

CURSO ACADÉMICO 2021/22

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

**“EFECTO AGUDO DE LA BIOMECÁNICA DEL
ATERRIJAJE Y FACTORES
NEUROMUSCULARES DEL SALTO TRAS UN
PARTIDO EN JUGADORAS DE FÚTBOL”**



Estudiante: **María del Carmen Guillén Torregrosa**
Tutor académico: Víctor Moreno Pérez

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	2
MÉTODO	4
Participantes	4
Procedimiento	4
Mediciones	5
Medidas basales.....	5
Drop jump test	5
Análisis video	6
Medición de la carga interna	7
Monitorización de la carga externa	8
Análisis estadístico	8
BIBLIOGRAFÍA	9
ANEXOS	11



INTRODUCCIÓN

El fútbol es el deporte más famoso del mundo con más de 260 millones de jugadores activos (Waldén et al., 2011). Su popularidad entre las féminas está aumentando en todas las partes del mundo (Del Coso et al., 2018). En el estudio de (Griffin et al., 2021) se afirma que se prevé que las tasas de participación del fútbol femenino aumenten a 60 millones, para 2026, duplicando así la participación actual.

El fútbol es un deporte considerado complejo, de contacto, que se caracteriza por su elevada intensidad en acciones constantes de cambios de dirección, carreras, saltos, etc. (Arslan et al., 2019). Estas maniobras combinadas con los factores de riesgo pueden favorecer la aparición de lesiones, especialmente en las extremidades inferiores (Arslan et al., 2019; Faude et al., 2006). Se define lesión como aquella que impide la participación plena en los entrenamientos o partidos (López-Valenciano et al., 2021).

Entre las lesiones, una de las más severas en el fútbol es la ruptura del ligamento cruzado anterior (LCA) por su largo periodo de recuperación (Molina & Pons, 2021). Varios estudios coinciden en que las jugadoras son más susceptibles a las lesiones del LCA, en comparación con sus homólogos masculinos, en concreto, esta lesión constituyó el 6% de todas las lesiones en los partidos y el 2% en los entrenamientos en mujeres, pero menos del 1% de todas las lesiones entre los hombres (Waldén et al., 2011). Zago et al. (2021) afirma que esta lesión representa el 43% de ausencias de partidos, siendo una de las lesiones más graves del fútbol femenino. El LCA es el ligamento más importante que limita el movimiento anterior y la rotación de la tibia durante la actividad. La mayoría de lesiones de LCA ocurren durante situaciones sin contacto, especialmente durante movimientos con un cambio de dirección como regatear y pivotar (Gehring et al., 2009). Además, también se conocen otros mecanismos como movimientos de desaceleración tales durante las frenadas bruscas y el aterrizaje de un salto (Gehring et al., 2009).

Varias hipótesis que explican el porqué de la mayor predisposición de las mujeres a la lesión de LCA, se centran en ciertos factores como las diferencias en el control neuromuscular, las hormonas y la estructura anatómica (mayor ángulo Q y laxitud ligamentosa, entre otras) (Brazen et al., 2010; Molina & Pons, 2021). En este sentido, las mujeres mostraron mayores ángulos de abducción en la rodilla y momentos de abducción

más altos durante el aterrizaje o en movimientos de regate, así como alteraciones en el movimiento del plano sagital (Gehring et al., 2009).

Por otro lado, la fatiga es un factor que afecta al sistema musculoesquelético, y al sistema neurológico (Chappell et al., 2005). Ésta se asocia con la disminución de la propiocepción de la rodilla y aumento de la laxitud de la articulación en comparación con los valores basales (Shultz et al., 2015). Se cree que estos cambios disminuyen la absorción de impactos y estabilización de la rodilla durante el aterrizaje (Chappell et al., 2005). Además, parámetros como altura de salto, potencia de salto, tasa de desarrollo de la fuerza y la duración del contacto varían dependiendo del grado de fatiga neuromuscular inducida por la actividad deportiva (Arslan et al., 2019). Del mismo modo, (Santamaria & Webster, 2010), afirman que algunas de las consecuencias que se producen son la reducción en la fuerza de reacción del suelo, así como un aumento del valgo y la rotación de la rodilla lo que, claramente, aumenta el riesgo de sufrir lesiones. Arslan et al., (2019) concluyen que la fatiga neuromuscular causa retraso en la activación de los músculos isquiotibiales y cuádriceps, reduce la precisión propioceptiva, disminuye el control postural, altera los parámetros cinemáticos y perjudica las estrategias de aterrizaje. En este sentido, con el objetivo de cuantificar e identificar patrones de movimiento potencialmente de alto riesgo durante una maniobra de salto con aterrizaje, autores previos han utilizado en sus estudios una herramienta de evaluación de campo validada como es el Landing Error Scoring System (LESS) (Padua et al., 2015).

A pesar de que varios estudios consideran la aparición de la fatiga como uno de los mayores factores de riesgo en la lesión de LCA en el fútbol (Zago et al., 2021), apenas se ha evaluado cómo afecta esta durante el efecto agudo tras una situación de competición. Artículos previos evalúan como afecta la fatiga sobre la biomecánica del aterrizaje, como el de Chappell et al., (2005) y Shultz et al., (2015), en los que se emplean diversos protocolos para producir fatiga de manera simulada, pero alejada de la realidad de la competición. Sin embargo, desde nuestro conocimiento, sólo se tiene constancia de un estudio que evalúe el efecto de la fatiga tras un partido sobre la biomecánica del aterrizaje realizado en futbolistas, pero únicamente en hombres (Arslan et al., 2019), sin embargo, se desconoce en mujeres.

Teniendo en cuenta que los partidos parecen estar relacionados en gran medida con el aumento del riesgo de lesión del LCA en mujeres (Waldén et al., 2011) debido a las alteraciones biomecánicas y propioceptivas del salto (Smeets et al., 2019), podría ser interesante estudiar el efecto agudo tras un partido de fútbol de competición en la biomecánica del aterrizaje. Se sugiere la hipótesis de que un partido de fútbol induce fatiga neuromuscular, reduciendo el rendimiento y produciendo como resultado una peor biomecánica en el aterrizaje en mujeres hasta las 48h tras la competición.

Por ello, el objetivo de este estudio fue examinar el efecto agudo tras un partido de fútbol femenino sobre la variable de la biomecánica de aterrizaje y factores neuromusculares del salto.

MÉTODO

Participantes

Veintitrés jugadoras de fútbol participaron de forma voluntaria en este estudio (edad = 19.8 ± 3.4 años, altura = 163.3 ± 8.3 cm, peso = 60.1 ± 9 kg). La muestra fue recogida en 2 equipos amateurs de las categorías Primera Nacional y Primera Regional de fútbol de la Comunidad Valenciana (España). Todas las participantes entrenaban de forma regular al menos 3 veces a la semana. Se incluyeron en el estudio a las jugadoras que habían disputado al menos 70 minutos de partido y que no habían sufrido ninguna lesión durante el mismo, ni en los 3 últimos meses. Debido a estos criterios, se excluyeron 5 jugadoras de la muestra inicial, las cuales, jugaron menos del tiempo estipulado o que sufrieron alguna lesión durante el encuentro.

El consentimiento informado de cada jugadora, así como el de los tutores para las menores de 18 años, se obtuvo previo al inicio de las mediciones. El estudio fue aprobado por el Comité de ética OIR de la Universidad Miguel Hernández (Código 220224120706) y se siguieron las recomendaciones de la Declaración de Helsinki.

Procedimiento

Los datos se recogieron entre los meses de Enero y Marzo durante la temporada regular del campeonato liguero 2021/2022. Todas las evaluaciones fueron realizadas por el mismo investigador. Se llevaron a cabo 4 mediciones: a) una medición basal (recogida

72 h antes del partido); b) una evaluación pre-partido (24 h previas al partido); c) una evaluación postpartido (inmediatamente al finalizar el partido) y d) una evaluación 48h postpartido (a las 48 h posteriores al partido). Previo a las mediciones, se hizo una sesión de familiarización en el mes de Diciembre, con el objetivo de reducir el efecto aprendizaje. Además, en esta sesión de familiarización se recogió información sobre parámetros antropométricos, historial deportivo y lesivo. Posteriormente, se les informó de las características de la prueba, así como el protocolo a todas las integrantes de los equipos, que testaron el drop jump test en 2 ocasiones. Se estableció un calentamiento estandarizado de 8 minutos que consistió en movilidad articular, así como ejercicios de carrera (en parejas con 6 pares de conos paralelos) y activación (2 series de 6" de skipping frecuente, rotaciones laterales y saltos con pies juntos a los lados), similares a los del protocolo Fifa11+ (Sadigursky et al., 2017), que se realizó antes de cada una de las mediciones.

Todas las mediciones y partidos se llevaron a cabo en una superficie de césped artificial, las jugadoras realizaron la prueba de salto con el mismo calzado y ropa con la que jugaron y entrenaron.

Mediciones

Medidas basales

Se registró la experiencia deportiva en años, el historial lesivo en los últimos 12 meses, la posición habitual de juego y la pierna dominante, entendida como la pierna preferida para el golpeo del balón (Bandholm et al., 2011), durante la entrevista inicial. Posteriormente, se tomaron datos antropométricos de peso, altura, longitud de la extremidad inferior (definida desde la espina iliaca antero-superior al maléolo externo) y la distancia en posición de sentadilla a 90° de flexión de rodilla (definida desde la espina iliaca antero-superior al maléolo externo).

Drop jump test

Basándonos en el estudio de (Arslan et al., 2019), el test empleado para este trabajo fue el “drop jump” (aterrizaje del cajón) (*Figura 1*). Se trata de una prueba de rendimiento útil, que ayuda a evaluar la capacidad potencial de un deportista en tareas deportivas (Haynes et al., 2019). Siguiendo las indicaciones de Padua et al. (2009), para la preparación de la zona de medición se colocó un pequeño banco de metal con una

superficie antideslizante de 30cm de altura sobre la que se realizaba el salto. Se estableció como zona de caída un cuadrado de 80cm de lado, colocada a la mitad de la altura de cada participante desde el banco. A su vez, se ubicaron dos cámaras, una lateral (iPhone 7) y otra frontal (iPhone 12) a la zona de caída del salto a una distancia de 345cm. Cada participante comenzó la tarea de pie sobre el banco con las manos en la cintura, se les instruyó en que debían saltar hacia adelante y aterrizar dentro de la zona de aterrizaje señalada y seguidamente, realizaban un salto reactivo máximo y de nuevo aterrizaran dentro del recuadro señalado. Los ensayos se excluyeron y se repitieron si alguna de las participantes había saltado verticalmente desde el banco o aterrizaran fuera de la zona de caída. Cada participante realizó 2 intentos, con un descanso entre ellos de 1 minuto para garantizar que no estaban influenciados por la fatiga del salto anterior.



Figura 1. Test drop jump

Análisis video

My jump 2

Para la evaluación de los vídeos se utilizó la aplicación móvil “MyJump2”, disponible para dispositivos iOS que utiliza la cámara de vídeo para la evaluación de la capacidad de salto, empleada como alternativa a la plataforma de salto, con la que se obtuvieron valores como altura de salto, tiempo de vuelo, tiempo de contacto, stiffness y el índice de fuerza reactiva (Haynes et al., 2019). El Índice de Fuerza Reactiva (RSI) identifica la capacidad de un atleta para cambiar rápidamente de una contracción excéntrica a concéntrica, y cuanta fuerza es capaz de producir el deportista en el menor tiempo posible (Haynes et al., 2019). Para el cálculo de este valor, se utiliza la altura del salto cm/tiempo de contacto con el suelo (ms). La frecuencia de grabación de los vídeos

registrados se realizó a 240 Hz. La aplicación calcula todas las variables anteriores mediante los frames del vídeo. Determinando como contacto inicial el frame del primer contacto de alguno de los pies en el suelo, el despegue se establece en el primer frame en el que no existe contacto de ninguno de los dos pies con el suelo y el contacto final como el primer apoyo de alguno de los dos pies tras la fase de despegue (Stanton et al., 2017). Esta aplicación ha resultado ser una herramienta altamente válida y fiable tanto intra e inter-sesión para medir el rendimiento en el salto vertical, en atletas femeninas (Gallardo-Fuentes et al., 2016).

Landing Error Scoring System (LESS)

También se evaluaron los videos recopilados en la medición basal, antes, después y 48 horas después de los partidos de acuerdo con los 17 enunciados del sistema de puntuación de errores de aterrizaje LESS (*Tabla 1 en Anexos*). Padua et al. (2009) demostraron que el LESS tiene efectos validez utilizando análisis de movimiento tridimensional y que se puede obtener una buena fiabilidad interevaluador e intraevaluador. El mismo evaluador calificó a todas las participantes tras las evaluaciones según dicha escala. Los movimientos se analizaron en el frame de contacto inicial, que se definió como el frame inmediatamente antes de que el pie estuviera plano sobre el suelo, y entre el contacto inicial y la máxima flexión de la rodilla. El LESS emplea una rúbrica de puntuación para identificar errores de movimiento obvios. Este se puntuó mediante la repetición de los vídeos en ambos planos. Una mayor puntuación LESS indica un mayor número de errores de aterrizaje y en consecuencia peor técnica de aterrizaje en el salto (Padua et al., 2015).

Medición de la carga interna

Se evaluó el nivel de carga interna, o de fatiga subjetiva, de las participantes mediante las Unidades Arbitrarias de la carga (UA), a través del modelo de la calificación de esfuerzo percibido de la escala de Borg multiplicado por los minutos jugados (s-RPE) (Foster, 1998). La escala se les envió 30 minutos después de la finalización del partido a través de un formulario de Google en la cual aparecía una imagen y las jugadoras tenían que seleccionar la frase que mejor describía su nivel de fatiga.

Monitorización de la carga externa

Se registró la carga externa de las jugadoras durante el partido mediante un dispositivo portátil de GPS (Global Positioning System) marca WIMU PRO™ (RealTrack Systems, Almería, España), que reportó datos sobre el rendimiento en carrera del partido de las participantes, puesto que es un método válido para el monitoreo de carga externa debido a las altas correlaciones con indicadores de carga interna (Gómez-Carmona et al., 2020), teniendo a su vez una fiabilidad muy buena entre dispositivos para las diferentes velocidades (ICC=0,995-0,999) (Hernández-Belmonte et al., 2019). Los dispositivos GPS se introdujeron en la parte superior de un chaleco destinado a esta función a la altura de la espalda. Los GPS que se emplearon presentaban una frecuencia de muestreo a 10Hz, con las que se reportó la distancia total recorrida por cada una de ellas en el encuentro, en valores absolutos (m).

Análisis estadístico

Después de extraer todos los datos, éstos fueron analizados con el paquete de IBM SPSS Statistics 28.0.0. Los análisis se realizaron con el promedio de las dos repeticiones del salto. Se analizó la normalidad con la prueba Kolmogorov-Smirnoff. Se consultó la prueba de esfericidad de Mauchly's. En caso de no cumplirse el supuesto de esfericidad se aplicó la corrección de Greenhouse-Geisser. Posteriormente se realizó un ANOVA de medidas repetidas para comparar las variables en los distintos momentos de tiempo (Basal, Prepartido, Postpartido Y 48hPostpartido). Tras el ANOVA, se realizó un análisis Post-Hoc con corrección de Bonferroni para conocer las diferencias por pares.

BIBLIOGRAFÍA

- Arslan, S., Ertat, K. A., Karamizrak, S. O., İşleğen, Ç., & Arslan, T. (2019). Soccer match induced fatigue effect on landing biomechanic and neuromuscular performance. *Acta Medica Mediterranea*, 35(1), 391–397. https://doi.org/10.19193/0393-6384_2019_1_64
- Bandholm, T., Thorborg, K., Andersson, E., Larsen, T., Toftdahl, M., Bencke, J., & Hölmich, P. (2011). Increased external hip-rotation strength relates to reduced dynamic knee control in females: Paradox or adaptation? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(6), 215–221. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01255.x>
- Brazen, D. M., Todd, M. K., Ambegaonkar, J. P., Wunderlich, R., & Peterson, C. (2010). The effect of fatigue on landing biomechanics in single-leg drop landings. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 20(4), 286–292. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3181e8f7dc>
- Chappell, J. D., Herman, D. C., Knight, B. S., Kirkendall, D. T., Garrett, W. E., & Yu, B. (2005). Effect of fatigue on knee kinetics and kinematics in stop-jump tasks. *American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1022–1029. <https://doi.org/10.1177/0363546504273047>
- Del Coso, J., Herrero, H., & Salinero, J. J. (2018). Injuries in Spanish female soccer players. *Journal of Sport and Health Science*, 7(2), 183–190. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.09.002>
- Faude, O., Junge, A., Kindermann, W., & Dvorak, J. (2006). Risk factors for injuries in elite female soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(9), 785–790. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.027540>
- Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. In *Medicine and Science in Sports and Exercise* (Vol. 30, Issue 7, pp. 1164–1168). <https://doi.org/10.1097/00005768-199807000-00023>
- Gallardo-Fuentes, F., Gallardo-Fuentes, J., Ramírez-Campillo, R., Balsalobre-Fernández, C., Martínez, C., Caniuqueo, A., Cañas, R., Banzer, W., Loturco, I., Nakamura, F. Y., & Izquierdo, M. (2016). Intersession and intrasession reliability and validity of the my jump app for measuring different jump actions in trained male and female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 2049–2056. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001304>
- Gehring, D., Melnyk, M., & Gollhofer, A. (2009). Gender and fatigue have influence on knee joint control strategies during landing. *Clinical Biomechanics*, 24(1), 82–87. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2008.07.005>
- Gómez-Carmona, C. D., Bastida-Castillo, A., González-Custodio, A., Olcina, G., & Pino-Ortega, J. (2020). Using an Inertial Device (WIMU PRO) to Quantify Neuromuscular Load in Running: Reliability, Convergent Validity, and Influence of Type of Surface and Device Location. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(2), 365–373. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003106>
- Griffin, J., Horan, S., Keogh, J., Dodd, K., Andreatta, M., & Minahan, C. (2021). Contextual factors influencing the characteristics of female football players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 61(2), 218–232. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11182-4>
- Haynes, T., Bishop, C., Antrobus, M., & Brazier, J. (2019). The validity and reliability of the My Jump 2 app for measuring the reactive strength index and drop jump

- performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 253–258. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08195-1>
- Hernández-Belmonte, A., Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., & Pino-Ortega, J. (2019). Validity and reliability of an inertial device (WIMU PRO TM) to quantify physical activity level through steps measurement. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(4), 587–592. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08059-3>
- López-Valenciano, A., Raya-González, J., Garcia-Gómez, J. A., Aparicio-Sarmiento, A., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M., & Ayala, F. (2021). Injury Profile in Women's Football: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 51(3), 423–442. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01401-w>
- Molina, A. P., & Pons, T. C. (2021). Strength training in relation to injury prevention in professional and semi-professional women's football: A systematic review. *Apunts Sports Medicine*, 56(209). <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2020.100342>
- Padua, D. A., DiStefano, L. J., Beutler, A. I., De La Motte, S. J., DiStefano, M. J., & Marshall, S. W. (2015). The landing error scoring system as a screening tool for an anterior cruciate ligament injury-prevention program in elite-youth soccer athletes. *Journal of Athletic Training*, 50(6), 589–595. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.10>
- Padua, D. A., Marshall, S. W., Boling, M. C., Thigpen, C. A., Garrett, W. E., & Beutler, A. I. (2009). The Landing Error Scoring System (LESS) is a valid and reliable clinical assessment tool of jump-landing biomechanics: The jump-ACL Study. *American Journal of Sports Medicine*, 37(10), 1996–2002. <https://doi.org/10.1177/0363546509343200>
- Sadigursky, D., Braid, J. A., De Lira, D. N. L., Machado, B. A. B., Carneiro, R. J. F., & Colavolpe, P. O. (2017). The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: A systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13102-017-0083-z>
- Santamaria, L. J., & Webster, K. E. (2010). The effect of fatigue on lower-limb biomechanics during single-limb landings: A systematic review. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(8), 464–473. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3295>
- Shultz, S. J., Schmitz, R. J., Cone, J. R., Henson, R. A., Montgomery, M. M., Pye, M. L., & Tritsch, A. J. (2015). Changes in fatigue, multiplanar knee laxity, and landing biomechanics during intermittent exercise. *Journal of Athletic Training*, 50(5), 486–497. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-49.5.08>
- Smeets, A., Vanrenterghem, J. O. S., Staes, F., & Verschueren, S. (2019). Match Play-induced Changes in Landing Biomechanics with Special Focus on Fatigability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(9), 1884–1894. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001998>
- Stanton, R., Wintour, S. A., & Kean, C. O. (2017). Validity and intra-rater reliability of MyJump app on iPhone 6s in jump performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(5), 518–523. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.09.016>
- Waldén, M., Hägglund, M., Werner, J., & Ekstrand, J. (2011). The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): A review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19(1), 3–10. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1172-7>
- Zago, M., Bertozzi, F., Salaorni, F., Brunetti, C., Gatti, A., Sforza, C., & Galli, M. (2021). *Fatigue alters turns kinematics in female soccer players*. 3, 2021.

ANEXOS

Tabla 1. Ítems tabla evaluación del LESS

Ítems Landing Error Scoring System	Definición Operativa del Error	Puntuación
Flexión de rodilla: contacto inicial	La rodilla se flexiona menos de 30° en el contacto inicial	0=Ausente 1=Presente
Flexión de cadera: contacto inicial	El muslo está en línea con el tronco en el contacto inicial	0=Ausente 1=Presente
Flexión de tronco: contacto inicial	El tronco está vertical o extendido sobre las caderas en el contacto inicial	0=Ausente 1=Presente
Flexión de tobillo: contacto inicial	El pie aterriza de talón a punta o con el pie plano en el contacto inicial	0=Ausente 1=Presente
Posición medial de rodilla: contacto inicial	El centro de la rótula es medial a la parte media del pie en el contacto inicial	0=Ausente 1=Presente
Flexión lateral del tronco: contacto inicial	La línea media del tronco se flexiona hacia el lado izquierdo o derecho del cuerpo en el contacto inicial	0=Ausente 1=Presente
Anchura de la posición: ancho	Los pies están situados más separados que el ancho de los hombros (protuberancia del acromion) en el contacto inicial	0=Ausente 1=Presente
Anchura de la posición: estrecho	Los pies están situados mas cerrados que el ancho de los hombros (protuberancia del acromion) en el contacto inicial	0=Ausente 1=Presente
Posición de los pies: rotación externa	El pie está rotado externamente más de 30° entre el contacto inicial y la máxima flexión de rodilla	0=Ausente 1=Presente
Posición de los pies: rotación interna	El pie está rotado internamente más de 30° entre el contacto inicial y la máxima flexión de rodilla	0=Ausente 1=Presente
Simetría en el contacto de los pies inicial: contacto inicial	Un pie cae antes que el otro o 1 pie cae de talón a punta y el otro cae de punta a talón	0=Ausente 1=Presente
Desplazamiento en la flexión de rodilla	La rodilla se flexiona menos de 45° entre el contacto inicial y la flexión máxima de rodilla	0=Ausente 1=Presente
Desplazamiento en la flexión de cadera	El muslo no se flexiona más sobre el tronco entre el contacto inicial y la flexión máxima de la rodilla	0=Ausente 1=Presente
Desplazamiento en la flexión de tronco	El tronco no flexiona más entre el contacto inicial y la flexión máxima de la rodilla	0=Ausente 1=Presente
Desplazamiento medial de la rodilla	En el punto de la posición medial máxima de la rodilla, el centro de la rótula es medial a la parte media del pie	0=Ausente 1=Presente
Desplazamiento articular	Suave: el participante muestra una gran cantidad de desplazamiento del tronco, cadera y rodilla.	0=Suave 1=Media 2=Rígida
	Media: el participante tiene algo, pero no una gran cantidad de desplazamiento de tronco, cadera y rodilla.	
	Rígida: el participante pasa por muy poco, o ningún desplazamiento del tronco, cadera y rodilla.	
Impresión general	Excelente: el participante muestra una caída suave sin movimiento en el plano frontal o transversal. Media: el resto de las caídas.	0=Excelente 1=Media 2=Pobre
	Pobre: el participante muestra un gran movimiento en el plano frontal o transversal, o el participante muestra una caída rígida con algo de movimiento en el plano frontal o transversal.	