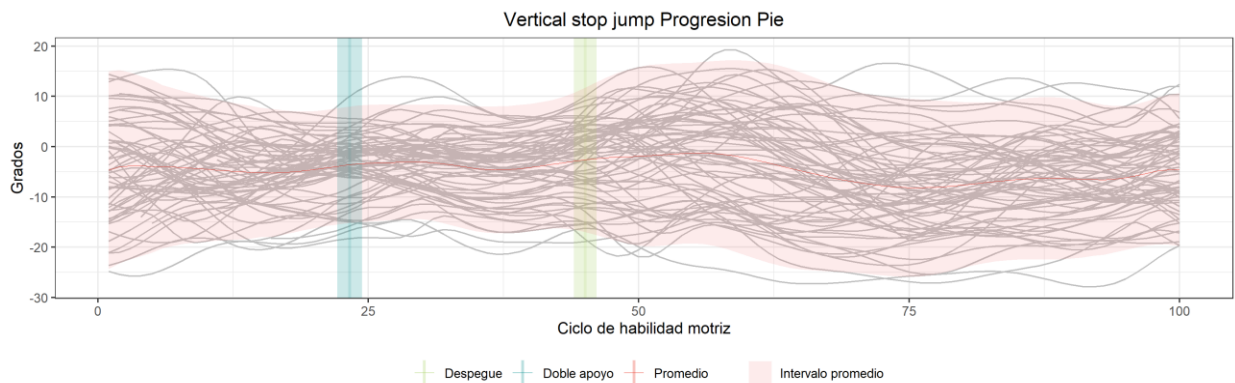
La gráfica 39 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la rodilla en el VSJ. Al igual que en la cadera, la rodilla se mantiene en rotación externa durante la realización de los puntos críticos de medición del ciclo de esta habilidad.



Gráfica 39. Cinemática de la rotación de la rodilla en el VSJ.

Progresión del pie

La gráfica 40 describe la cinemática en el plano transversal de la progresión del pie en el VSJ. El pie se mantiene en progresión externa en la realización de esta habilidad.



Gráfica 40. Cinemática de la progresión del pie en el VSJ.

8.7 Cinemática de la habilidad motriz Step Down.

Para esta habilidad motriz se describe la cinemática de pelvis, cadera, rodilla y tobillo con los siguientes movimientos:

1. Pelvis: Inclinación, oblicuidad y rotación.
2. Cadera: Flexo-extensión, abducción-aducción y rotaciones.
3. Rodilla: Flexo-extensión, varo-valgo y rotación
4. Tobillo: Dorsi-plantiflexion y la progresión del pie.

En esta habilidad se observa la estabilidad de la pierna que se queda en el banco mientras la extremidad contralateral realiza la actividad. El punto de corte crítico de medición se encuentra en el 50% del ciclo de esta habilidad, que corresponde al momento en que la pierna tiene contacto con el suelo.

8.7.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad motriz SD.

En la tabla 14 se presenta el movimiento de pelvis, cadera, rodilla y tobillo en el plano sagital, en el punto crítico de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento en la fase de despegue del pie.

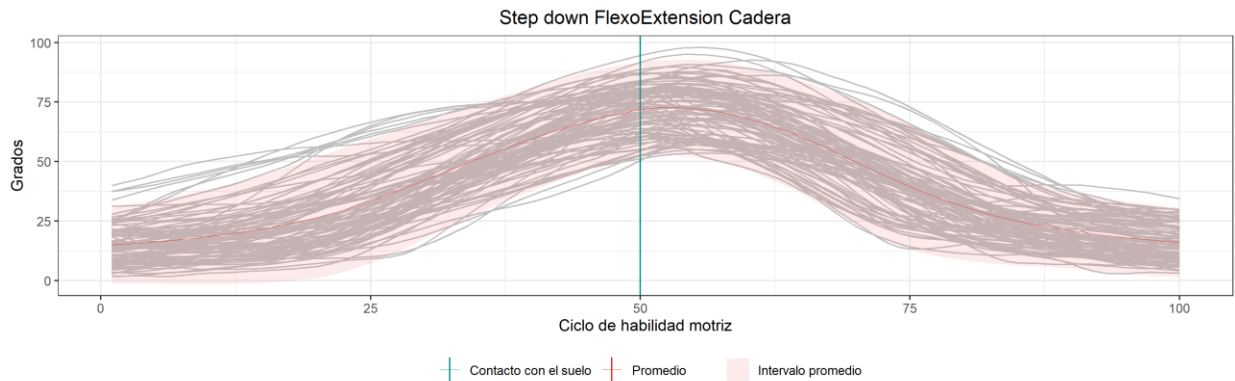
Cinemática Del Step Down - Plano Sagital	
Movimiento	Despegue (\bar{X}_{GM})
Inclinación De Pelvis	25,95°
Flexo-Extensión De Cadera	71,81°
Flexo-Extensión De Rodilla	89,2°
Dorsi-Plantiflexión De Tobillo	36,12°

\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento

Tabla 14. Cinemática del SD- plano sagital.

✚ Inclinación de pelvis

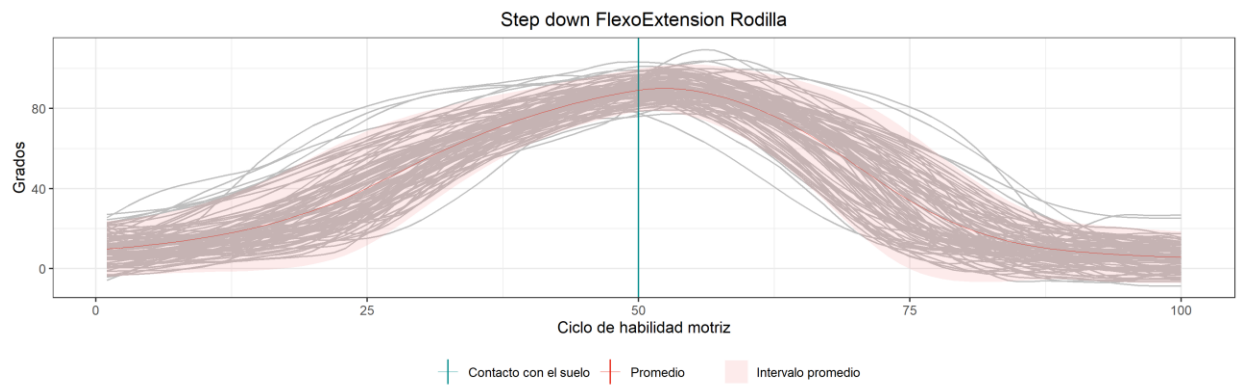
En la gráfica 41 se presenta la inclinación de la pelvis en el SD. Para lograr la estabilidad del cuerpo, la pierna que se queda en el banco realiza un aumento de 25,9° en el movimiento de inclinación anterior de la pelvis.



Gráfica 41. Cinemática de la inclinación de pelvis en el SD.

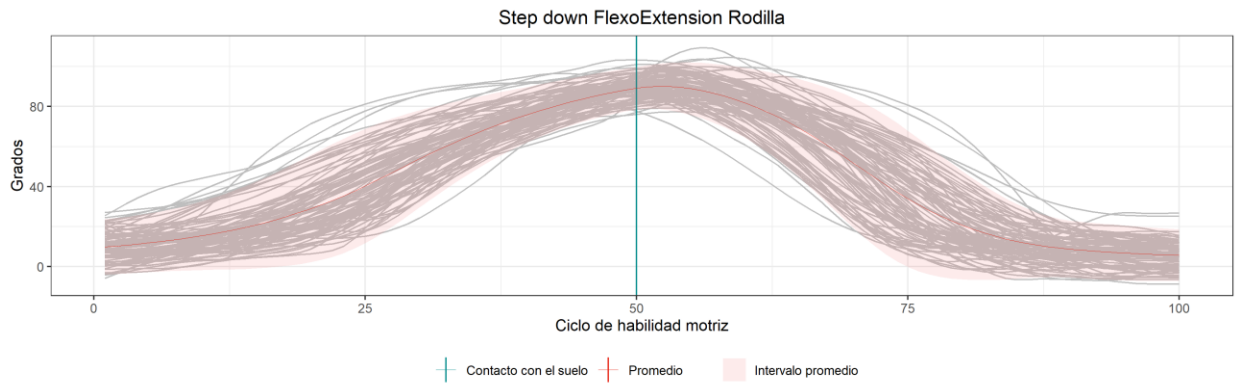
Flexo-extensión de cadera

En la gráfica 42 se presenta la flexión y extensión de la cadera en el SD. Para lograr la estabilidad del cuerpo, la pierna que se queda en el banco realiza un aumento de $71,8^\circ$ en el movimiento de flexión de cadera.



Flexo-extensión de rodilla

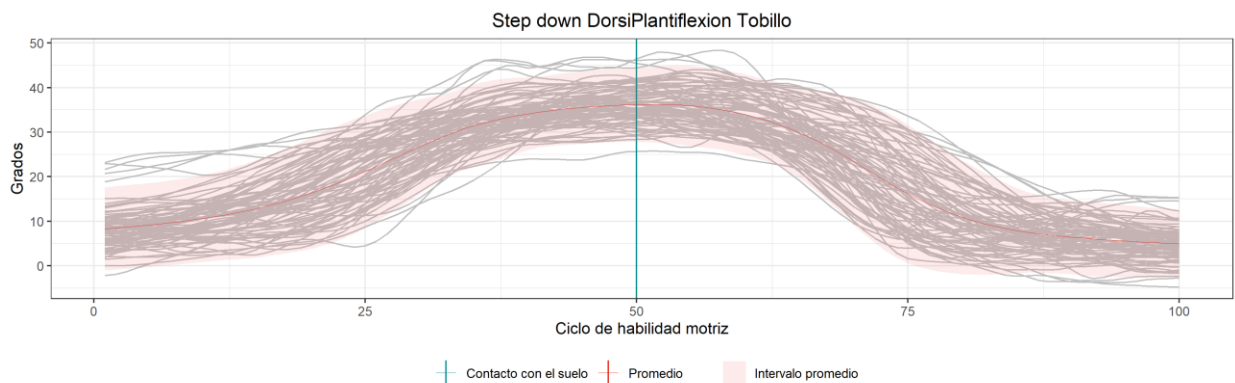
En la gráfica 43 se presenta la flexión y extensión de la rodilla en el SD. Para mantener la estabilidad del cuerpo, la pierna que se queda en el banco realiza un aumento de $89,2^\circ$ en el movimiento de flexión de rodilla.



Gráfica 43. Cinemática del flexo-extensión de la rodilla en el SD.

Flexo-extensión de tobillo

En la gráfica 44 se presenta la flexión y extensión de tobillo en el SD. Para mantener la estabilidad del cuerpo, la pierna que se queda en el banco realiza un aumento de $36,12^\circ$ en el movimiento de flexión de tobillo.



Gráfica 44. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el SD.

8.7.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad motriz SD.

En la tabla 15 se describe el movimiento de la pelvis, cadera y rodilla en el plano coronal en el punto crítico de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento en la fase de despegue del pie.

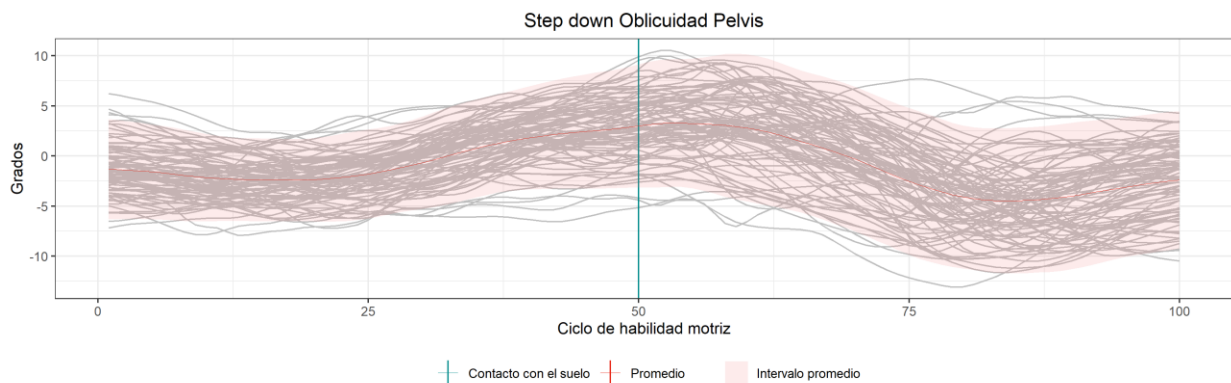
Cinemática Del Step Down - Plano Coronal	
Movimiento	Despegue (\bar{X}_{GM})
Oblicuidad De Pelvis	3°
ABD - ADD De Cadera	20,25°
Varo-Valgo De Rodilla	4,16°

\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento

Tabla 15. Cinemática del SD - plano coronal

Oblicuidad pélvica

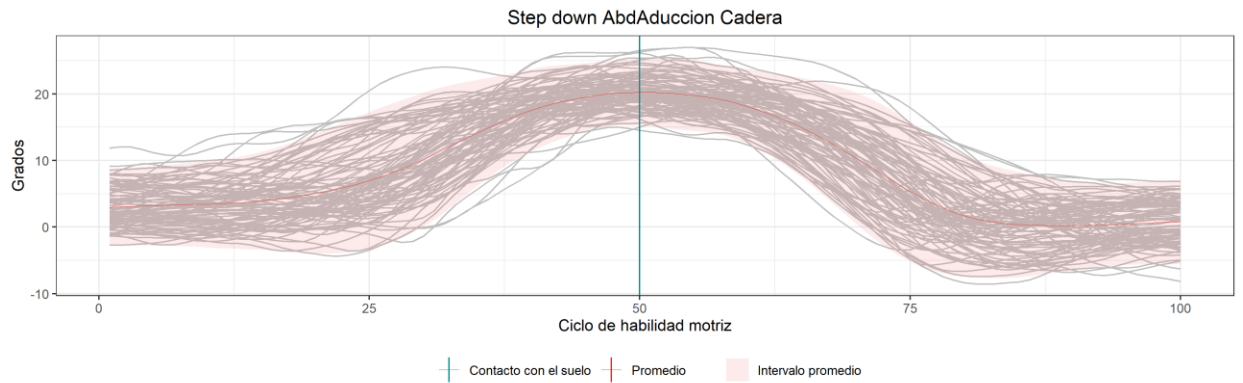
La gráfica 45 describe la cinemática en el plano coronal de la oblicuidad de la pelvis en el SD. Para lograr la estabilidad del cuerpo la pierna que se queda en el banco realiza una leve oblicuidad de 3° hacia arriba de la pelvis.



Gráfica 45. Cinemática de la oblicuidad de pelvis en el SD.

ABD-ADD de cadera

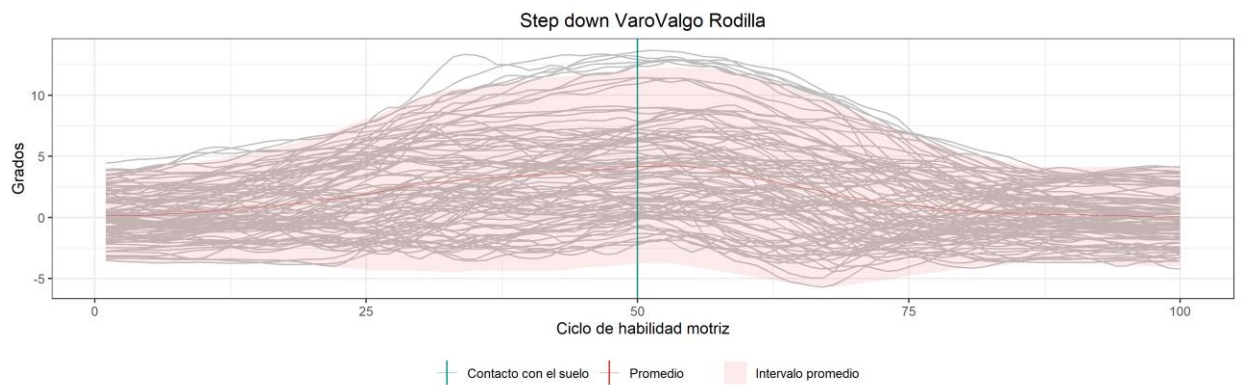
La gráfica 46 describe la cinemática en el plano coronal de la abducción y aducción de la cadera en el SD. Para lograr la estabilidad del cuerpo, la pierna que se queda en el banco realiza un aumento en el movimiento de aducción de la cadera de 20°.



Gráfica 46. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el SD.

Varo- valgo de rodilla

La gráfica 47 describe la cinemática en el plano coronal del varo – valgo de la rodilla en el SD. Para lograr la estabilidad del cuerpo la rodilla de la pierna que se queda en el banco presenta un valgo de aproximadamente 4° .



Gráfica 47. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el SD.

8.4.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz SD.

En la tabla 16 se presenta la cinemática de cadera, rodilla y pie en el plano transversal en el punto crítico de medición. Se describen los porcentajes de cinemática en grados de movimiento en la fase de despegue del pie.

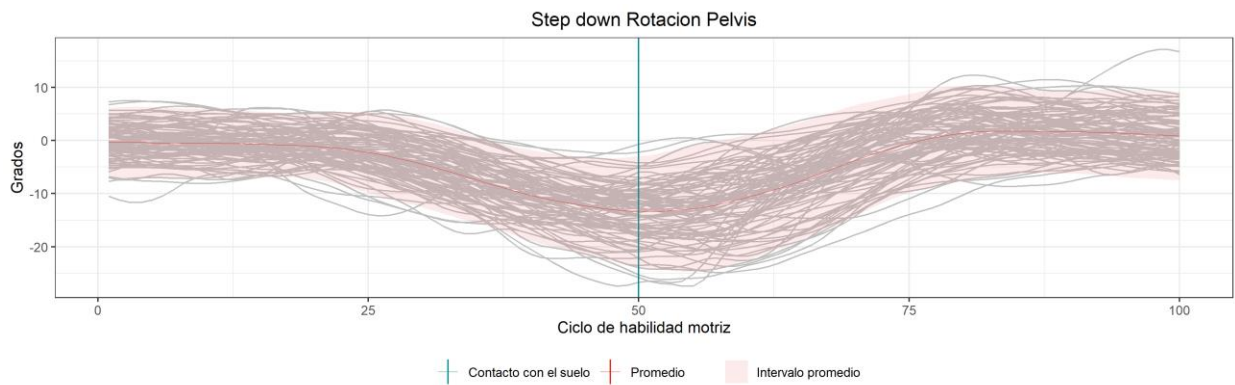
Cinemática Del Step Down - Plano Transversal	
Movimiento	Despegue (\bar{X}_{GM})
Rotación De Pelvis	-13,39°
Rotación De Cadera	-1°
Rotación De Rodilla	-10,08°
Progresión De Pie	-4,26°

\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento

Tabla 16. Cinemática de SD - plano transversal

✚ Rotación de pelvis

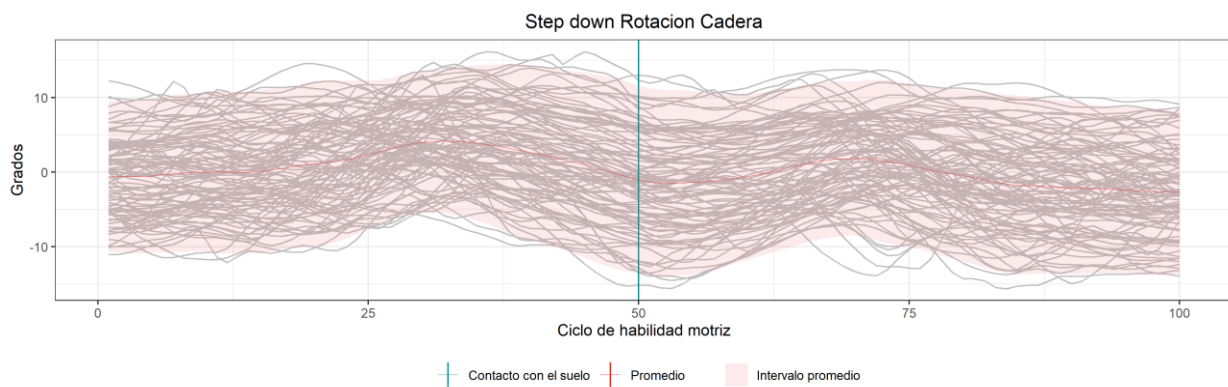
En la gráfica 48 se presenta la rotación de la pelvis en el SD. La pelvis rota externamente 13,39° para estabilizar el cuerpo.



Gráfica 48. Cinemática de la rotación de pelvis en el SD

✚ Rotación de cadera

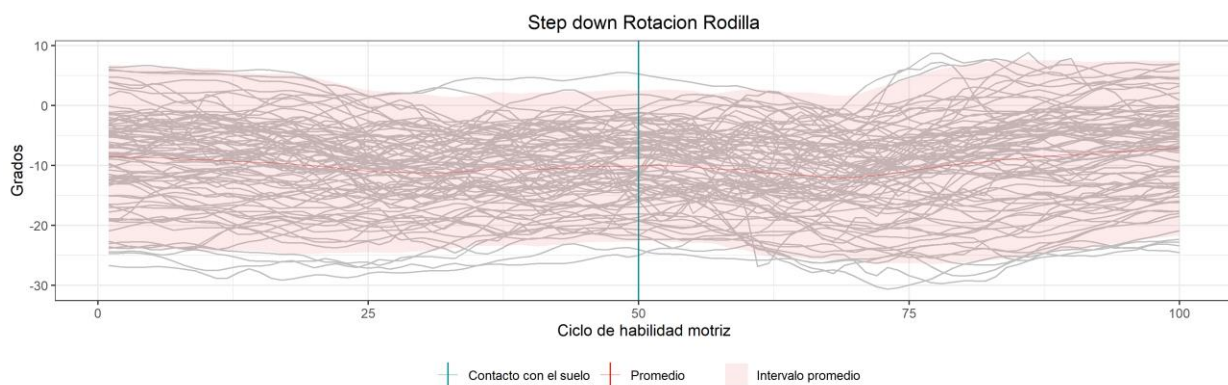
En la gráfica 49 se presenta la rotación de la cadera en el SD. La cadera se mantiene en rotación neutra.



Gráfica 49. Cinemática de la rotación de la cadera en el SD.

Rotación de rodilla

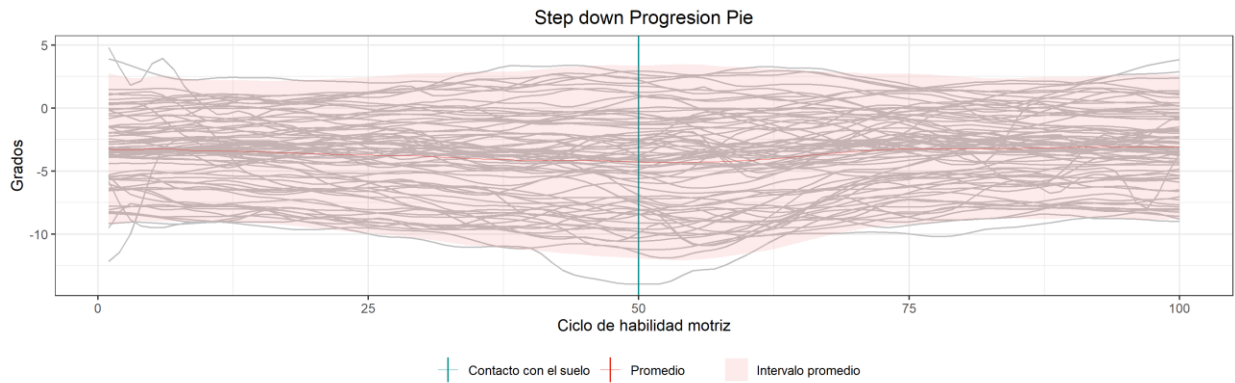
En la gráfica 50 se presenta la rotación de la rodilla en el SD. La rodilla rota externamente 10° para estabilizar el cuerpo.



Gráfica 50. Cinemática de la rotación de la rodilla en el SD.

Progresión del pie

En la gráfica 51 se presenta la progresión del pie en el SD. La progresión del pie es neutra en la realización del movimiento.



Gráfica 51. Cinemática de la progresión del pie en el SD.

8.8 Descripción de la cinemática de la habilidad motriz Countermovement Jump.

Para esta habilidad motriz se describe la cinemática de cadera, rodilla y tobillo con los siguientes movimientos:

1. Cadera: Flexo-extensión, abducción-aducción y rotaciones.
2. Rodilla: Flexo-extensión, varo-valgo y rotación
3. Tobillo: Dorsi-plantiflexion y la progresión del pie.

Los puntos de corte críticos de medición para esta habilidad se encuentran en el $38,62\% \pm 1,19$ y en el $61,38\% \pm 1,19$ del ciclo, que corresponden al despegue del suelo después de reincorporarse de la sentadilla y al aterrizaje después del salto, respectivamente.

8.8.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad CMJ.

En la tabla 17 se describe el movimiento de la cadera, rodilla y tobillo en el plano sagital en cada uno de los puntos críticos de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar, en las fases de despegue y aterrizaje.

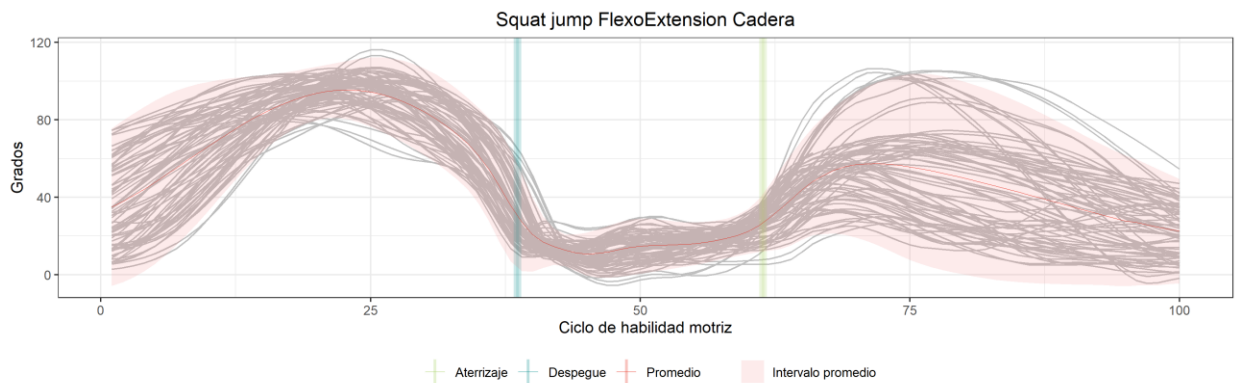
Cinemática De CMJ - Plano Sagital		
Movimiento	Despegue ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Aterrizaje ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)
Flexo-Extensión De Cadera	$31,4^{\circ} \pm 6,03^{\circ}$	$27,42^{\circ} \pm 2,08^{\circ}$
Flexo-Extensión De Rodilla	$29,46^{\circ} \pm 10,0^{\circ}$	$28,1^{\circ} \pm 6,5^{\circ}$
Dorsi-Plantiflexión De Tobillo	$-6,91^{\circ} \pm 8,25^{\circ}$	$-8,9^{\circ} \pm 7,2^{\circ}$

\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 17. Cinemática del CMJ- plano sagital

Flexo-extensión de cadera

La gráfica 52 describe la cinemática en el plano sagital de la flexión y extensión de la cadera en el CMJ. La cadera realiza una flexión de $31,4^{\circ} \pm 6,03^{\circ}$ en el despegue al salto, la cual disminuye a $27,42^{\circ} \pm 2,08^{\circ}$ en el aterrizaje.

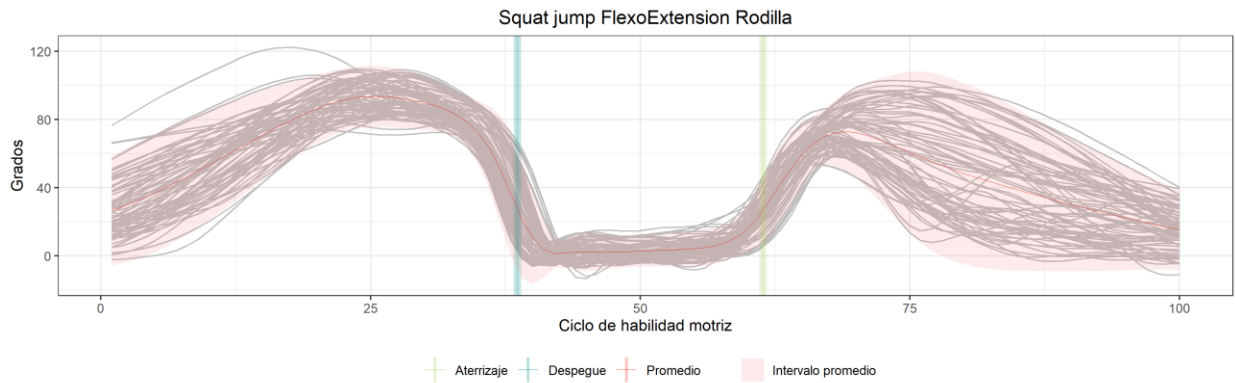


Gráfica 52. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el CMJ

Flexo-extensión de rodilla

La gráfica 53 describe la cinemática en el plano sagital de la flexión y extensión de la rodilla en el CMJ. La rodilla realiza una flexión de $29,46^{\circ} \pm 10,0^{\circ}$ en el despegue al

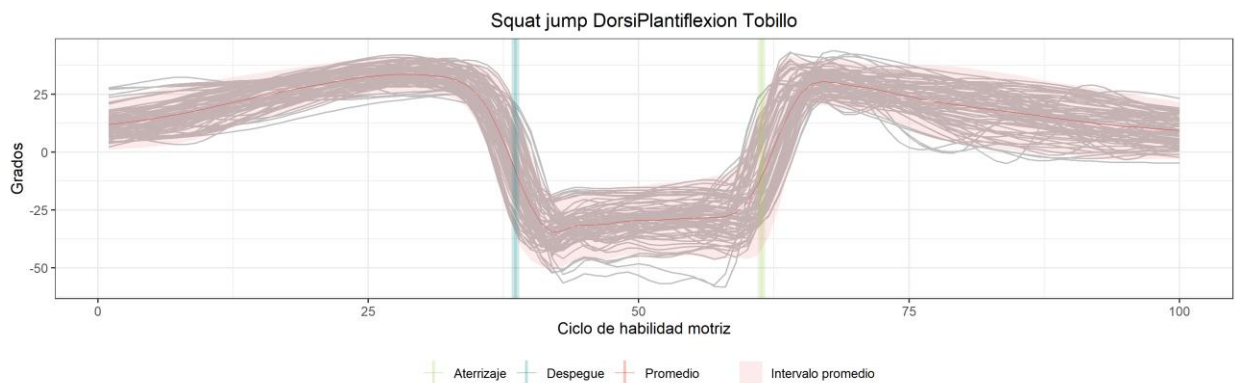
salto, la cual lleva se acerca a 0° durante el salto y vuelve a aumentar a $28,1^{\circ} \pm 6,5^{\circ}$ en el aterrizaje.



Gráfica 53. Cinemática de la flexo-extensión de la rodilla en el CMJ

✚ Dorsi-plantiflexión de tobillo

La gráfica 54 describe la cinemática en el plano sagital de la dorsiflexión y plantiflexión del tobillo en el CMJ. El tobillo realiza una plantiflexión de $-6,91^{\circ} \pm 8,25^{\circ}$ en el despegue al salto y de $-8,9^{\circ} \pm 7,2^{\circ}$ en el del aterrizaje.



Gráfica 54. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el CMJ

8.8.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad CMJ

En la tabla 18 se presenta la cinemática de cadera, rodilla y tobillo en el plano coronal en cada uno de los puntos críticos de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en

grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en la fase de despegue y aterrizaje.

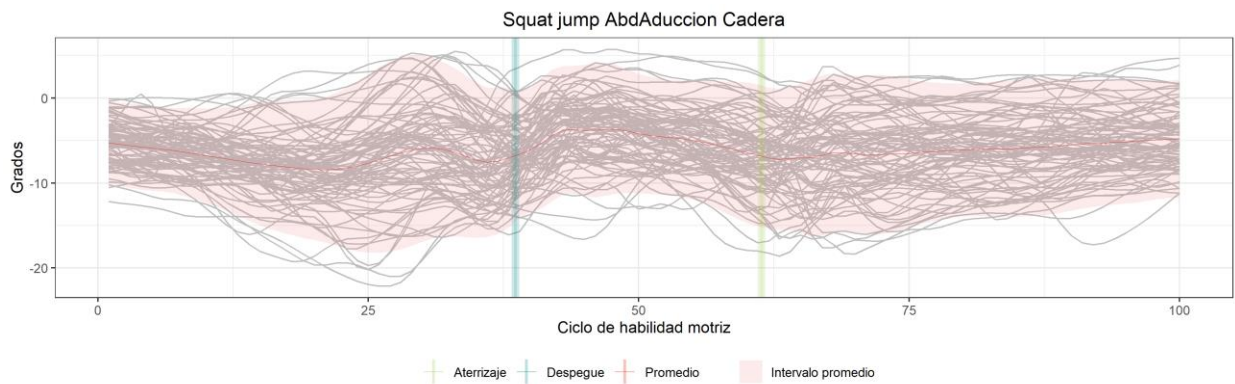
Cinemática De CMJ - Plano Coronal		
Movimiento	Despegue ($\bar{X}GM \pm SD$)	Aterrizaje ($\bar{X}GM \pm SD$)
ABD - ADD De Cadera	$-6,81^\circ \pm 0,30^\circ$	$-6,88^\circ \pm 0,22^\circ$
Varo-Valgo De Rodilla	$0,08^\circ \pm 0,09^\circ$	$0,22^\circ \pm 0,42^\circ$

\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 18. Cinemática del CMJ - plano coronal

✚ ABD-ADD de cadera

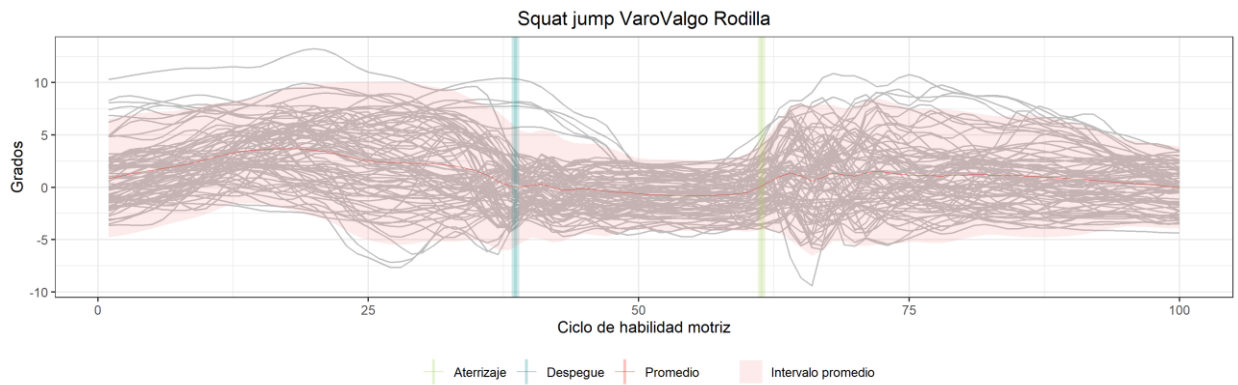
En la gráfica 55 se presenta la abducción y aducción de la cadera en el CMJ. La cadera se mantiene en abducción constante en la realización de esta habilidad.



Gráfica 55. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el CMJ

Varo- valgo de rodilla

En la gráfica 56 se presenta el varo – valgo de la rodilla en el CMJ. No hay cambios cinemáticos significativos.



Gráfica 56. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el CMJ.

8.8.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad CMJ

En la tabla 19 se describe el movimiento de la cadera, rodilla y pie en el plano transversal en cada uno de los puntos críticos de medición. Se muestran los porcentajes de cinemática en grados de movimiento con sus respectivas desviaciones estándar en las fases de despegue y aterrizaje.

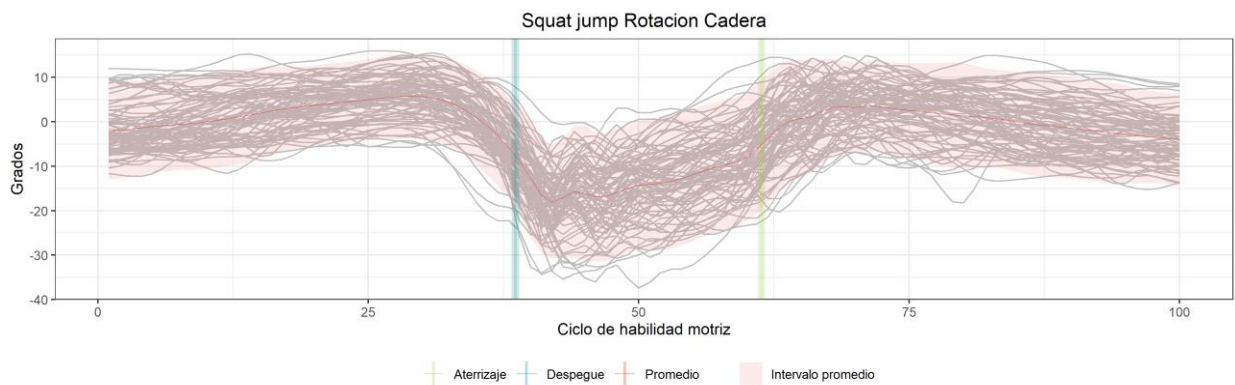
Cinemática De CMJ - Plano Transversal		
Movimiento	Despegue ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)	Aterrizaje ($\bar{X}_{GM} \pm SD$)
Rotación De Cadera	$-7,32^\circ \pm 2,16^\circ$	$-4,66^\circ \pm 1,66^\circ$
Rotación De Rodilla	$-13,18^\circ \pm 0,89^\circ$	$-14,83^\circ \pm 0,27^\circ$
Progresión De Pie	$-5,15^\circ \pm 0,16^\circ$	$-2,8^\circ \pm 0,02^\circ$

\bar{X} : promedio GM: grado de movimiento SD: desviación estándar

Tabla 19. Cinemática del CMJ - plano transversal

Rotación de la cadera

La gráfica 57 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la cadera en el CMJ. La cadera realiza una rotación externa de $7,32^\circ \pm 2,16^\circ$ en la fase de despegue al salto, la cual disminuye levemente en el aterrizaje a $4,66^\circ \pm 1,66^\circ$.



Gráfica 57. Cinemática de la rotación de la cadera en el CMJ

✚ Rotación de rodilla

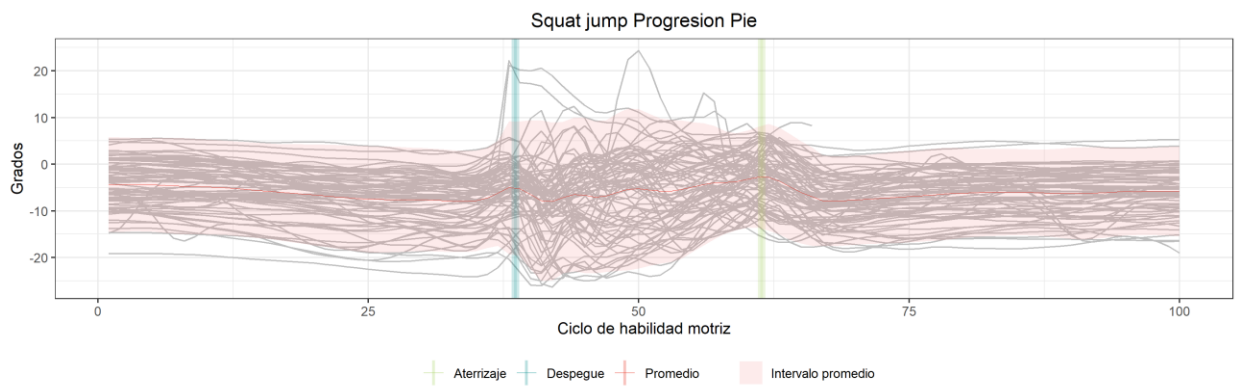
La gráfica 58 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la rodilla en el CMJ. La rodilla se mantiene en rotación externa entre los 13° y 14° en el despegue y aterrizaje.



Gráfica 58. Cinemática de la rotación de la rodilla en el CMJ.

✚ Progresión del pie

La gráfica 59 describe la cinemática en el plano transversal de la progresión del pie en el CMJ. El pie se mantiene en progresión neutra durante la actividad.



Gráfica 59. Cinemática de la progresión del pie en el CMJ.

8.9 Cinemática de la habilidad motriz Side Cut.

Para esta habilidad motriz se describe la cinemática de cadera, rodilla y tobillo con los siguientes movimientos:

1. Cadera: Flexo-extensión, abducción-aducción y rotaciones.
2. Rodilla: Flexo-extensión, varo-valgo y rotación
3. Tobillo: Dorsi-plantiflexion y la progresión del pie.

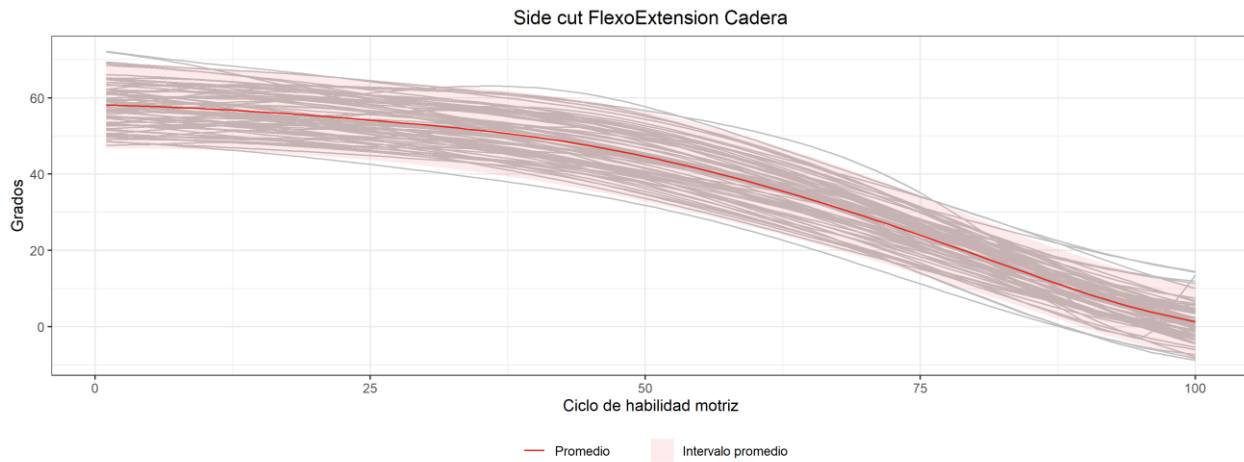
En esta habilidad no se definió un punto crítico de medición, ya que, lo que se evalúa es la estabilidad de la pierna que queda en apoyo mientras se realiza el cambio de dirección.

8.9.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad SC.

A continuación, se muestran las gráficas de cinemática para la cadera, rodilla y tobillo en el plano sagital.

Flexo-extensión de cadera

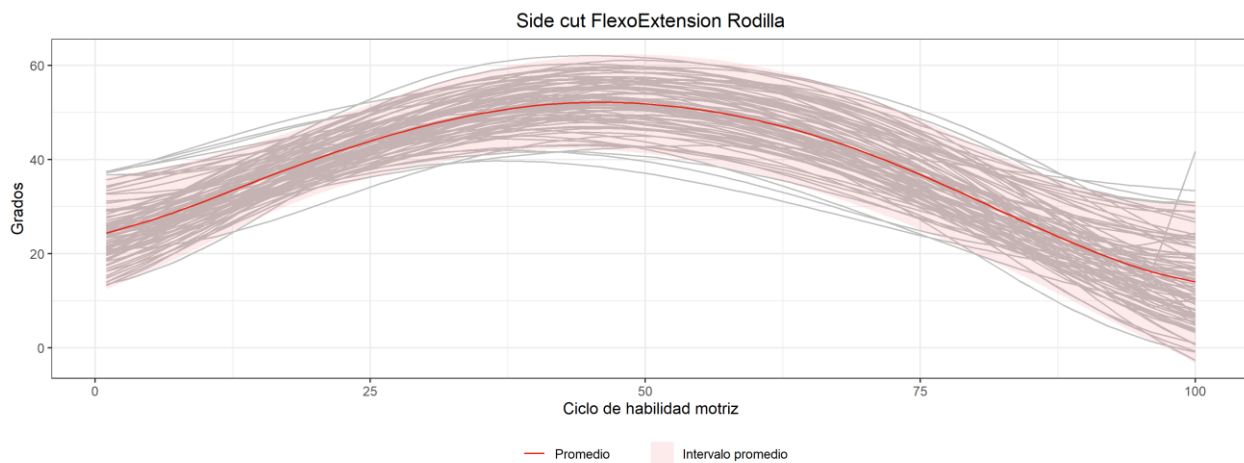
La gráfica 60 describe la cinemática en el plano sagital de la flexión y extensión de la cadera en el SC. Cuando la pierna contralateral realiza el cambio de dirección, esta se mantiene en flexión constante, la cual empieza a disminuir con el contacto en el suelo de la otra pierna.



Gráfica 60. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el SC.

Flexo-extensión de rodilla

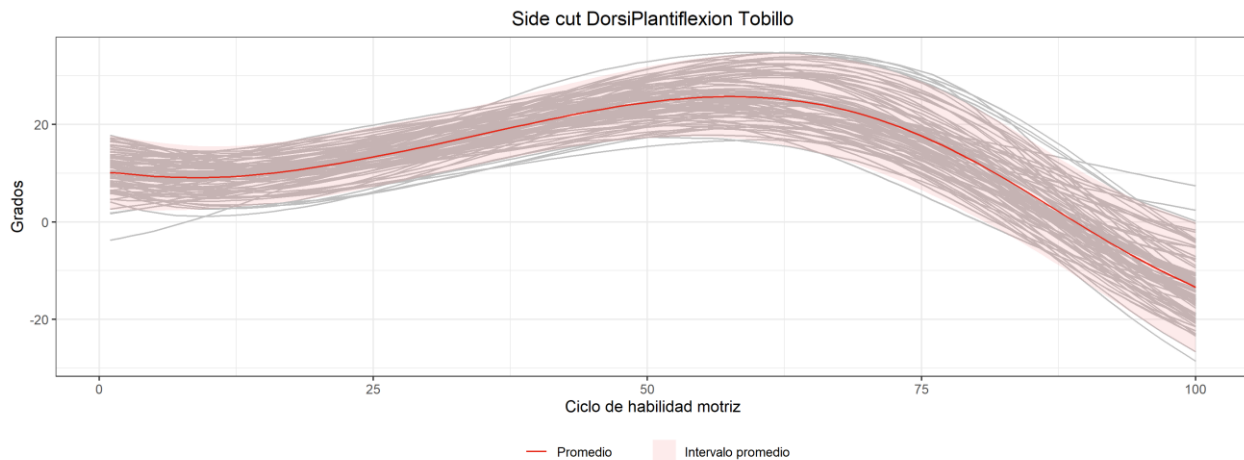
La gráfica 61 describe la cinemática en el plano sagital de la flexión y extensión de la rodilla en el SC. La rodilla se encuentra en extensión en el inicio del cambio de dirección, posteriormente se flexiona cuando la pierna contralateral realiza el balanceo y nuevamente se extiende cuando esta se apoya.



Gráfica 61. Cinemática de la flexo-extensión de la rodilla en el SC.

✚ Dorsi-plantiflexión de tobillo

La gráfica 62 describe la cinemática en el plano sagital de la dorsiflexión y plantiflexión del tobillo en el SC. El tobillo se mantiene en dorsiflexión constante y posteriormente, hacia plantiflexión como preparación al cambio de dirección de la pierna ipsilateral.



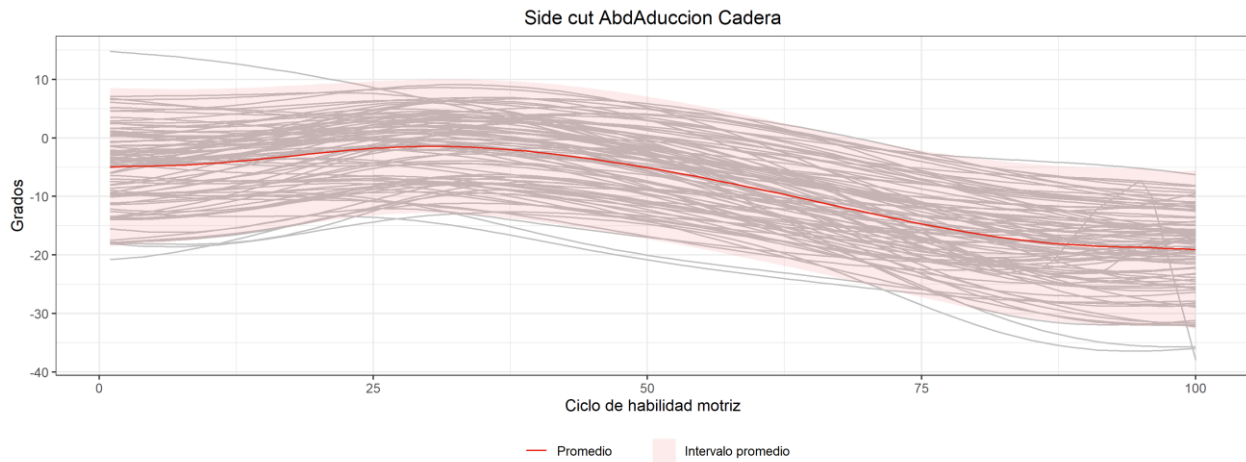
Gráfica 62. Cinemática de la Dorsi-plantiflexión del tobillo en el SC.

8.9.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad SC.

A continuación, se describe el movimiento de la cadera y rodilla en el plano coronal.

✚ ABD-ADD de cadera

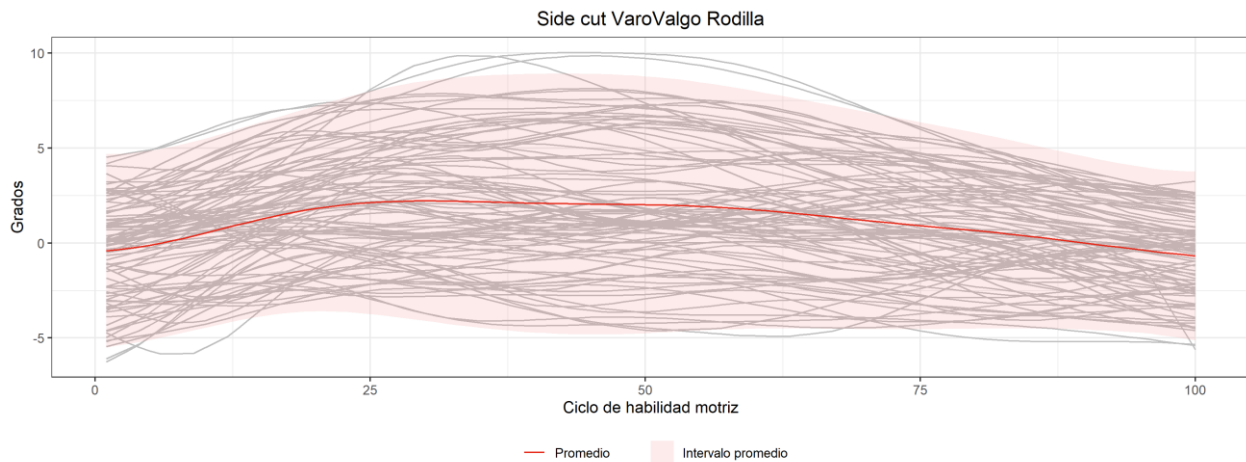
La gráfica 63 describe la cinemática en el plano coronal de la abducción y aducción de la cadera en el SC. La cadera se mantiene en abducción durante todo el movimiento.



Gráfica 63. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el SC.

🚦 Varo- valgo de rodilla

La gráfica 64 describe la cinemática en el plano coronal del varo – valgo de la rodilla en el SC. La rodilla evita realizar un movimiento en valgo, aumentando levemente la posición en varo. Sin embargo, no se presentan cambios cinemáticos significativos.



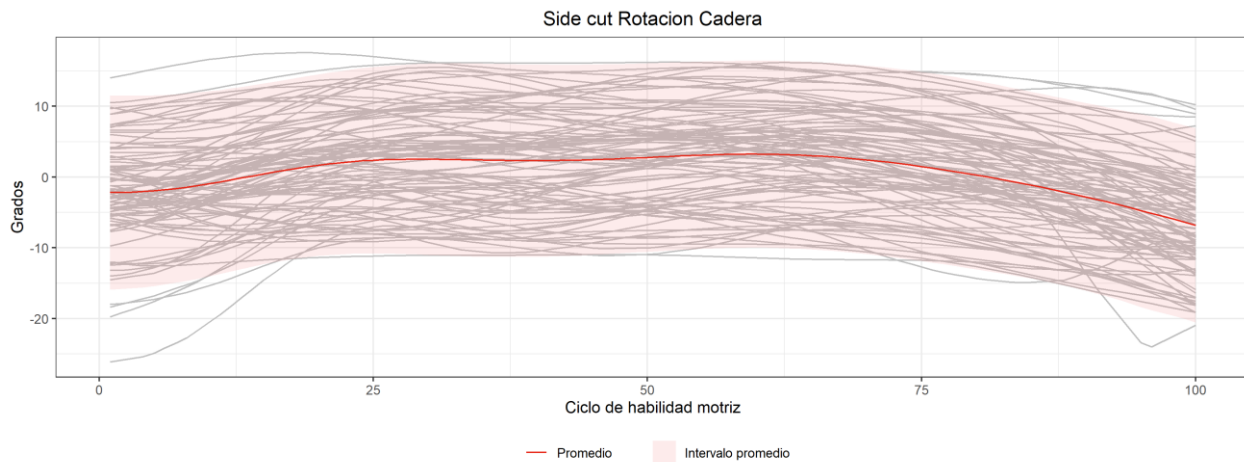
Gráfica 64. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el SC.

8.9.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz SC.

A continuación, se describe el movimiento de la cadera, rodilla y pie en el plano transversal.

✚ Rotación de la cadera

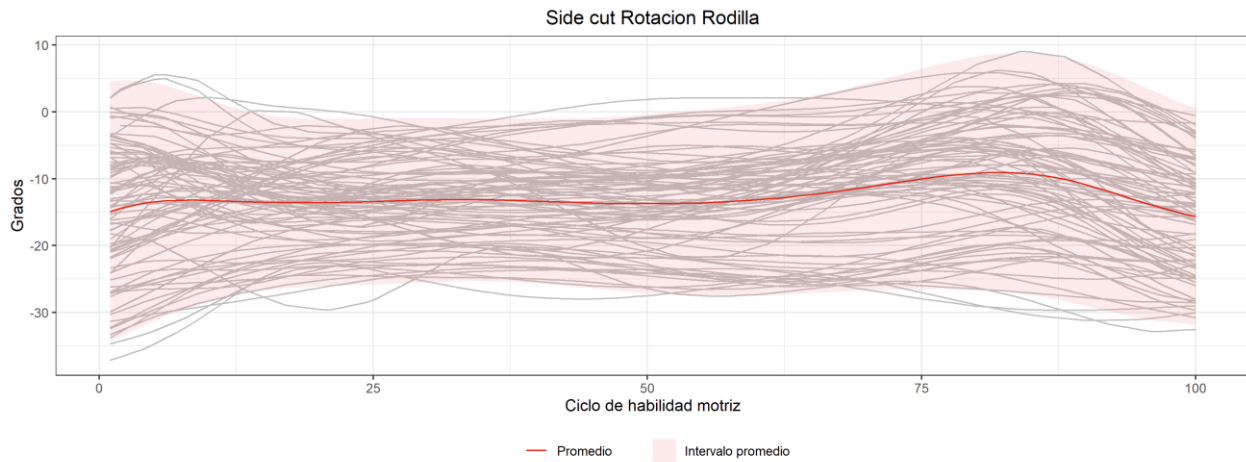
La gráfica 65 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la cadera en el SC. La cadera se mantiene en rotación neutra en el cambio de dirección de la pierna contralateral, posteriormente realiza una leve rotación externa para el despegue del pie ipsilateral.



Gráfica 65. Cinemática de la rotación de la cadera en el SC.

✚ Rotación de rodilla

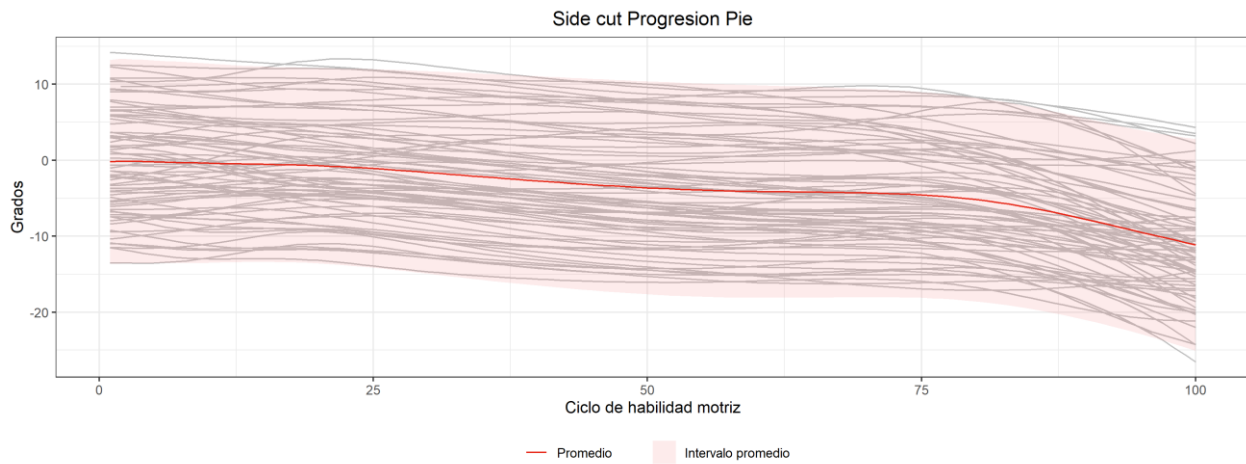
La gráfica 66 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la rodilla en el SC. La rodilla se mantiene en rotación externa durante la realización de la habilidad.



Gráfica 66. Cinemática de la rotación de la rodilla en el SC.

📊 Progresión del pie

La gráfica 67 describe la cinemática en el plano transversal de la progresión del en el SC. El pie se mantiene en progresión neutra que lleva a una progresión externa para el despegue de la pierna ipsilateral.



Gráfica 67. Cinemática de la progresión del pie en el SC.

8.10 Cinemática de la habilidad motriz Cross Cut.

Para esta habilidad motriz se describe la cinemática de cadera, rodilla y tobillo con los siguientes movimientos:

1. Cadera: Flexo-extensión, abducción-aducción y rotaciones.
2. Rodilla: Flexo-extensión, varo-valgo y rotación
3. Tobillo: Dorsi-plantiflexion y la progresión del pie.

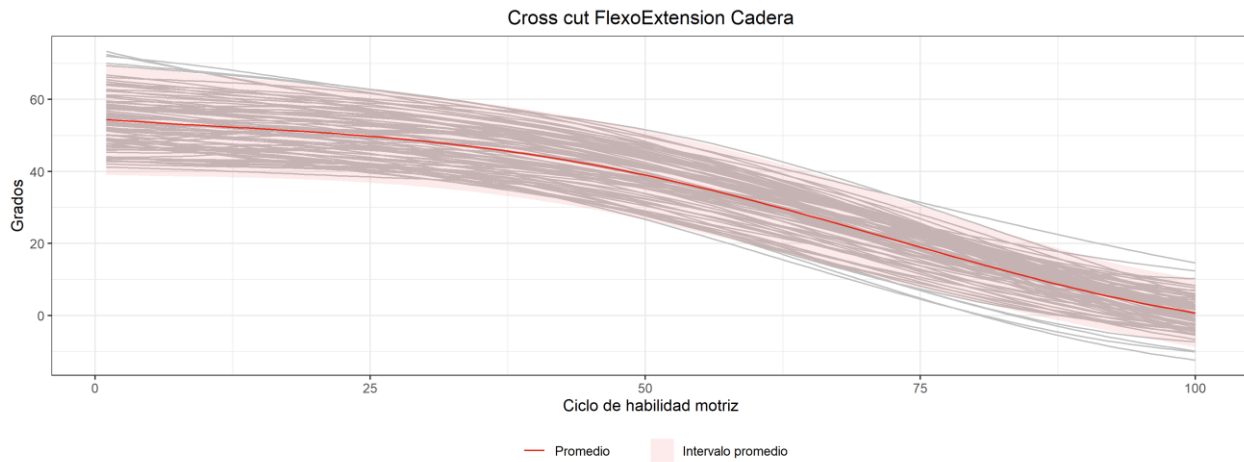
En esta habilidad, al igual que ocurre en la habilidad de SC, no se definió un punto crítico de medición, ya que, lo que se evalúa es la estabilidad de la pierna que queda en apoyo mientras se realiza el cambio de dirección.

8.10.1 Cinemática en el plano sagital de la habilidad CC.

A continuación, se describe el movimiento de la cadera, rodilla y tobillo en el plano sagital. En las gráficas 68 a 70 se puede observar que, la pierna en apoyo realiza el mismo movimiento cinemático que se realiza en la ejecución de la habilidad SC.

Flexo-extensión de cadera

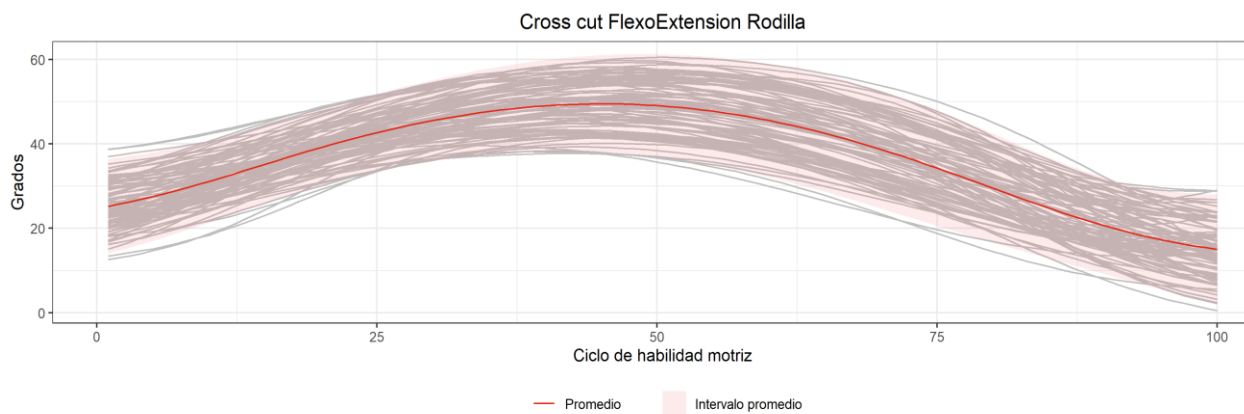
La gráfica 68 describe la cinemática en el plano sagital de la flexión y extensión de la cadera en el CC.



Gráfica 68. Cinemática de la flexo-extensión de la cadera en el CC.

Flexo-extensión de rodilla

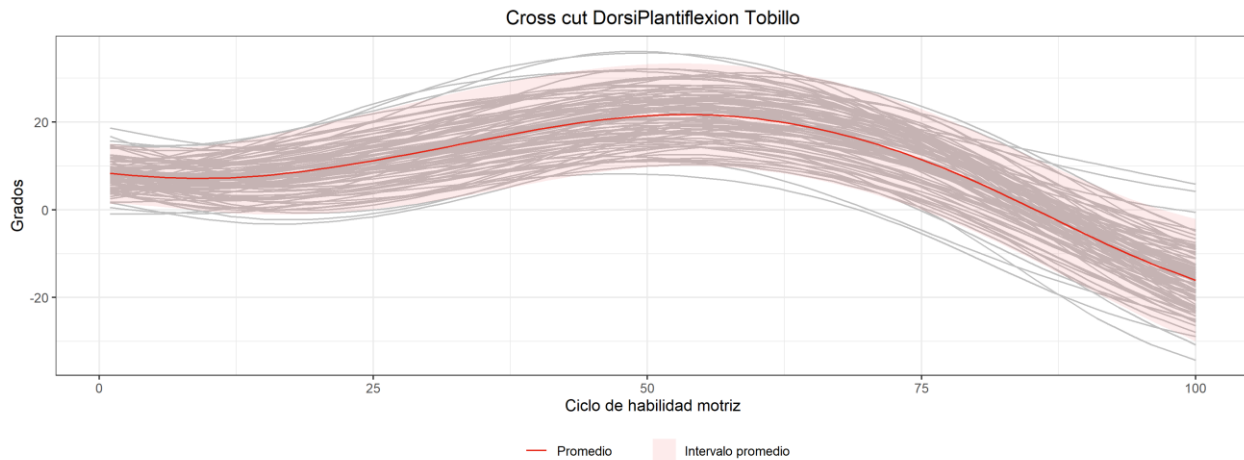
La gráfica 69 describe la cinemática en el plano sagital de la flexión y extensión de la rodilla en el CC.



Gráfica 69. Cinemática de la flexo-extensión de la rodilla en el CC.

Dorsi-plantiflexión de tobillo

La gráfica 70 describe la cinemática en el plano sagital de la dorsiflexión y plantiflexión del tobillo en el CC.



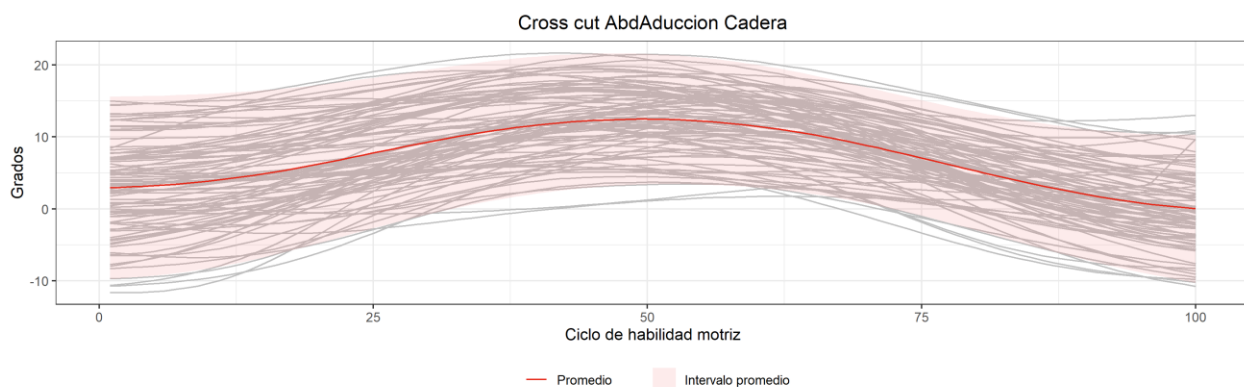
Gráfica 70. Cinemática De La Dorsi-Plantiflexión Del Tobillo En El CC.

8.10.2 Cinemática en el plano coronal de la habilidad CC.

A continuación, se describe el movimiento de la cadera, rodilla y tobillo en el plano coronal.

🚦 ABD-ADD de cadera

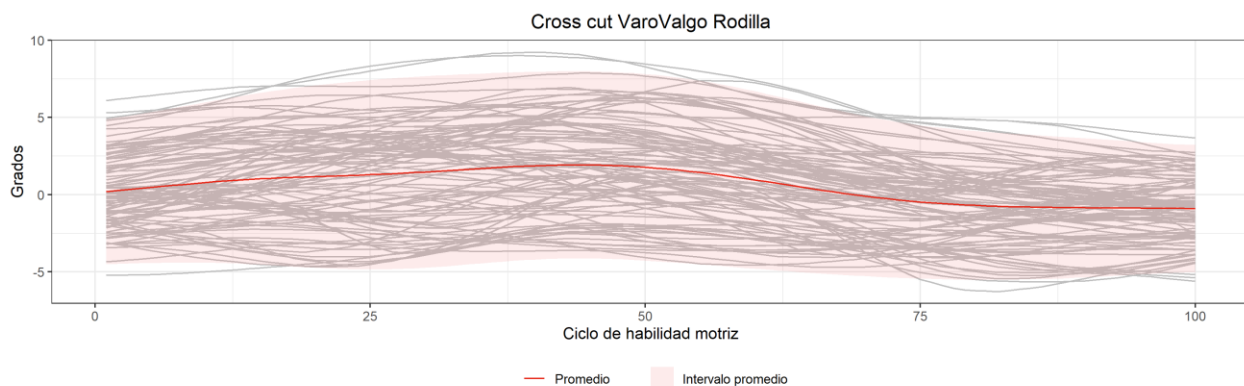
La gráfica 71 describe la cinemática en el plano coronal de la abducción y aducción de la cadera en el CC. La cadera se mantiene en aducción durante todo el movimiento, contrario a lo que ocurre en el SC.



Gráfica 71. Cinemática de la ABD-ADD de la cadera en el CC.

Varo- valgo de rodilla

La gráfica 72 describe la cinemática en el plano coronal del varo – valgo de la rodilla en el CC. Igual que ocurre en la realización del SC, la rodilla evita el valgo aumentando levemente la posición en varo. Sin embargo, no presenta cambios cinemáticos significativos.



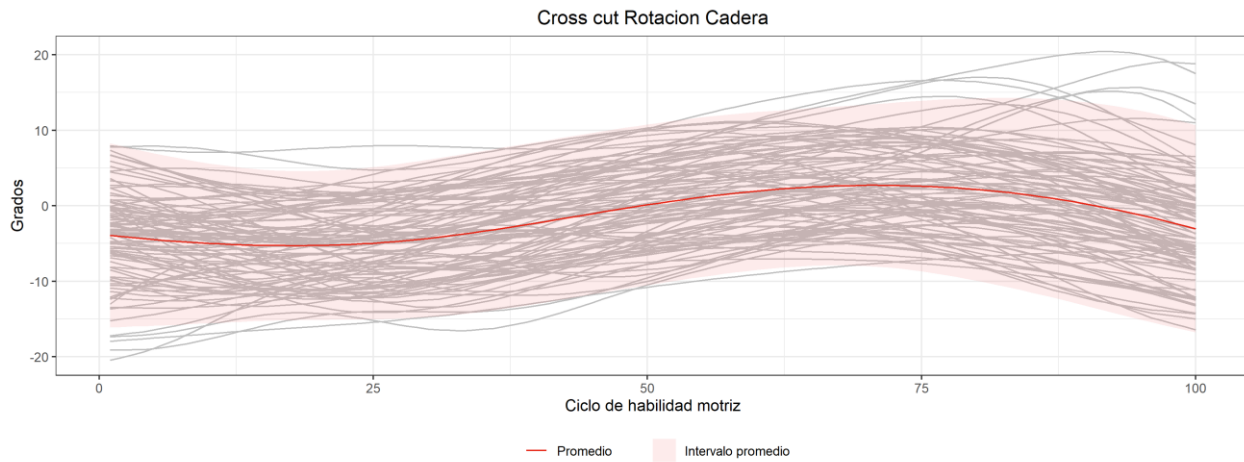
Gráfica 72. Cinemática del varo-valgo de la rodilla en el CC.

8.10.3 Cinemática en el plano transversal de la habilidad motriz CC.

A continuación, se describe el movimiento de la cadera, rodilla y pie en el plano transversal.

Rotación de la cadera

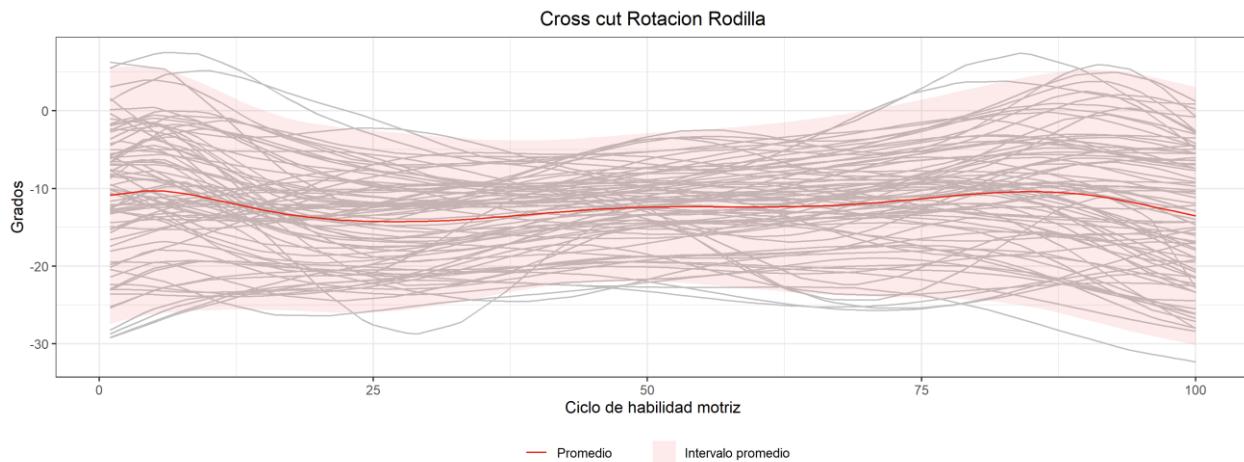
La gráfica 73 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la cadera en el CC. La cadera realiza una rotación externa constante y posteriormente, rota internamente cuando la pierna contralateral realiza el apoyo.



Gráfica 73. Cinemática de la rotación de la cadera en el CC.

✚ Rotación de rodilla

La gráfica 74 describe la cinemática en el plano transversal de la rotación de la rodilla en el CC. Se observa el mismo comportamiento cinemático realizado en la habilidad SC, la rodilla se mantiene en rotación externa durante la realización de la habilidad.



Gráfica 74. Cinemática de la rotación de la rodilla en el CC.

🚦 Progresión del pie

La gráfica 75 describe la cinemática en el plano transversal de la progresión del pie en el CC. Al igual que ocurre en la rotación de cadera, el pie se mantiene en progresión externa cuando la pierna contralateral realiza el cambio de dirección. Posteriormente, el pie adopta una progresión neutra durante el despegue de la pierna ipsilateral.



Gráfica 75. Cinemática de la progresión del pie en el CC.

9. DISCUSIÓN

El presente estudio es la primera investigación que realiza una caracterización de las habilidades motrices en jugadoras profesionales de fútbol en Colombia, utilizando la tecnología Gold standard en análisis computarizado de movimiento, que consiste en un sistema de captura de movimiento de 8 cámaras Vicon Vantage de muestreo a 120 Hz. Los resultados derivados de esta investigación serán útiles en la detección temprana del riesgo de lesión osteomuscular en futbolistas mujeres.

Este apartado realiza una comparación de los parámetros cinemáticos de cada habilidad motriz establecidos en la presente investigación con los hallazgos de otros estudios relacionados y, se presentan sus implicaciones teóricas y prácticas dentro del ámbito de la fisiología del deporte.

9.1. Características generales de la población

Márquez J. (62) en su trabajo de grado, titulado “Efecto de un programa combinado de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura lumbo-pélvica y el FIFA 11+ sobre el ángulo de proyección en el plano frontal de miembros inferiores en mujeres futbolistas” realizó el primer acercamiento a mujeres futbolistas profesionales del país. Los datos de IMC, peso y talla reportados en el presente estudio son similares a los descritos por Márquez en el 2019 (62) y Avila y cols en el 2012 (63), en mujeres futbolistas entre los 16-34 años, lo cual puede sugerir que las mujeres futbolistas en Colombia presentan unos rangos de IMC de aproximadamente $22,4 \pm 1,9$; que se encuentran en los rangos de normalidad(64).

Como se observa en la tabla 20, los rangos de movilidad articular evaluados para los movimientos de cadera, rodilla y tobillo y las pruebas para determinar la presencia de retracciones musculares de miembros inferiores, se encuentran entre los valores normales de acuerdo con lo reportado en la literatura. (52–54,57,65,66)

	Valores De Referencia En La Literatura	Valores Reportados En El Presente Estudio
Movilidad Articular De Cadera		
Flexión – Extensión	120°- 0°	120°- 0°
ABD-ADD	45°-30°	45°-30°
Rotación Interna- Rotación Externa	45° - 45°	50°-60°
Movilidad Articular De Rodilla		
Flexión – Extensión	135°- -10°	135° - -10°
Movilidad Articular De Tobillo		
Dorsi-Plantiflexión	30°-50°	30°-50°
Eversión-Inversión	15°-35°	20°-34°
Signo De Thomas	Valores inferiores a los 20°	1,89 °± 2,4°
Ángulo Poplíteo	0° a 15°	5,78° ± 4,7°

Test De Ober	Negativo	Negativo
Signo De Phelps	Negativo	Negativo
Signo De Silfverskiold	Negativo	Negativo
Test De Adams	Negativo	Negativo

Tabla 20. Comparación de valores del examen físico fisioterapéutico determinado vs valores de referencia en la literatura

En cuanto a la evaluación del perfil torsional y rotacional de miembros inferiores, al terminar el crecimiento la anteversión femoral es de 15°, igualmente la tibia pierde rotación interna de aproximadamente un grado por año, de manera que los adultos tienen una torsión tibial externa cercana a los 20°. Según lo anterior y a lo reportado en la tabla 4, las futbolistas del presente estudio presentan valores de anteversión femoral de $14,89 \pm 1,4^\circ$ y de torsión tibial de $15,78 \pm 2,2^\circ$, valores de normalidad para población adulta. (58)

A continuación, se presentará el análisis por habilidad motriz comparando los parámetros cinemáticos descritos en el capítulo de resultados con los encontrados en investigaciones relacionadas.

9.2 HABILIDADES DE DESPLAZAMIENTO

El *running* se encuentra dentro de los desplazamientos activos eficaces que evolucionan a partir de la marcha, se considera como la habilidad básica más importante por ser la base y el sustento de la mayoría de las habilidades (15), y se ha descrito como parte primordial

del gesto deportivo en el fútbol al garantizar los desplazamientos de un deporte a-cíclico, donde se incorporan cambios de dirección en periodos de alta y baja intensidad.(32)

9.2.1 RUNNING

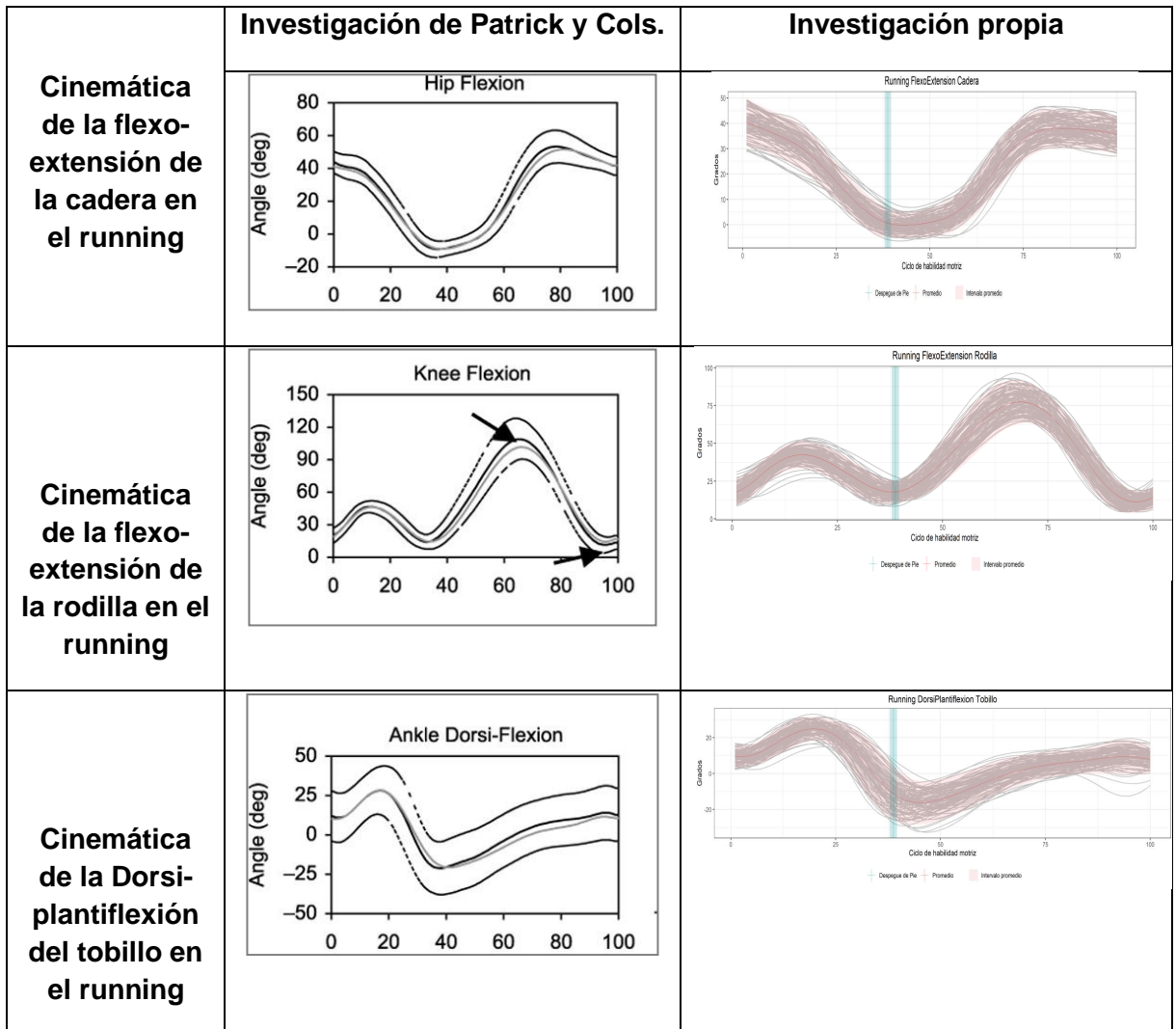
Se han registrado en diferentes estudios valores cinemáticos para miembros inferiores en la ejecución de la habilidad (67) (68) (69) (70) (71). Sin embargo, no se reporta en la literatura descripciones en mujeres colombianas, futbolistas de alto rendimiento. Nuestro estudio describe la cinemática normal de esta habilidad. A continuación, se discuten los datos encontrados a nivel de cada articulación.

Schache y cols. (67) estudiaron la cinemática de pelvis en el running de veinte corredores hombres, de nacionalidad australiana. En su estudio describieron los movimientos en el despegue del pie de la siguiente manera, una rotación de pelvis de $-0,7^{\circ}$, una oblicuidad pélvica de $-5,4^{\circ}$ y una inclinación de $15,1^{\circ}$. Nuestro estudio reporta valores de $2,8^{\circ}$, $-3,8^{\circ}$ y $19,7^{\circ}$ en los mismos movimientos, similares a los descritos por los autores. Un excesivo aumento en estos rangos está relacionados con disfunciones osteomusculares en la pelvis que pueden alterar la distribución de fuerzas a través de las superficies articulares, predisponiendo a cambios degenerativos en el cartílago articular, el hueso y los tejidos conectivos circundantes(72). Un desbalance entre la fuerza muscular propulsiva y la estabilizadora de cadera y pelvis se ha propuesto como mecanismo de lesión para la pubalgia de origen aductor en atletas y futbolistas (73)(74). Además, el exceso de tensión en los isquiotibiales puede aumentar la tasa de lesiones. (75)

Otros estudios como el de Heinert y cols.(68) analizaron la variabilidad de la cinemática de mujeres corredoras estadounidenses, que presentaban debilidad muscular peri articular de

la cadera. En la fase de despegue del pie se reportó una flexo-extensión de rodilla de $17,58^{\circ}$, abducción-aducción de cadera de $-1,24^{\circ}$, varo-valgo de rodilla de $1,31^{\circ}$ y oblicuidad de pelvis de $-0,10^{\circ}$; los cuales son confirmados por nuestro estudio con valores similares de $17,8^{\circ}$, $-1,9^{\circ}$, $-0,8^{\circ}$ y $-3,8^{\circ}$ respectivamente. De acuerdo con Heinert y cols el incremento en la abducción por encima de los valores reportados por los autores, durante una actividad repetitiva como correr, puede producir un incremento de la tensión en la banda iliotibial o predisponer la rodilla a presiones rotulianas anormales. Las presiones más altas podrían derivar en degeneración del cartílago, artrosis, mientras que la tensión insuficiente podría causar inestabilidad recurrente (76,77). Los rangos descritos para la articulación de la cadera en nuestro estudio se encuentran entre los valores normales, sin riesgo de lesión.

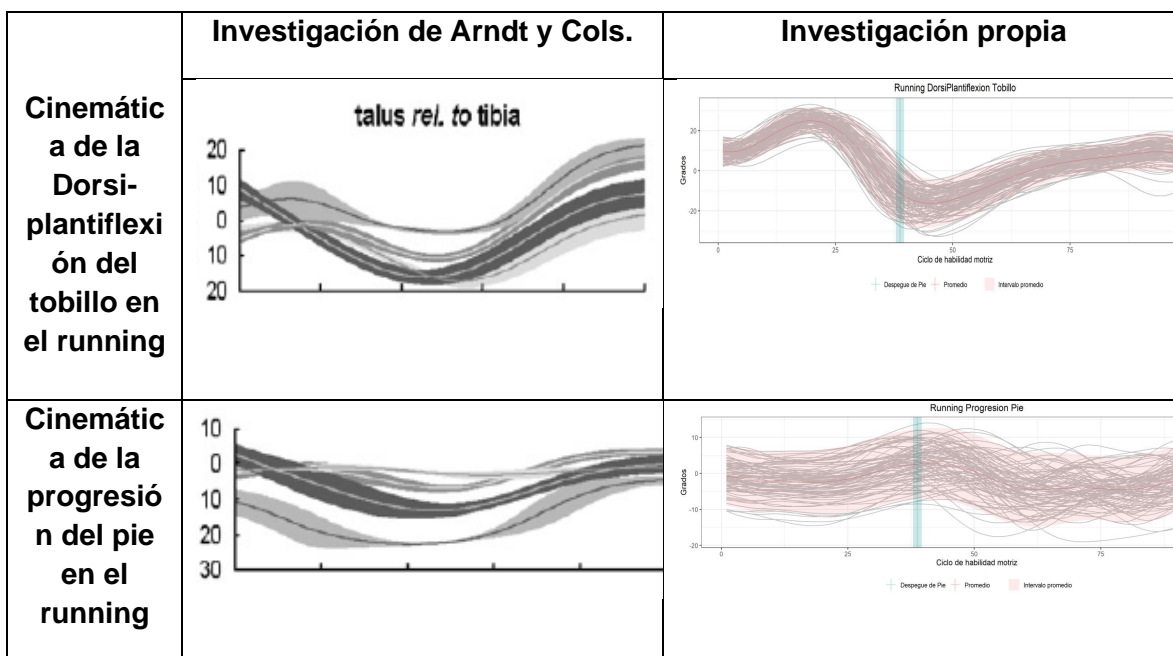
En cuanto a la rodilla, Patrick y Cols.(69) describieron la cinemática de running en veinte corredores estadounidenses (10 hombres y 10 mujeres). Al comparar las gráficas de la cinemática se observa que, los valores encontrados en nuestro estudio son similares a los reportados por los autores (gráfica 76). En su estudio, la rodilla se encontraba entre los 10° a 20° de flexión en la fase de despegue. Nuestro estudio confirma estos hallazgos, con un valor medio de $17,8^{\circ} \pm 0,07^{\circ}$ de flexión. Sin embargo, los autores no diferencian los hallazgos entre hombres y mujeres. La literatura reporta que, valores de flexión de rodilla superiores a 30° se relacionan con la aparición de síndrome iliotibial o rodilla del corredor (78) (79). Por lo que, presentar valores de flexión de $17,8^{\circ} \pm 0,07^{\circ}$, permite sugerir que la jugadora no presenta riesgo de sufrir alguna de las lesiones mencionadas anteriormente.



Gráfica 76. Comparación de la cinemática del running reportada en la investigación de Patrick y Cols. vs la descrita en la presente investigación.

Arndt y Cols.(70) describen la cinemática de la tibia y del pie durante la ejecución del running, y se evidencia que las gráficas de dorsi-plantiflexion y la progresión del pie tienen valores similares a los reportados en nuestro estudio (Gráfica 77). En la cinemática de tobillo se evidencia un rango de dorsiflexión en el contacto inicial de -5° a 10° y en el contacto final de 0° a 20° . Para la cinemática de progresión de pie los autores describen valores en el

contacto inicial de -10° a 5° y en el contacto final de -5° a 5° . Nuestro estudio confirma estos valores reportando rangos en el tobillo de $9,5 \pm 6,67$ y $7,8 \pm 7,62$ y para la progresión del pie de $0,8 \pm 8,17$ y $-1,3 \pm 8,84$. Céspedes E. (80) refiere que el pie debe actuar como un amortiguador, un brazo de palanca para propulsar la extremidad inferior hacia adelante, y un punto de equilibrio para mantener el cuerpo de una manera balanceada mientras está en movimiento. Un aumento o disminución de la de dorsi-plantiflexión y la progresión del pie pueden desencadenar dolor de la articulación, lo cual incrementa el riesgo de lesión o disminuye el rendimiento de la futbolista en el juego.



Gráfica 77. Comparación de la cinemática del running reportada en la investigación de Arndt y Cols. vs la descrita en la presente investigación.

De la misma forma Stacoff y cols.(71) describen que el pie durante la ejecución de la habilidad de running debe estar en eversión y rotación tibial interna desde el contacto inicial hasta el inicio del despegue y en inversión y rotación tibial externa desde la posición del

despegue. De acuerdo con las gráficas 22 y 23 de nuestro estudio, las cuales corresponden a la descripción de la cinemática de rotación de rodilla y a la progresión del pie en plano transversal, nuestros hallazgos confirman lo descrito por Stacoff y cols. según los valores reportados en la tabla 7. Un aumento en los grados de eversión podría forzar el tendón de Aquiles a doblarse lateralmente, produciendo así una distribución asimétrica de la tensión y una posible ruptura de este. Igualmente, valores excesivos en el movimiento de eversión se han asociado a síndrome de estrés tibial y una rotación tibial excesiva puede estar relacionado con la aparición del síndrome de dolor patelo femoral. (71)

Aunque no se encontraron investigaciones que evalúen población similar a la del presente estudio, los valores cinemáticos reportados en nuestro estudio son clínicamente similares a los reportados en las diferentes investigaciones (67)(68)(69)(70)(71), lo cual permite describir las características cinemáticas relacionadas con un menor riesgo de sufrir lesiones osteomusculares en mujeres futbolistas de alto rendimiento

9.3 HABILIDADES DE SALTO

El salto es la capacidad que tiene el organismo para desplazar el cuerpo en el aire mediante un impulso. La ejecución de esta habilidad depende de la acción coordinada de los segmentos del cuerpo humano, la cual es determinada por la interacción entre las fuerzas musculares y los momentos netos que se generan alrededor de las articulaciones debido a las demandas mecánicas (81). Adquiere valor en la relevancia del control motor muscular y en el manejo del equilibrio, importante en la ejecución de todos los gestos en el fútbol, como el cabeceo, la recepción de balón y algunas acciones defensivas. (31) (36)

9.3.1 DROP JUMP

Se encontraron en diferentes estudios (4,82,83) valores cinemáticos para miembros inferiores en la ejecución de esta habilidad. Sin embargo, no se reporta en la literatura descripciones en mujeres colombianas, futbolistas de alto rendimiento. Este estudio describió la cinemática normal de la habilidad en las fases de contacto, despegue y aterrizaje. A continuación, se discuten los datos encontrados a nivel de cada articulación.

Bates y cols.(4) describieron la cinemática y cinética de la fase de contacto y aterrizaje en la ejecución del DJ en 239 jugadoras de baloncesto en Estados Unidos. Los autores reportaron valores de 40.8° de flexión de cadera en la fase de contacto y de 18,2° en el aterrizaje. Los valores reportados en nuestro estudio en mujeres futbolistas son similares para la fase de contacto con una flexión de cadera de 41,9°, para la fase de aterrizaje se describe una flexión de 27,1°. Esta diferencia en la flexión con respecto a la reportada por el autor no representa un riesgo de lesión en la jugadora. Por el contrario, rangos menores en la flexión de cadera provocan un aumento del valgo de rodilla, lo que somete a mayor estrés a la articulación y predisponen a la jugadora a una lesión de LCA(22). Esta información es confirmada por Malfait y cols (10), quienes refieren que un patrón de aterrizaje erguido, caracterizado por una menor flexión de cadera y rodilla se asocia significativamente con un aumento en la activación neuromuscular medial y posterior (actividad dominante de los isquiotibiales) durante la fase preparatoria e inicial de contacto, predisponiendo al musculo a desgarros, contusiones o dolor.(84,85)

La mayoría de los hallazgos cinemáticos de nuestro estudio son similares a los encontrados en otras disciplinas, nacionalidades y sexos, como es el caso de los descritos por Mariano

y cols.(82) en un estudio realizado en hombres Brasileños, con edad promedio de 23 años. Nuestro estudio reporta valores de valgo en el contacto inicial de $1,05^{\circ} \pm 0,31^{\circ}$, flexión de rodilla de $32,13^{\circ} \pm 4,28^{\circ}$ y rotación externa de $17,34^{\circ} \pm 1,02^{\circ}$, similares a los descritos por los autores ($2,4^{\circ} \pm 6^{\circ}$, $37,8^{\circ} \pm 14,4^{\circ}$ y $20,5^{\circ} \pm 13,6^{\circ}$), respectivamente. Igualmente, los autores determinaron valores máximos para valgo de rodilla de $6,9^{\circ}$ y de $20,5^{\circ}$ para rotación externa, los cuales son superiores a los descritos en nuestra investigación. Los movimientos de rotación afectan la longitud del LCA, la rotación tibial interna alarga más las fibras que la externa; no obstante, en valor absoluto la longitud del ligamento no se afecta con la rotación tibial (86), pero, valores inferiores a los 0° de rotación externa en la ejecución de la habilidad contribuyen al aumento del valgo de la rodilla, factor de riesgo para lesión de LCA. (87)

Otros estudios como el de Cynthia y cols(83). describieron la cinemática de tobillo en la fase de aterrizaje en personas con y sin inestabilidad de la articulación, quienes presentaron valores de plantiflexión inferiores a $-7,94^{\circ}$ y a $-10,32^{\circ}$ en el grupo con patología, el grupo sin inestabilidad de tobillo presentó valores superiores a $-10,69^{\circ}$. En nuestro estudio se reportan valores de $-14,57^{\circ} \pm 6,62^{\circ}$ de plantiflexión. Una reducción en estos rangos se correlaciona con una mayor excursión del plano frontal de la rodilla durante la fase de aterrizaje en un salto en jugadoras de fútbol (88), lo cual incrementa el riesgo de lesiones ligamentarias, necrosis avascular de la articulación, síndrome rotuliano, artrosis precoz asimétrica o lesiones en otras articulaciones por distribución inadecuada del eje de carga. (89–93)

Según lo descrito y analizando anteriormente se puede concluir que, los valores de cinemática hallados en nuestra investigación describen los ángulos de movimiento de

miembros inferiores, en los que las futbolistas realizan la habilidad motriz-DJ sin riesgo de presentar alguna lesión osteomuscular.

9.3.2 VERTICAL STOP JUMP

Al igual que la habilidad motriz DJ, el VSJ describe nuevamente la cinemática de un salto. Sin embargo, para esta habilidad la jugadora previamente a la realización de un salto debe realizar una parada súbita después un trote continuo. Al comparar la cinemática de estas habilidades se encuentran diferencias en la fase de despegue en el plano sagital, de la siguiente manera, la cadera presenta aproximadamente 16° más de flexión y la rodilla presenta 10° menos de flexión en la ejecución de la habilidad motriz DJ. Estas diferencias se deben a que, en la ejecución del DJ la jugadora realiza un esfuerzo repentino y máximo que la propulsa verticalmente hacia arriba, traduciéndose en una mayor flexión de cadera y una menor flexión de rodilla. No se encontraron estudios similares que evaluaran el VSJ y el DJ en jugadoras de fútbol. A continuación, se discuten los datos encontrados a nivel de cada articulación.

Brown y cols. (94) describen la cinemática de cadera en la realización de la habilidad VSJ en tres grupos diferentes, personas con inestabilidad funcional de tobillo, con inestabilidad mecánica de tobillo y personas sin patologías. En el grupo de personas sin alguna inestabilidad de tobillo se describieron valores para la abducción y rotación de cadera de 4,77° y 1.12° respectivamente, similares a los de nuestro estudio, el cual reporta rangos de $-1,12^{\circ} \pm 0,01^{\circ}$ y $-1,63^{\circ} \pm 0,17^{\circ}$ respectivamente. El aumento de estos rangos o el movimiento forzado de flexo-extensión y abducción de cadera puede ocasionar tendinitis de los

rotadores de cadera, predisponiendo a la jugadora a una Bursitis trocantérica, lo cual disminuye el desempeño en el campo (95) (96) (97).

Dai y cols. (98) Describieron la cinemática de rodilla de 36 personas (18 mujeres) físicamente activas en el aterrizaje de dos saltos diferentes, el VSJ y un salto después de un SC. En mujeres, se describieron valores de flexión de rodilla de $39,8^\circ$, en nuestro estudio se reportan valores similares ($32,1^\circ \pm 3,26^\circ$). Chappell y cols. (99) Describieron que la fuerza de cizallamiento anterior en la tibia es el principal mecanismo de carga del LCA y que esta se reduce a medida que aumenta el ángulo de flexión de la rodilla. Este efecto se debe a la relación de la flexión con el ángulo de la diáfisis del tendón tibio rotuliano, a medida que el ángulo del eje del tendón disminuye por disminución de la flexión de rodilla, aumenta la carga del LCA.

La investigación de Tik-Pui Fong y cols.(100) describe nuevamente la cinemática de rodilla en la fase de despegue, su estudio realizado en participantes masculinos, con edades promedio de 26,4 años reporta valores de rotación externa de $14,1^\circ$ y de flexión de $23,5^\circ$. Nuestro estudio confirma los valores hallados para rotación externa ($12,31^\circ \pm 0,06^\circ$), en el movimiento de flexión se reporta un valor aproximadamente 10° superior a lo reportado por los autores ($32,1^\circ \pm 3,26^\circ$). Este aumento en la flexión no representa un riesgo para la jugadora, ya que, ángulos de flexión de 0° a 30° pueden generar importantes Fuerzas de cizallamiento tibial que aumentan los niveles de carga sobre el LCA.(8)

En cuanto a la cinemática de rodilla en el contacto inicial, en una investigación realizada a 56 personas físicamente activas (28 mujeres), Karen Ann (101) describió valores para valgo de rodilla de $-0,94^\circ$ y de $25,50^\circ$ para el movimiento de flexión. Nuestra investigación reporta

valores similares a los descritos por la autora ($0,16^\circ \pm 0,01^\circ$ y $33,15^\circ \pm 1,07^\circ$), respectivamente. Según Chappelly cols. (102) el aumento en los grados de valgo o varo de rodilla incrementaría la tensión del LCA, aumentando el riesgo ruptura del mismo. No se encontraron investigaciones que reporten valores cinemáticos para tobillo en la realización de esta habilidad motriz.

9.3.3 COUNTER MOVEMENT JUMP (CMJ)

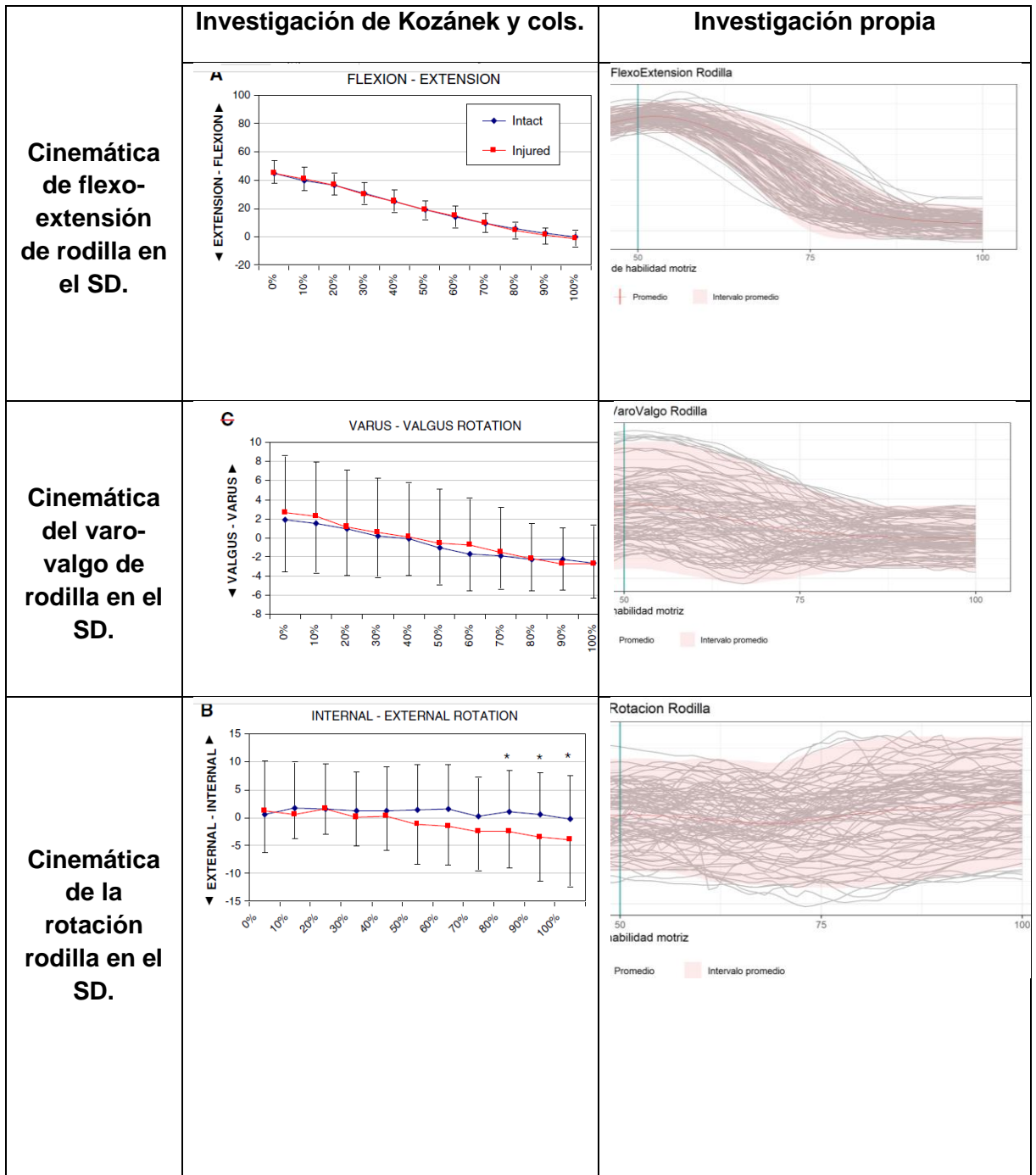
Se realiza nuevamente la descripción de una habilidad de salto, esta vez desde la realización previa de una sentadilla. Se puede observar en las tablas 16, 17 y 18 que los ángulos de movimiento en los planos sagital, coronal y transversal presentan características similares a los presentados en la valoración de salto de la habilidad motriz DJ, la cual ya se discutió previamente; esto se debe a que en la realización del DJ la jugadora al realizar el esfuerzo repentino para el salto realiza una semi- sentadilla, lo que provoca que la cinemática descrita tome sea similar entre las habilidades. A continuación, se discutirán los datos encontrados en la realización de la habilidad CMJ.

Kibele, A. (103) evaluó jugadores universitarios con y sin antecedentes de lesión de ligamento cruzado anterior, los autores describieron que los atletas lesionados presentaron un ángulo de valgo dinámico de la rodilla de 8° , mayor que aquellos que no se lesionaron. Nuestro estudio reporta valores de valgo de $0,22^\circ \pm 0,42^\circ$, indicando un bajo riesgo de lesión de ligamento cruzado anterior. (103) Márquez J. confirma lo descrito por kibele A. en el sentido que, los factores de riesgo modificables de lesión de LCA son el valgo dinámico de rodilla y la baja flexión de cadera y rodilla durante el aterrizaje. (62)

Se ha descrito en varios estudios la cinética de la habilidad (103–105). Sin embargo, no es una de las variables de medición seleccionadas en nuestra investigación. En cuanto a los parámetros cinemáticos que se describen en esta habilidad y que son similares a los reportados en la realización de la habilidad motriz DJ y VSJ, no se encontró información diferente a la reportada en los apartados de discusión de cada habilidad. Por lo tanto, se puede concluir que solo es necesario la medición cinemática de una habilidad motriz de salto para determinar el riesgo de lesión en jugadoras profesionales.

9.4 STEP DOWN

Dentro de las habilidades seleccionadas para ser estudiadas, se escogió el SD por ser una actividad que evalúa la estabilidad de miembros inferiores en posición monopodal, principalmente de la articulación de la rodilla. Kozánek y cols. (106) Evaluaron la cinemática de rodilla en 30 personas (11 mujeres y 19 hombres) con y sin antecedente de lesión de ligamento cruzado anterior, durante la ejecución de la habilidad motriz SD. Como se puede observar en la gráfica 78 de nuestro estudio, el movimiento de flexo-extensión, varo-valgo y rotación de rodilla es similar al descrito en el grupo sin antecedente de lesión. Los participantes con antecedente de lesión de LCA presentaron un aumento de la rotación tibial externa en el 30% final de la actividad, esto se debe a que la deficiencia en el ligamento altera la cinemática tibio-femoral al causar un aumento de la traslación tibial anterior, traslación tibial medial y rotación tibial externa. Un desplazamiento posterolateral del fémur de tales magnitudes puede sustancialmente alterar la distribución de la tensión de contacto en el cartílago cambiando el pico de deformación por contacto en las áreas de cartílago más delgado. (106)



Gráfica 78. Comparación de la cinemática de SD reportada en la investigación de Kozánek y cols. vs la descrita en la presente investigación.

No se encontraron otros estudios que describan detalladamente la cinemática del miembro inferior que queda en apoyo durante ejecución del SD. Sin embargo, Jonsson y cols.(107) refieren que al realizar esta habilidad, entre más flexionada este la rodilla cuando modifica la posición a extensión, se incrementan las fuerzas de cizallamiento en esta articulación y sus cambios cinemáticos pueden generar una lesión de LCA. Andrade y cols.(108) Describieron que un valgo dinámico excesivo de la rodilla generado por la rotación interna de la cadera o por incremento en los ángulos de rotación tibial ocasionan una caída pélvica contralateral y un desplazamiento en el centro de masa lejos de la extremidad de apoyo.

9.5 HABILIDADES DE GIROS

Los giros son un movimiento complejo que requiere de la intervención de todos los segmentos corporales, de forma coordinada y simultánea. Las variaciones en la dirección del giro provocan los cambios de dirección (31), muy importantes en los deportes de conjunto, en los cuales están vinculados a momentos decisivos, como evadir a los oponentes o crear un espacio para promover oportunidades de ataque. Se ha observado que aproximadamente el 70% de las lesiones de LCA sin contacto ocurren durante una maniobra de corte o cambio de dirección. (109) (110)

9.5.1 CAMBIO DE DIRECCIÓN

La evaluación de los cambios de dirección se realiza a partir de la realización de la habilidad motriz SC, como cambio de dirección ipsilateral y CC, como cambio de dirección contralateral. En estas dos habilidades se evalúa la estabilidad de la pierna en apoyo mientras la pierna contralateral ejecuta la acción. Cuando un futbolista realiza el apoyo de

uno de sus pies, con el fin de cambiar la orientación de su cuerpo y de continuar la acción hacia otra dirección, se produce un complejo proceso muscular que posibilita realizar esta acción en el menor tiempo posible. (111)

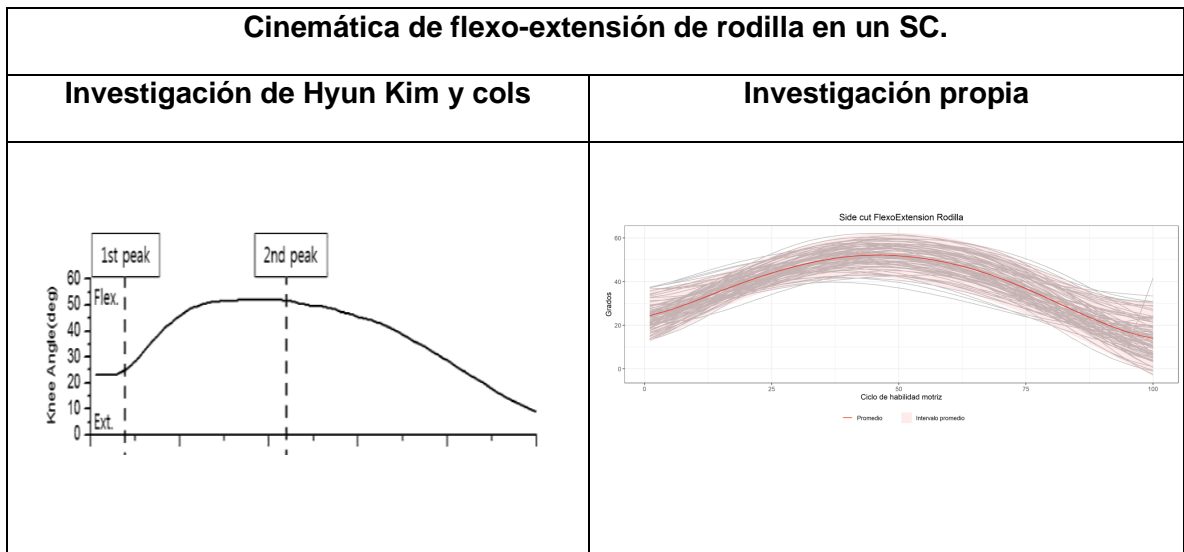
Al comparar el comportamiento cinemático generado en el plano sagital, coronal y transversal de las habilidades descritas, se observa que solo se presenta cambios en las gráficas que describen los movimientos de ABD-ADD y progresión del pie. En la habilidad motriz SC, la pierna de apoyo se mantiene en ADD constante como preparación al cambio de dirección, mientras que en la habilidad CC la pierna de apoyo se mantiene en abducción (gráfica 63 y 72). Este mismo comportamiento se observa en la gráfica de progresión del pie.

Lo anterior es reportado también por Hyun Kim y cols. (112) quienes describieron los grados máximos de la cinemática en miembros inferiores en la realización de las habilidades motoras CC y SC. Al igual que en nuestro estudio, se observa que se presenta similitud en la cinemática descrita del SC y el CC. En la tabla 21 se puede observar que, se presentan datos similares en la cinemática descrita por los autores al compararla con la reportada en nuestra investigación. Lo que se confirma al comparar la cinemática de rodilla en la realización de un SC, nuevamente descrito en el 2016 por Hyun Kim y cols (113) (Grafica 79).

Movimiento	Valores reportados en la investigación de Hyun Kim y Cols.		Valores reportados en nuestra Investigación.
	SC	CC	
CADERA			
Flexo-Extensión	48,4° ± 7,8°	46,3° ± 7,8°	58°
ADD-ABD	-17,6° ± 5,8°	14,5° ± 4,9°	-17° / 12°
Rotación Interna- Externa	-1,2° ± 18,9°	4,1 ± 15,8°	5°/-5°
RODILLA			
Flexo-Extensión	45,7° ± 7,5°	52,6° ± 8,9°	52°
Varo –Valgo	0,7° ± 6,8°	2,6° ± 8,6°	3°
Rotación Interna- Externa	10,9° ± 11,1°	-16,9° ± 11°	-15°
PIE			
Dorsi- Plantiflexión	21,9° ± 4,9°	20,6° ± 6,9°	23°

Progresión del pie	$3,5^{\circ} \pm 14,2^{\circ}$	$-30^{\circ} \pm 12,6^{\circ}$	$-10^{\circ}/-15^{\circ}$
--------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------

Tabla 21. Comparación de cinemática CC y SC de la investigación Hyun Kim y cols de VS valores reportados en nuestra investigación

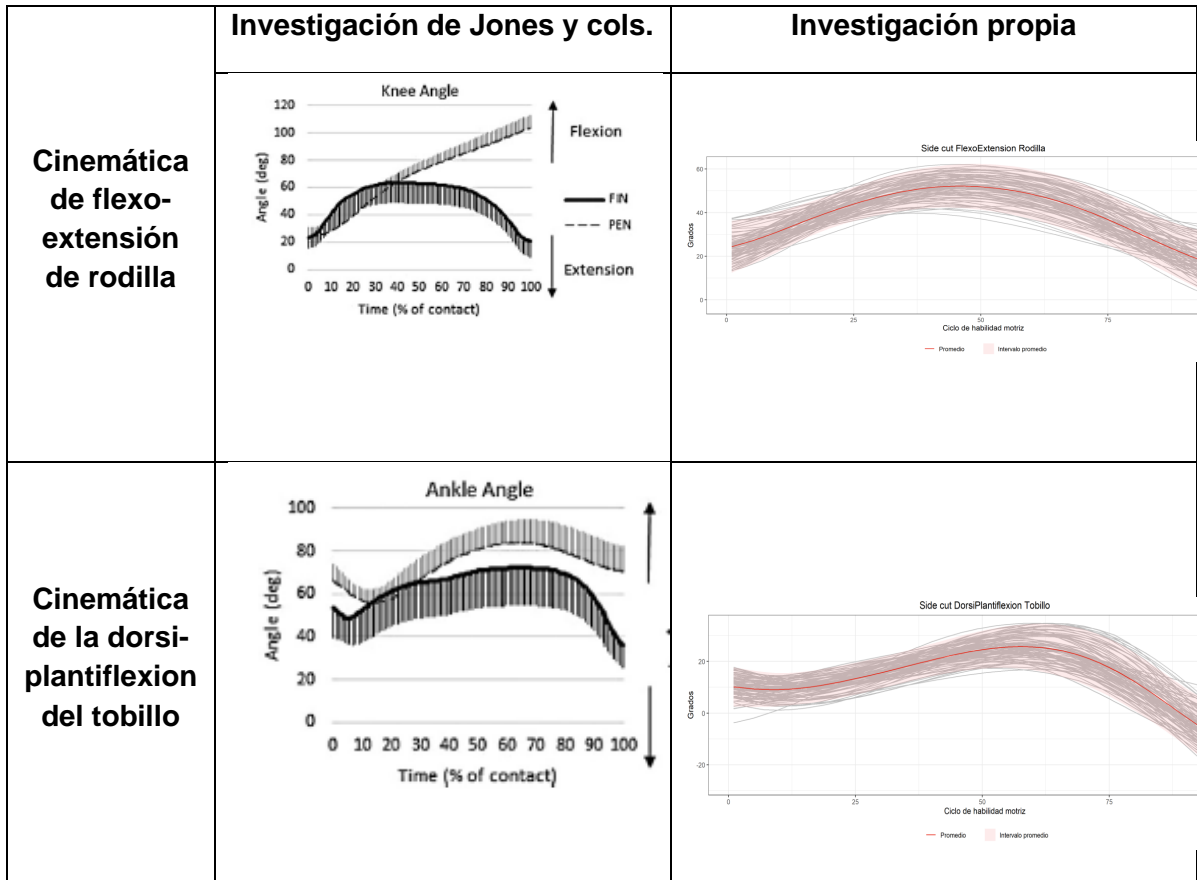


Gráfica 79. Comparación de la cinemática de rodilla en un SC reportada Investigación de Hyun Kim y cols. vs la descrita en la presente investigación.

Bencke y cols. (3) estudiaron la cinemática de cadera y rodilla en la habilidad motriz SC en jugadoras de handball. Se describieron valores en el contacto inicial para la cadera de flexión de 45° , aducción de -23° y rotación interna de 2° ; para la rodilla se reportaron valores de flexión de 21° , aducción de 0° y rotación interna de 0° . Nuestro estudio presenta valores similares en la fase inicial de la ejecución de la habilidad. Adicionalmente, los autores describieron estos valores en pierna dominante y no dominante y evidenciaron que no presentaron variaciones cinemáticas estadísticamente significativas, comportamiento que también se observa en la presente investigación.

Hyun Kim y cols. refirieron que valores máximos superiores a los descritos en la tabla 21, relacionados con una mayor extensión de rodilla, rotación interna de cadera y rodilla, activación del cuádriceps y gastrocnemios, aumento del valgo y, menor activación de los músculos isquiotibiales está descrito como factores de riesgo biomecánico de lesión del LCA. El incremento en el ángulo del valgo de la articulación de la rodilla es el principal factor de riesgo de lesión en la maniobra de cambios de dirección.(112)

Jones y cols. (114) describieron la cinemática en el plano sagital en la realización de un cambio de dirección de 90°, en veintidós jugadoras de fútbol profesional inglés. De acuerdo con la gráfica 80 el comportamiento grafico de la flexo-extensión de la rodilla y dorsi-plantiflexion del tobillo en nuestro estudio es similar al descrito por los autores. Sin embargo, la cinemática de tobillo reportada por los autores presenta mayores ángulos de movimiento, esto puede deberse a que el cambio de dirección realizado es de 90° y no de 35°-60° como se realizó en nuestra investigación.



Gráfica 80. Comparación de la cinemática reportada Investigación de Jones y cols. vs la descrita en la presente investigación.

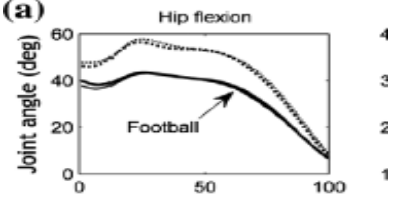
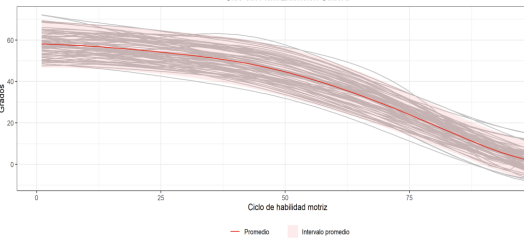
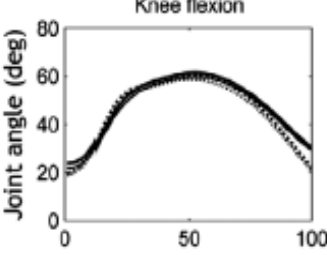
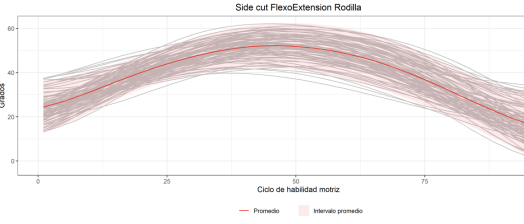
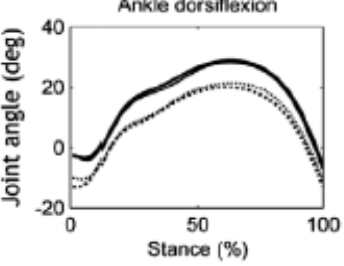
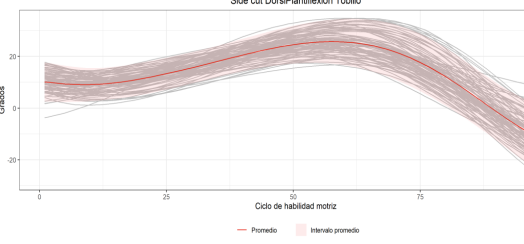
Landry y cols. (115) describieron la cinemática de miembros inferiores en el SC, en cuarenta y dos jugadores profesionales de fútbol canadiense (21 hombres y 21 mujeres). Las gráficas de cinemática reportadas en nuestro estudio, como se muestra en la gráfica 81, presentan el mismo comportamiento al descrito por los autores, aunque con mayores ángulos de movimiento en la flexo-extensión y rotación de cadera. Landry y cols. refieren que la disminución de los ángulos en la flexión de cadera genera fuerzas de impacto más altas y,

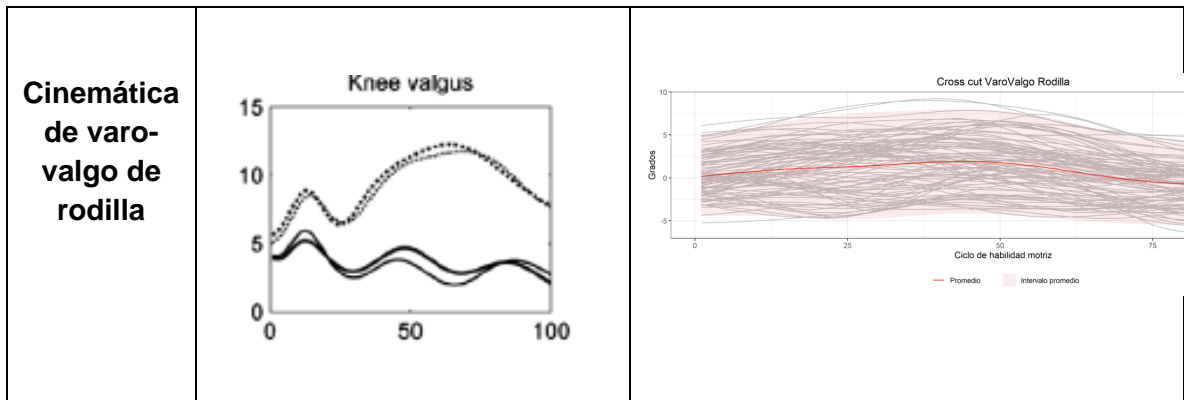
por lo tanto, podrían aumentar las cargas de la articulación de la rodilla, incrementando el riesgo de lesión de LCA (115).

	Investigación de Landry y cols.	Investigación propia
<p>Cinemática de flexo-extensión de cadera</p>	<p>(A) Hip Flex/Ext Angle (°)</p>	<p>Side cut FlexoExtension Cadera</p>
<p>Cinemática de flexo-extensión de rodilla</p>	<p>(C) Knee Flex/Ext Angle (°)</p>	<p>Side cut FlexoExtension Rodilla</p>
<p>Cinemática de rotación de cadera</p>	<p>(B) Hip Int/Ext Rot Angle (°)</p>	<p>Side cut Rotacion Cadera</p>

Gráfica 81.Comparación de la cinemática reportada Investigación de Landry y cols.vs la descrita en la presente investigación.

Mok y cols. (116) realizaron una comparación cinemática en la ejecución de un cambio de dirección en deportistas femeninas de las ligas noruegas de handball y futbol. En la gráfica 82 se observa que comparativamente los datos reportados por los autores con los descritos en nuestra investigación presentan características similares. Sin embargo, al igual que en la investigación de Landry y cols. (115) nuestros resultados reportan mayores grados de flexión en cadera y tobillo, lo cual es un factor protector para la lesión de LCA. Adicionalmente en nuestro estudio, la descripción del movimiento de varo-valgo de rodilla de no presenta el mismo incremento en la angulación. Hyun Kim y cols. refieren que los aumentos del ángulo de este movimiento se asocian como un factor de riesgo de lesión de LCA. (112)

	Investigación de Mok y cols.	Investigación propia
<p>Cinemática de flexo-extensión de cadera</p>	<p>(a)</p> 	
<p>Cinemática de flexo-extensión de rodilla</p>		
<p>Cinemática de flexo-extensión de tobillo</p>		



Gráfica 82. Comparación de la cinemática reportada Investigación de Mok y cols. vs la descrita en la presente investigación.

10. CONCLUSIONES

- Esta es la primera investigación en el fútbol profesional colombiano, en describir la cinemática de miembros inferiores en la realización de una serie de habilidades motrices, utilizando la tecnología Gold standard en análisis computarizado de movimiento.
- Esta investigación describe los valores de la cinemática normal en la que se realizan las habilidades motrices del fútbol, los cuales pueden ser utilizados como parámetros de referencia en la detección temprana del riesgo de lesión osteomuscular de jugadoras profesionales de fútbol.
- Los valores de la cinemática de pelvis, cadera, rodilla y pie en las habilidades de salto, giro y desplazamiento descritos en la presente investigación son similares a los reportados en la literatura en deportistas sin lesión y servirían de referencia para la detección temprana del riesgo de lesión osteomuscular en mujeres futbolistas.
- Las habilidades motrices de salto (Drop Jump, Countermovement Jump y vertical stop Jump) presentan valores similares en la descripción de su cinemática, por lo que, solo sería necesario la evaluación de una habilidad motriz de salto para determinar el riesgo de lesión, principalmente en cadera y rodilla (desgarros, contusiones o dolor).
- Las habilidades motrices de giro (Cross Cut y Side Cut) describieron el mismo patrón cinemático, debido a que se evaluó la estabilidad de la pierna en apoyo. Por lo tanto, solo es necesario evaluar una de las habilidades de giro para determinar el riesgo de lesión osteomuscular en los cambios de dirección, principalmente los relacionados con LCA.

- La evaluación de la estabilidad de miembros inferiores en posición monopodal a través de la ejecución de la habilidad motriz, Step Down, evidenció valores similares a los reportados en la literatura, a partir de los cuales se puede evaluar el riesgo de lesión en miembros inferiores, principalmente lesiones ligamentarias en la articulación de la rodilla.
- La ejecución de las habilidades motrices no presenta diferencias cinemáticas por la dominancia en los miembros inferiores, por lo que, desde un punto de vista cinemático ambas extremidades tienen igual probabilidad de riesgo de sufrir una lesión osteomuscular durante la ejecución de estas habilidades.

11. LIMITACIONES

No se contó con el uso de plataformas de fuerza que pudieran describir la cinética normal de las habilidades motrices, especialmente las habilidades de salto. Estas mediciones incrementan la exactitud de la toma de datos, determinando con mayor precisión el riesgo de lesión.

12. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios de cinética en las habilidades motrices seleccionadas para aumentar la exactitud de los datos.
- La realización de estudios similares en otros equipos de fútbol profesional femenino permitirá extrapolar los datos a toda la población colombiana, mujeres futbolistas de alto rendimiento.
- Se sugiere realizar las valoraciones de cinemática de las habilidades motrices en hombres, futbolistas de alto rendimiento, que permita realizar una comparación de los resultados por género. Igualmente, se sugiere realizar estas valoraciones en otros deportes como baloncesto, voleibol, etc.

13. ANEXOS

13.1. Anexo 1. Cumplimiento de criterios de inclusión y exclusión



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**MAESTRÍA EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA
ACTIVIDAD FÍSICA**



**CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS CINEMÁTICOS DE HABILIDADES
MOTRICES LOCOMOTORAS EN MUJERES FUTBOLISTAS DE ALTO RENDIMIENTO.**

CUMPLIMIENTO DE CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	SI	NO
Mujer colombiana perteneciente al club azul y blanco Millonarios F.C.		
Edad comprendida entre los 18-34 años		
Firma de consentimiento informado		
Presenta algún antecedente patológico, alteración torsional o angular de miembros inferiores		
Dos años de experiencia deportiva profesional en futbol		
Realiza entrenamiento regular de al menos tres horas diarias, mínimo cinco días a la semana		
Presenta alguna patología de tipo cardiovascular, osteomuscular o neurológico.		
Incapacidad de seguir las instrucciones del estudio		
Historia de alguna lesión osteomuscular en los últimos seis meses		



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**MAESTRÍA EN FISIOTERAPIA DEL DEPORTE Y LA
ACTIVIDAD FÍSICA**



CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS CINEMÁTICOS DE HABILIDADES MOTRICES LOCOMOTORAS EN MUJERES FUTBOLISTAS DE ALTO RENDIMIENTO.

Consentimiento informado

Para las jugadoras profesionales de Azul y Blanco Millonarios F.C. en el proyecto de investigación: **“Caracterización de parámetros cinemáticos de habilidades motrices locomotoras en mujeres futbolistas de alto rendimiento”**

Investigadores principales

Lady Marcela Núñez Quintero, Erica Mabel Mancera Soto, Juan Manuel Correa.
Universidad Nacional De Colombia

Este documento de consentimiento informado tiene dos partes: i. información y ii. Formulario de consentimiento. se le enviará una copia escaneada de este documento completo firmado a su correo electrónico.

I. Información

El presente documento es un consentimiento informado, en el cual ustedes deciden aceptar o no la participación en el estudio; nosotros como grupo de investigación, conformado por profesionales de las áreas de medicina, fisioterapia, ingeniería biomédica y ciencias relacionadas, nos comprometemos a garantizar las condiciones descritas en detalle a continuación. Este proyecto cuenta con aprobación del comité de ética de la facultad de medicina de la universidad nacional de Colombia.

Objetivo: caracterizar los parámetros cinemáticos de habilidades motrices locomotoras en futbolistas del equipo profesional femenino de azul y blanco Millonarios F.C.

Justificación

El fútbol requiere una variedad de habilidades motrices a diferentes intensidades que al desarrollarlas conjuntamente hacen parte del gesto deportivo del fútbol: correr, realizar sprints, saltar, cambios de dirección y golpe de balón, las cuales son componentes importantes para el rendimiento deportivo. Estas actividades requieren de una ejecución casi perfecta que evite la fatiga osteomuscular, la cual podría generar lesiones

osteomusculares y la salida del campo deportivo. De allí la importancia de crear una línea de base en la evaluación biomecánica que permita la valoración exhaustiva de los profesionales de alto rendimiento en fútbol.

Descripción del estudio

El presente estudio se realizará con las jugadoras profesionales de azul y blanco Millonarios F.C.; las cuales aceptaran por medio de este documento la participación en el estudio. Se tomarán estudios biomecánicos, en los cuales se les pedirá a las jugadoras la ejecución de diferentes actividades deportivas para registrar los movimientos en cámaras optoelectrónicas. Las evaluaciones se realizarán en el laboratorio de análisis de movimiento MovyLab del Hospital Infantil Universitario San José.

Procedimientos del estudio.

1. Historia clínica y valoración médica: antecedentes médicos personales y familiares, revisión por sistemas y examen físico.
2. Valoración biomecánica

Beneficios de la participación

A través de la valoración biomecánica de las habilidades motrices en el gesto deportivo del fútbol, el deportista podrá conocer si presenta o no riesgos osteomusculares en la incidencia o prevalencia de lesiones osteomusculares que limiten su práctica deportiva.

Molestias y riesgos durante su participación

Esta es una investigación de riesgo mínimo. Durante la realización de cualquier actividad física puede producirse ciertos riesgos, aunque la incidencia de estos es muy baja. Entre estos riesgos está una caída desde su propia altura, alergia al pegante de los electrodos que son utilizados para la valoración biomecánica, dolor muscular o articular, sensación de ahogo y fatiga corporal. No obstante, se garantizarán todas las precauciones para minimizar la incidencia de tales fenómenos. Se contará con personal entrenado disponible para hacer frente a estas situaciones en el caso de que se produzcan.

Participación / retirada voluntaria del estudio

La participación es voluntaria y en el caso de que se decida suspender, no acarrea ningún tipo de penalización.

Preguntas e información

Cualquier nueva información referente a las pruebas realizadas, que se descubra mientras dure la participación, será debidamente explicada. En caso de dudas sobre el estudio podrá contactar con los investigadores Lady Marcela Núñez, lmnunezq@unal.edu.co teléfono celular: 3123910777, Erica Mancera Soto, emmanceras@unal.edu.co. Teléfono celular: 3105703280 o Juan Manuel Correa teléfono: 3168773543

Confidencialidad y privacidad

Los resultados de las mediciones se manejarán con la más estricta garantía de confidencialidad, y se dedicarán exclusivamente al estudio de los parámetros establecidos. A la información, los datos y resultados obtenidos del estudio tendrán acceso exclusivo los investigadores del estudio y se protegerá todo momento la identidad de los participantes.

He leído y comprendido este documento y no tengo ninguna duda con respecto a su contenido, puesto que he tenido la oportunidad de preguntar y ser debidamente informado. Consiento voluntariamente autorizar la participación y entiendo que tengo derecho a retirarme de la investigación en cualquier momento.

II. formulario de consentimiento

Este formulario de consentimiento informado se dirige a mujeres, mayores de edad, futbolistas invitados a participar en el estudio: “caracterización de parámetros cinemáticos de habilidades motrices básicas y específicas en futbolistas del equipo profesional femenino de azul y blanco Millonarios F.C” realizado por la estudiante de Maestría Lady Marcela Núñez Quintero.

Yo _____ acepto la participación en la investigación aquí mencionada y de acuerdo con las condiciones expuestas anteriormente.

Firma: _____

Correo Electrónico: _____

Fecha: _____ Teléfono: _____

Testigo

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Investigador

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: _____

13.3 Anexo 3. Evaluación de historia deportiva y examen físico

REPORTE CLÍNICO

Nombre Teléfono Código

Numero de Identidad E-mail

Edad años Día cita

INFORMACIÓN BÁSICA

Deportista: Aficionado Profesional Club o equipo deportivo División

Motivo del Análisis: Evaluación Biomecánica Seguimiento Pierna Dominante Derecha Izquierda
Rehabilitación de lesiones Otro
Prevención de lesiones

Estatura m Peso kg

Utiliza plantillas: Si No Tipo de Plantilla

HISTORIA CLÍNICA DEPORTIVA

Edad Deportiva años Entrenamiento físico ~~Días~~/semana Horas/semana

Especialización Deportiva años Actividad complementaria ~~Días~~/semana Horas/Semana

Posición de juego

Entrenamiento Adicional

MEDIDAS ANTROPOMETRICAS




Longitud MID mm Longitud MII mm

ANTECEDENTES PERSONALES

ENFERMEDADES

Síntomas gripales No Si, en las últimas 4 semanas Si, antes de las últimas 4 semanas

Infecciones No Si, en las últimas 4 semanas Si, antes de las últimas 4 semanas

 +57 (1) 656 0014  movylab@gmail.com  Cra. 52 No. 67 A - 71

Fiebre reumática	No	<input type="radio"/> SI, en las últimas 4 semanas	<input type="radio"/> SI, antes de las últimas 4 semanas
Enfermedades producidas por calor	No	<input type="radio"/> SI, en las últimas 4 semanas	<input type="radio"/> SI, antes de las últimas 4 semanas
Conmoción cerebral	No	<input type="radio"/> SI, en las últimas 4 semanas	<input type="radio"/> SI, antes de las últimas 4 semanas
¿Toma algún medicamento?	Si	No	¿Cuál?

OPERACIONES DEL APARATO MÚSCULO-ESQUELÉTICO

SI No

¿Cuál?

- Cadera
- Zona inguinal (debido a
- Ligamentos de
- Menisco o cartilago de
- Tendón de
- Tobillo
- Otras (especificar)

¿Cuándo?

Tipo de operación

CARACTERIZACIÓN FAMILIAR

Parientes varones <55 años, parientes mujeres <65 años

- | | | | | | |
|--|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Muerte cardiaca súbita | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other |
| <input type="checkbox"/> Muerte infantil súbita | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other |
| <input type="checkbox"/> Enfermedad coronaria | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other |
| <input type="checkbox"/> Cardiomiopatía | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other |
| <input type="checkbox"/> Hipertensión | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other |
| <input type="checkbox"/> Síncope recurrente | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other |
| <input type="checkbox"/> Arritmias | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other |
| <input type="checkbox"/> Trasplante del corazón | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other |
| <input type="checkbox"/> Cirugía cardiovascular | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other |
| <input type="checkbox"/> Marcapasos/defibrilador | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other |

- | | | | | | |
|---|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Ahogos sin explicación | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other.. |
| <input type="checkbox"/> Accidente de coche sin explicación | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other.. |
| <input type="checkbox"/> Apoplejía | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other.. |
| <input type="checkbox"/> Diabetes | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other.. |
| <input type="checkbox"/> Cáncer | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other.. |
| <input type="checkbox"/> Otros (artritis, etc) | <input type="checkbox"/> No | <input type="checkbox"/> Padre | <input type="checkbox"/> Madre | <input type="checkbox"/> Hermano | <input type="checkbox"/> Other.. |

EXAMEN CARDIACO

CORAZÓN Y PULMONES

		En las últimas 4 semanas		Antes de las últimas 4 semanas	
<input type="checkbox"/> Dolor u opresión torácica	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Falta de aliento (disnea)	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Asma	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Tos	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Bronquitis	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Palpitaciones	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Arritmias	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Otros problemas cardiacos	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Mareos	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Síncope	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Hipertensión	<input type="radio"/> No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Soplo cardiaco	No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4
<input type="checkbox"/> Perfil lipido anormal	No	En reposo <4	En ejercicio <4	En reposo >4	En ejercicio >4

- Convulsiones, epilepsia No En reposo <4 En ejercicio <4 En reposo >4 En ejercicio >4
- Recomendación de abandonar el deporte No En reposo <4 En ejercicio <4 En reposo >4 En ejercicio >4
- Se fatiga más rápido que sus compañeros de No En reposo <4 En ejercicio <4 En reposo >4 En ejercicio >4
- Diarreas No En reposo <4 En ejercicio <4 En reposo >4 En ejercicio >4

LESIONES

DOLENCIAS

Sí No

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|---|
| ¿Cuál? <input type="checkbox"/> Cabeza/Cara | <input type="checkbox"/> Brazo | <input type="checkbox"/> Cadera derecha | <input type="checkbox"/> Cadera izquierda |
| <input type="checkbox"/> Columna cervical | <input type="checkbox"/> Codo | <input type="checkbox"/> Pierna derecha | <input type="checkbox"/> Pierna izquierda |
| <input type="checkbox"/> Columna torácica | <input type="checkbox"/> Antebrazo | <input type="checkbox"/> Ingule derecha | <input type="checkbox"/> Ingule izquierda |
| <input type="checkbox"/> Columna lumbar | <input type="checkbox"/> Muñeca | <input type="checkbox"/> Muslo derecho | <input type="checkbox"/> Muslo izquierdo |
| <input type="checkbox"/> Esternón/Costillas | <input type="checkbox"/> Mano | <input type="checkbox"/> Rodilla derecha | <input type="checkbox"/> Rodilla izquierda |
| <input type="checkbox"/> Abdomen | <input type="checkbox"/> Dedos | <input type="checkbox"/> Tendón de Aquiles derecho | <input type="checkbox"/> Tendón de Aquiles izquierdo |
| <input type="checkbox"/> Pelvis/Sacro | | <input type="checkbox"/> Tobillo derecho | <input type="checkbox"/> Tobillo izquierdo |
| <input type="checkbox"/> Hombro | | <input type="checkbox"/> Pie, dedos del pie derecho | <input type="checkbox"/> Pie, dedos del pie izquierdo |

DIAGNÓSTICO ACTUAL Y TRATAMIENTO

¿Cuál? **Rubalgia**

- Distensión de músculos isquiotibiales
- Distensión de cuádriceps
- Esguince de rodilla
- Lesión de menisco
- Distensión de pantorrilla
- Tendinitis de tendón de Aquiles**
- Esguince de tobillo
- Contusión
-

- Sí No
- | | | |
|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| <input type="radio"/> Reposo | <input type="radio"/> Fisioterapia | <input type="radio"/> Cirugía |
| <input type="radio"/> Reposo | <input type="radio"/> Fisioterapia | <input type="radio"/> Cirugía |
| <input type="radio"/> Reposo | <input type="radio"/> Fisioterapia | <input type="radio"/> Cirugía |
| <input type="radio"/> Reposo | <input type="radio"/> Fisioterapia | <input type="radio"/> Cirugía |
| <input type="radio"/> Reposo | <input type="radio"/> Fisioterapia | <input type="radio"/> Cirugía |
| <input type="radio"/> Reposo | <input type="radio"/> Fisioterapia | <input type="radio"/> Cirugía |
| <input type="radio"/> Reposo | <input type="radio"/> Fisioterapia | <input type="radio"/> Cirugía |
| <input type="radio"/> Reposo | <input type="radio"/> Fisioterapia | <input type="radio"/> Cirugía |
| <input type="radio"/> Reposo | <input type="radio"/> Fisioterapia | <input type="radio"/> Cirugía |

Otros (especificar)

Reposo

Fisioterapia

Cirugía

Tipo de diagnóstico

LESIÓN GRAVE

Que causó cuatro semanas de participación limitada o de inactividad de juego/entrenamiento Sí No

¿Cuál?	¿Cuándo?	Tratamiento	Tiempo de recuperación	Recidivantes
<input type="checkbox"/> Distensión Inguinal	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Distensión de cuádriceps femoral	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Distensión de músculos isquiotibiales	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Lesión de ligamentos de la rodilla	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Distensión de pantorrilla	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Lesión de ligamentos del tobillo	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Otras (especificar)	<input type="text"/>			

EXAMEN FÍSICO

RETRACCIONES MUSCULARES

	Derecho	Izquierdo
Signo de Thomas	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Angulo Poplíteo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
A. Poplíteo Cadera en Flex	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Variación A. Poplíteo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Test de Ober	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Signo de Phelps	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Signo de Ely Duncan	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Signo de Silverskiöld	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Test de Adams	<input type="text"/>	<input type="text"/>

MOVILIDAD ARTICULAR

	Derecho	Izquierdo
CADERA		
Flexión	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Extensión	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Abducción	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aducción	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rot. Int.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rot. Ext.	<input type="text"/>	<input type="text"/>
RODILLA		
Flexión	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Extensión	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TOBILLO		
Plantiflexión G	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Dorsiflexión	<input type="text"/>	<input type="text"/>

ANTROPOMETRÍA

Longitud extremidades

Distancia ~~intercondílea~~

Distancia ~~intermalaolar~~

Trofismo muscular - cuádriceps

PIE Inversión

Eversión

ANTROPOMETRÍA (TANITA)

Peso (Kg)

DCI (Cel)

Edad Metabólicas

% de agua corporal

Masa Visceral

% de Grasa Corporal

Total Brazo izquierdo Brazo Derecho Pierna Derecha Pierna Izquierda Torco

Masa Muscular (Kg)

Total Brazo izquierdo Brazo Derecho Pierna Derecha Pierna Izquierda Torco



14. REFERENCIAS

1. Earl JE, Monteiro SK, Snyder KR. Differences in Lower Extremity Kinematics Between a Bilateral Drop-Vertical Jump and A Single-Leg Step-down. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2007;37(5):245–52.
2. Besier TF, Lloyd DG, Ackland TR, Cochrane JL. Anticipatory effects on knee joint loading during running and cutting maneuvers. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(7):1176–81.
3. Bencke J, Curtis D, Krogshede C, Klemmensen L, Bandholm T, Kreuzfeldt M. Biomechanical evaluation of the side-cutting manoeuvre associated with ACL injury in young female handball players. *Knee surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2013;21(8):1876–81.
4. Bates NA, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Clinical Biomechanics Kinetic and kinematic differences between first and second landings of a drop vertical jump task : Implications for injury risk assessments ☆. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* [Internet]. 2013;28(4):459–66. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2013.02.013>
5. Chappell JD, Limpisvasti O. Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. *Am J Sports Med.* 2008;36(6):1081–6.
6. Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2003;35(10):1745–50. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14523314>

7. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *Am J Sports Med.* 2005;33(4):492–501.
8. Padua DA, DiStefano LJ, Beutler AI, De La Motte SJ, DiStefano MJ, Marshall SW. The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *J Athl Train.* 2015;50(6):589–95.
9. Monfort SM, Pradarelli JJ, Grooms DR, Hutchison KA, Onate JA, Chaudhari AMW. Visual-Spatial Memory Deficits Are Related to Increased Knee Valgus Angle During a Sport-Specific Sidestep Cut. *Am J Sports Med.* 2019;1–8.
10. Havens KL, Sigward SM. Cutting Mechanics: Relation to Performance and Anterior Cruciate Ligament Injury Risk. *Med Sci Sport Exerc.* 2015;(24):818–24.
11. Donald T. Kirkendall y Jiri Dvorak. Prevención Efectiva de Lesiones en Fútbol. *Eff Inj Prev Soccer.* 2016;30(1).
12. Medina, DE., Lizarraga, A., Drobic F. PREVENCIÓN DE LESIONES Y NUTRICIÓN EN EL FUTBOL. *Sport Sci Exch.* 2014;27(132):1–5.
13. Raya González J. ERJL. Revisión: Factores de riesgo asociados a la aparición de lesiones en el fútbol. *Rev Prep física en el Futb [Internet].* 2016;11. Available from: https://www.researchgate.net/publication/311739676_Revision_Factores_de_riesgo

_asociados_a_la_aparicion_de_lesiones_en_el_futbol

14. Murgui S, García C. Efecto de la práctica deportiva en la relación entre las habilidades motoras , el autoconcepto físico y el autoconcepto multidimensional. Rev Psicol dl Deport. 2016;25(1):19–25.
15. PRIETO BASCÓN MÁ. Habilidades motrices básicas. Innovación y experiencias educativas. 2010;(1988–6047):1–10.
16. Ortiz A, Micheo W. Clinical Review : Focused Biomechanical Evaluation of the Athlete ' s Knee : From Basic Science to Clinical Application. Biomech Eval ATHLETE'S KNEE [Internet]. 2011;3(4):365–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.12.005>
17. Kellis E, Katis A. Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick Eleftherios. J Sport Sci Med [Internet]. 2007;6:154–65. Available from: <papers://61982310-139d-4a04-8060-3dce6ee6287b/Paper/p17>
18. Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ. INVITED CLINICAL COMMENTARY UNDERSTANDING AND PREVENTING ACL INJURIES : CONSIDERATIONS - UPDATE 2010 CORRESPONDENCE. North Am J Sport Phys Ther. 2010;5(4):234–51.
19. Fleming BC, Renstrom PA, Beynonn BD, Engstrom B, Peura GD, Badger GJ, et al. The effect of weightbearing and external loading on anterior cruciate ligament strain. J Biomech [Internet]. 2001;34:163–70. Available from: <https://ac.els-cdn.com/S0021929000001548/1-s2.0-S0021929000001548->

main.pdf?_tid=71207dbc-de98-4a37-ba5c-

0043ea3a4065&acdnt=1527108957_0cb6119306789b2bcfbfb2090e41f5b

20. Meyer EG, Haut RC. Anterior cruciate ligament injury induced by internal tibial torsion or tibiofemoral compression. *J Biomech.* 2008;41(16):3377–83.
21. Pollard CD, Sigward SM, Powers CM. Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased frontal plane knee motion and moments. *Clin Biomech* [Internet]. 2010;25(2):142–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.10.005>
22. Romero-moraleda B, Cuéllar Á, González J, Bastida N, Echarri E, Gallardo J, et al. Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. *Rev Int Cienc Deporte.* 2017;48:117–38.
23. Joseph AM, Collins CL, Henke NM, Yard EE, Fields SK, Comstock RD. A Multisport Epidemiologic Comparison of Anterior Cruciate Ligament Injuries in High School Athletics. *J Athl Train.* 2013;48(6):810–7.
24. Cos F, Cos MÁ, Buenaventura L, Pruna R, Ekstrand J. Modelos de análisis para la prevención de lesiones en el deporte. Estudio epidemiológico de lesiones: el modelo Union of European Football Associations en el fútbol. *Apunt Med l'Esport.* 2010;45(166):95–102.
25. Batalla Florez A. Habilidades Motrices [Internet]. Barcelona INDE 2000, editor. 2000. Available from:

<https://books.google.es/books?id=gJGZtWcBvdMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

26. Ortiz A, Micheo W. Clinical Review : Focused Biomechanical Evaluation of the Athlete ' s Knee : From Basic Science to Clinical Application. PMRJ [Internet]. 2011;3(4):365–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.12.005>
27. Lees A, Nolan L. The biomechanics of soccer : A review The biomechanics of soccer : A review. J Sports Sci. 2011;16(3):211–34.
28. Zafra AO, Toro EO. Efectos de las lesiones sobre las variables psicológicas en futbolistas juveniles. 2010;265–77.
29. Docencia, Udea. Las Habilidades y Destrezas Motrices en la Educación Física Escolar [Internet]. Guia curricular para la educación física. Available from: <http://docencia.udea.edu.co/edufisica/guiacurricular/Habilidades.pdf>.
30. Ramón Suárez G. Biomecánica deportiva y control del entrenamiento. 2009. 134 p.
31. Hernández M. Análisis de las habilidades motrices básicas en los practicantes de tenis en la isla de Gran Canaria. UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA; 2013.
32. Leon H, Fredy J, Villada R. Demandas fisiológicas y psicológicas en el fútbol. Rev Investig CUERPO, Cult Y Mov. 2011;1(2):41–55.
33. Bermejo Frutos J. PERSPECTIVA BIOMECÁNICA DEL MOVIMIENTO. Rev Digit Educ Física. 2013;5(25):45–59.

34. Orendurff MS, Kobayashi T, Tulchin-francis K, Marie A, Tullock H, Villarosa C, et al. A little bit faster: Lower extremity joint kinematics and kinetics as recreational runners achieve faster speeds. *J Biomech* [Internet]. 2018;36. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.02.010>
35. Pedley JS, Lloyd RS, Read P, Moore IS. Drop Jump : A Technical Model for Scientific Application. *Strength Cond J*. 2017;39(5):36–44.
36. Bleda MV. Análisis cinemático y cinético de la marcha, carrera, salto y control postural en para-futbolistas con prálisis cerebral. Universitas Miguel Hernandez; 2017.
37. Sell TC, Ferris CM, Abt JP, Tsai Y, Myers JB, Fu FH, et al. Predictors of Proximal Tibia Anterior Shear Force during a Vertical Stop-Jump. *J Orthop Res*. 2007;25(12):1589–97.
38. Herman G, Nakdimon O, Levinger P, Springer S. The Forward Step-Down Test Evaluation by a Broad Cohort Clinician Agreement Agreement of an Evaluation of the Forward-Step-Down Test by a Broad Cohort of Clinicians With That of an Expert Panel. *J Sport Rehabil*. 2016;25:227–32.
39. Bowen L, Gross AS, Gimpel M, Li FX. Accumulated workloads and the acute: Chronic workload ratio relate to injury risk in elite youth football players. *Br J Sports Med*. 2017;51(5):452–9.
40. Reis GF, Santos TRT, Lasmar RCP, Oliveira O, Lopes RFF, Fonseca ST. Sports injuries profile of a first division Brazilian soccer team: A descriptive cohort study.

Brazilian J Phys Ther. 2015;19(5):390–7.

41. Osorio J, Alvarez S, Sanchez J, Quiceno C. Incidencia de lesiones en futbolistas profesionales de los equipos antioqueños en la temporada de julio a diciembre de 2006. Supl IATREIA. 2008;21(4):2008.
42. Alanís-blanco LM, Zamora-muñoz P, Cruz-miranda Á. Ruptura de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas. An Medicos. 2012;57(2):93–7.
43. CORSINO EL. DESCRIPCIÓN/ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL MOVIMIENTO HUMANO. Manual de Ejercicios de Rehabilitación (Cinesiterapia). : (pp.2-6, 10-12) España.
44. Singh SK. Kinematics fundamentals. In: Kinematics fundamentals CHAPTER 1 MOTION. 2011. p. 654.
45. Sugimoto D, Alentorn-geli E, Mendiguchía J, Samuelsson K, Karlsson J, Myer GD. Biomechanical and Neuromuscular Characteristics of Male Athletes : Implications for the Development of Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Programs. Sport Med. 2015;45(6):809–22.
46. Yañez F. EVALUACIÓN MÉDICA PREVIA A LA PRÁCTICA DEPORTIVA PARA DEPORTISTAS AFICIONADOS Y DE NIVEL COMPETITIVO. REV MED CLIN CONDES -. 2012;23(3):236–43.
47. Ehrig RM, Taylor WR, Duda GN, Heller MO. A survey of formal methods for determining functional joint axes. J Biomech. 2007;40:2150–7.

48. Ehrig RM, Taylor WR, Duda GN, Heller MO. A survey of formal methods for determining the centre of rotation of ball joints. *J Biomech* 39. 2006;39:2798–809.
49. Taylor WR, Kornaropoulos EI, Duda GN, Kratzstein S, Ehrig RM, Arampatzis A, et al. Repeatability and reproducibility of OSSCA , a functional approach for assessing the kinematics of the lower limb. *Gait Posture* [Internet]. 2010;32(2):231–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.05.005>
50. Gibbons JD, Chakraborti S. *Nonparametric Statistical Inference. STATISTICS: Textbooks and Monographs.* 2003. 634 p.
51. Bunn A, Korpela M. An Introduction to dplr. Processed with dplr 170 in R version 353 [Internet]. :16. Available from: <https://www.r-project.org/>.
52. Lopez E. Acortamiento del psoas iliaco y dolor lumbar en pacientes del Hospital III EsSalud Chimbote - 2017 Acortamiento del psoas iliaco y dolor lumbar en pacientes del Hospital III EsSalud Chimbote - 2017. UNIVERSIDAD SAN PEDRO; 2017.
53. Gaitan LC, Calvo AB, López V, Calvi JP, Álvarez V, Slullitel G. Factores asociados con dolor severo en pacientes con fascitis plantar . Un análisis de relaciones. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2020;85(1):23–30.
54. Suquillo D, Viteri A. Análisis de la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores en relación con la ejecución del salto “loop” en patinadoras de hielo profesionales. Facultad de ciencias de la salud. UDLA; 2019.
55. Willett GM, Keim SA, Shostrom VK, Lomneth CS, Willett GM, Keim SA. An Anatomic Investigation of the Ober Test. *Am J Sports Med.* 2016;44(3):696–701.

56. Martínez I. Tratamiento de la marcha agachada con flexo rígido de rodilla en parálisis cerebral infantil . Universidad Autónoma de Madrid; 2017.
57. García J, Piñero J, Baño A, Sánchez M, Medina F. Valor del Test de Silfverskiöld para el diagnóstico de la fascitis plantar. Rev Int Ciencias Podol. 2018;13(1):41–6.
58. Flores Suica VM. Tratamiento Fisioterapéutico de las Deformidades Torsionales de los Miembros Inferiore [Internet]. FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA; 2019. Available from: http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/4912/TRSUFICIENCIA_FLORES_SUICA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
59. Ramsay JO, Hooker G GS. Functional Data Analysis with R and Matlab, Springer. 2009. 203 p.
60. Arribas-gil A, Romo J. Shape Outlier Detection and Visualization for Functional Data : the Outliergram. 2013. 1–34 p.
61. Górecki T, Smaga Ł. fdANOVA : an R software package for analysis of variance for univariate and multivariate functional data. Comput Stat [Internet]. 2019;34(2):571–97. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00180-018-0842-7>
62. Márquez Ospina JD. Efecto de un programa combinado de ejercicios de fortalecimiento de la musculatura lumbo-pélvica y el FIFA 11+ sobre el ángulo de proyección en el plano frontal de miembros inferiores en mujeres futbolistas. Universidad Nacional de Colombia; 2019.
63. Avila CB, Cea BMC, Padilla EL, Berral de la Rosa FJ. Composición Corporal y

Somatotipo en Fútbol Femenino . 2012;30(2):450–60.

64. Suárez-Carmona W, Sánchez-Oliver AJ. Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad . Relación con la fuerza y la actividad física. 2018;XII:128–39.
65. A. I. Kapandji. FISIOLOGÍA ARTICULAR. 2012;2–4.
66. Taboadela CH. GONIOMETRÍA, UNA HERRAMIENTA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS INCAPACIDADES LABORALES. 2007. 58 p.
67. Schache AG, Blanch P, Rath D, Wrigley T, Bennell K. Three-dimensional angular kinematics of the lumbar spine and pelvis during running. 2002;21:273–93.
68. Heinert BL, Kernozek TW, Greany JF, Fater DC. Hip Abductor Weakness and Lower Extremity Kinematics During Running. J Sport Rehabil. 2008;17:243–56.
69. Riley PO, Dicharry JAY, Franz J, Croce UGO Della, Wilder RP, Kerrigan DC. A Kinematics and Kinetic Comparison of Overground and Treadmill Running. Med Sci Sport Exerc. 2008;(13):1093–100.
70. Arndt A, Wolf P, Liu A, Nester C, Stacoff A, Jones R, et al. Intrinsic foot kinematics measured in vivo during the stance phase of slow running. J Biomech. 2007;40:2672–8.
71. Stacoff A, Nigg BM, Reinschmidt C, Bogert AJ Van Den, Lundberg A. Tibiocalcaneal kinematics of barefoot versus shod running. J Biomech. 2000;33.
72. Maffey L, Emery C. What are the Risk Factors for Groin Strain Injury in Sport ? A

- Systematic Review of the Literature. 2007;37(10):881–94.
73. Neumann DA. Kinesiology of the Hip: A Focus on Muscular Actions. *J Orthop Sport Phys Ther.* 2010;40(2):83–94.
 74. Urtasun-Arricaberri F. PUBALGIA EN FUTBOLISTAS Y ATLETAS: FACTORES DE RIESGO Y APLICABILIDAD EN ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN. REVISIÓN DE LA LITERATURA. Universidad Pública de Navarra; 2014.
 75. Hoyo M, Naranjo-Orellana J, Carrasco L, Sañudo B, Jiménez-Barroca JJ, Domínguez-Cobo S. Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: factores de riesgo y estrategias para su prevención. *Rev Andal Med Deport.* 2013;6(1):30–7.
 76. Kumar K, Joseph SRC, Easwar T, Rajan D. Medial patellofemoral ligament reconstruction in patellar instability. *Indian J Orthop.* 2014;48(5):501–6.
 77. Colvin A, West R V. Inestabilidad rotuliana. *J BONE Jt Surg.* 2008;90(12):2751–2762.
 78. Pérez M. Tratamiento fisioterapéutico en el síndrome de la banda iliotibial. Universidad Inca Garcilaso De La Vega; 2017.
 79. Martín JA, González de la Rubia A. El síndrome iliotibial o rodilla del corredor. Revisión de casos. *Fisioterapia.* 2001;23(3):127–34.
 80. Céspedes Marozzi E. DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN PROTOCOLO INTEGRAL DE VALORACIÓN KINESIOLÓGICA Y BIOMECÁNICA EN CORREDORES. UNIVERSIDAD DE LEON; 2018.

81. González C, Bregains F, Braidot A. Análisis cinemático del salto en pacientes sin patologías en extremidades inferiores. *Rev Ing Biomédica*. 2008;2(3):33–9.
82. Mariano F, Souza B, Andrade V De, Palucci L. Comparação entre o Vertical Drop Jump e o Sidestep Cutting: Análise cinemática das rotações do joelho. *Biomechanics, Motor Control and Sports Performance XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB*. 2014;6.
83. Wright C, Arnold B, Ross S. Altered Kinematics and Time to Stabilization During Drop Jump Landing in Individuals With and Without Functional Ankle Instability. *J Athl Train*. 2016;51(2):11.
84. Malfait B, Dingenen B, Smeets A, Staes F, Pataky T, Robinson A, et al. Knee and Hip Joint Kinematics Predict Quadriceps and Hamstrings Neuromuscular Activation Patterns in Drop Jump Landings. *PLoS One*. 2016;11(4):1–18.
85. SAAR G. ANALISE CINÉTICA E CINEMÁTICA DO MOVIMENTO DO DROP JUMP: E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE OS MEMBROS INFERIORES [Internet]. Universidade Federal de Minas Gerais; 2019. Available from: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/32070/1/TCC_ufmg_20-11.pdf
86. Alzamora H. Antropometría de los ligamentos cruzados de la rodilla. Estudio por rmn [Internet]. Universidad del País Vasco; 2014. Available from: http://www.oc.lm.ehu.es/Departamento/Investigacion/TesisPDF/Tesis_Hernaiz_Alzamora.pdf
87. Blackburn JT, Padua DA. Influence of trunk flexion on hip and knee joint kinematics

- during a controlled drop landing. *Clin Biomech.* 2008;23:313–9.
88. Malloy P, Morgan A, Meinerz C, Geiser C, Kipp K. The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc.* 2014;23(12):3550–5.
 89. Belran J, Belmonte MA, Lerna J. Capítulo 21: Artrosis [Internet]. Sección de Reumatología. Hospital General Castellón. 2008. Available from: <https://svreumatologia.com/wp-content/uploads/2008/04/Cap-21-Artrosis.pdf>
 90. Olivera MB. CRUZADOS, CLÍNICA, DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL. USO DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA, TRATAMIENTO: ARTROSCOPIA. RUPTURA. Cirugía ortopédica y traumatología.
 91. Jaime J, Arabia M, Ramón Suárez G. Lesiones en futbolistas de un equipo sudamericano durante 1 año de seguimiento Injuries in Soccer Players of a South American Team for a Year Follow-Up Lésions chez les footballeurs d'une équipe sud-américaine pendant un an de suivi. *Rev Cuba Ortop y Traumatol* [Internet]. 2015;29(1):65–75. Available from: <http://scielo.sld.cu>
 92. Vergara J, Díaz MR, Ortega A, Blanco JA, Hernández JM, Pereda A, et al. Protocolo de valoración de la patología de la rodilla. *SEMERGEN.* 2004;30(5):226–44.
 93. García J, Molinero O. Análisis de la técnica de salto y aterrizaje en la prevención de lesiones de LCA y su relación con la flexión dorsal: propuesta de intervención. Universidad de Leon; 2019.
 94. Brown CN, Padua DA, Marshall S, Guskiewicz KM. Hip Kinematics During a Stop-

- Jump Task in Patients With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 2011;46(5):461–70.
95. Margalet E, Corrales RJ, Pérez V. Cadera dolorosa de difícil diagnóstico. *Rev Española Artrosc y Cirugía Articul* [Internet]. 2016;23(1):76–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.reaca.2016.01.004>
96. GONZÁLEZ A, REINA CDJ, VAQUERO M. Bursitis trocantérea. *MEDIFAM*. 2003;13(1):35–40.
97. Tibor L, Sekiya J. Differential Diagnosis of Pain Around the Hip Joint. *J Arthrosc Relat Surg* [Internet]. 2008;24(12):1407–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arthro.2008.06.019>
98. Dai B, Garrett WE, Gross MT, Padua DA, Queen RM, Yu B. The Effects of 2 Landing Techniques on Knee Kinematics, Kinetics, and Performance During Stop-Jump and Side-Cutting Tasks. *Am J Sports Med*. 2014;43(2):466–74.
99. Chappell JD, Creighton RA, Giuliani C, Yu B, Garrett WE. Kinematics and Electromyography of Landing Preparation in Vertical Stop-Jump Risks for Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med*. 2007;35(2):235–41.
100. Tik-pui-Fong D, Lam M, Lai P, Shu-hang-Yung P, Fung K, Chan K. Effect of anticipation on knee kinematics during a stop-jump task. *Gait Posture* [Internet]. 2014;39(1):75–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.05.027>
101. Ann-Keenan K. PREDICTION OF KNEE KINEMATICS DURING A STOP JUMP-CUT MANEUVER USING TRUNK NEUROMUSCULAR CHARACTERISTICS AND

- KINEMATICS IN A HEALTHY, PHYSICALLY ACTIVE POPULATION [Internet]. UNIVERSITY OF PITTSBURGH SCHOOL; 2014. Available from: http://d-scholarship.pitt.edu/20911/1/KeenanKA_ETD2014.pdf
102. Chappell JD, Herman DC, Knight BS, Kirkendall DT, Garrett WE, Yu B. Effect of Fatigue on Knee Kinetics and Kinematics in Stop-Jump Tasks. *Am J Sports Med.* 2005;33(7):1022–9.
 103. Kibele A. Possibilities and Limitations in the Biomechanical Analysis of Countermovement Jumps : A Methodological Study. *J Appl Biomech.* 1998;14:105–17.
 104. Wallace BJ, Kernozek TW, Mikat RP, Wright GA, Simons SZ, Wallace KL. ACOMPARISON BETWEEN BACK SQUAT EXERCISE AND VERTICAL JUMP KINEMATICS: IMPLICATIONS FOR DETERMINING ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY RISK. *J Strength Cond Res.* 2008;22(4):1249–58.
 105. Stephens T-M, Lawson BR, Devoe DE, Reiser R-F. Gender and Bilateral Differences in Single-Leg Countermovement Jump Performance with Comparison to a Double-Leg Jump. *J Appl Biomech.* 2007;23:190–202.
 106. Kozánek M, Hosseini A, Van De Velde SK, Moussa ME, Sheng J, Gill TJ, et al. Kinematic evaluation of the step-up exercise in anterior cruciate ligament de ficiency. *Clin Biomech* [Internet]. 2011;26(9):950–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.05.003>
 107. Jonsson H, Karrholm J. Three-Dimensional Knee Joint Movements During a Step-

- up: Evaluation after Anterior Cruciate Ligament Rupture. *J Orthop Res.* 1994;12(31):769–79.
108. Andrade Paz G, De Freitas Maia M, Farias D, Sanana H, Miranda H, Lima V, et al. KINEMATIC ANALYSIS OF KNEE VALGUS DURING DROP VERTICAL JUMP AND FORWARD STEP-UP IN YOUNG BASKETBALL PLAYERS. *Int J Sports Phys Ther.* 2016;11(2):212–9.
109. Scarfó R-L. Efecto de la asimetría sobre las características biomecánicas durante el cambio de dirección de 180° [Internet]. 2020. Available from: <https://g-se.com/efecto-de-la-asimetria-sobre-las-caracteristicas-biomecanicas-durante-el-cambio-de-direccion-de-180deg-bp-j5f0f10d7a75e2>
110. Jones P, Bampouras T-M, Marrin K. An investigation into the physical determinants of change of direction speed. *J Sport Med Phys Fitness.* 2009;49(1):97–104.
111. Caro-Muñoz Ó. Los cambios de dirección en fútbol. Análisis y métodos de evaluación del rendimiento. *EFDeportes.com, Revista Digital Buenos Aires [Internet].* 2012; Available from: <https://www.efdeportes.com/efd167/los-cambios-de-direccion-en-futbol-evaluacion.htm>
112. Hyun Kim J, Lee K, Kong SJ, An KO, Hwa J, Seuk Y. Effect of Anticipation on Lower Extremity Biomechanics During Side- and Cross- Cutting Maneuvers in Young Soccer Players. *Am J Sports Med.* 2014;42(8):1985–92.
113. Hyun Kim J, Lee KK, Ok K, Jin S, Cheol S, Seuk Y. Evaluation of the interaction between contact force and decision making on lower extremity biomechanics during

a side-cutting maneuver. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2016;136(6):821–8.

114. Jones PA, Herrington L, Graham-smith P. Braking characteristics during cutting and pivoting in female soccer players. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2016;30:46–54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.05.006>
115. Landry SC, Mckean KA, Hubley-kozey CL, Stanish WD, Deluzio KJ. Neuromuscular and Lower Limb Biomechanical Differences Exist Between Male and Female Elite Adolescent Soccer Players During an Unanticipated Side-cut Maneuver. *Am J Sports Med.* 2007;35(11):1888–900.
116. Mok K, Bahr R, Krosshaug T. Reliability of lower limb biomechanics in two sport-specific sidestep cutting tasks. *Sport Biomech* [Internet]. 2017;17(2):157–67. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/14763141.2016.1260766>