

Aplicabilidad del software move2perform para identificar riesgo de lesión en deportistas universitarios Applicability of move2perform software to identify risk of injury in university athletes

*Diana Alexandra Camargo Rojas, *Brian Alejandro Cañón, **Dario Mendoza Romero

*Universidad Nacional de Colombia (Colombia), ** Universidad Santo Tomás (Colombia)

Resumen. En los últimos 20 años con el aumento de la práctica deportiva, se ha presentado un ascenso en la presencia de lesiones deportivas, en el deporte universitario. El presente estudio busca determinar la aplicabilidad del software Move2Perform para identificar el riesgo de lesión sin contacto (LsC) de miembros inferiores (MMII) en deportistas masculinos de tres selecciones universitarias. Se realizó un estudio de cohorte prospectivo en 22 hombres; durante un mes se recolectaron datos de las variables necesarias para el software, luego se realizó una vigilancia de lesiones de miembro inferior durante tres meses; al finalizar el seguimiento se insertaron los datos en el software obteniendo la categorización de riesgo, y se compararon con la lesión real. Como resultados se encontró que el 64% de los deportistas que se ubicaron en la categoría de déficit sustancial presentan (RR riesgo relativo) 2,69 veces más probabilidad de sufrir una LsC en el miembro inferior. Para el Functional movement screen (FMS) se calculó un RR=1,32 tanto para el puntaje compuesto ≤ 14 como para la asimetría en ≥ 2 subpruebas. Para el Y balance test el RR del alcance anterior fue de 0,85; para el alcance postero medial de 0,93 y para el alcance postero lateral igual a 1,22. El software presentó una sensibilidad del 100% y una especificidad del 21,4%. En conclusión el software es de fácil aplicación y de bajo costo, siendo una herramienta que puede incluirse en los programas de prevención de lesiones, con una alta sensibilidad para detectar el riesgo.

Palabras clave: Traumatismos en Atletas; Dolor Musculoesquelético; Extremidad Inferior, Factores de Riesgo; Programas Informáticos.

Abstract. In the last 20 years, with the increase in sports practice, there has been an increase in sports injuries in university sports. The objective of the present study to determine the applicability of software to identify the risk of injury without contact of the lower limbs in male athletes from three university teams. A prospective cohort study, carried out in 22 men, began with a month of data collection of the variables necessary for the software, then surveillance of lower limb injuries was carried out for three months; At the end of the follow-up, the data were inserted into the software, obtaining the risk categorization and compared with the real injury. As results, it was found that 64% of the athletes were located in the category of substantial deficit; they were 2.69 (RR Relative risk) times more probability to suffer a non-contact injury in the lower limb. A RR = 1.32 was calculated for the functional movement screen for the composite score ≤ 14 and the asymmetry in ≥ 2 subtests. Balance test for the Y the RR of the previous range was 0.85; 0.93 for the posteromedial reach, and 1.22 for the posterolateral reach. The software presented a sensitivity of 100% and a specificity of 21.4%. In conclusion the software is easy to apply and inexpensive, being a tool that can be included in injury prevention programs, with a high sensitivity to detect the risk.

Keywords: Athletic Injuries, Musculoskeletal Pain; Lower Extremity, Risk Factors; Software.

Fecha recepción: 25-04-22. Fecha de aceptación: 27-07-23

Diana Alexandra Camargo Rojas
dacamargor@unal.edu.co

Introducción

Diferentes investigadores han intentado identificar los factores de riesgo de lesiones musculoesqueléticas en atletas universitarios a fin de reducir la cantidad de lesiones sin contacto (LsC), los costos asociados a la atención médica y el aumento del tiempo de incapacidad (Dick et al., 2007). Además, el 50% de todas las lesiones afectan los MMII (Hootman et al., 2007), las cuales pueden estar asociadas a mecanismos de LsC, como por ejemplo movimientos que incluyen correr, girar, estirarse y aterrizar, donde el control neuromuscular alterado, el déficit en el control inter e intramuscular, el control de tronco y el balance dinámico pueden ser causas.

Es por esto que Casáis (2008) plantea, que una de las medidas para prevenir las lesiones es realizar una valoración inicial que incluya análisis postural y desequilibrios artromusculares, debido a que las lesiones deportivas se asocian a afectaciones del aparato locomotor. En atletas universitarios algunos factores de riesgo musculoesqueléticos intrínsecos están relacionados con: lesiones previas, deficiencias en el índice de masa corporal, alteraciones en la flexibilidad articular, patrones de movimiento deficientes, asociados a alteraciones en el aprendizaje y control motor.

Se identifican tres factores generales que predominan en el riesgo de ocurrencia de lesión: técnicas incorrectas en el entrenamiento, equipamientos inadecuados, anormalidades biomecánicas y antropométricas, sin negar la naturaleza multifactorial de las lesiones deportivas. A partir de estos factores se hace énfasis en dos instrumentos que identifican factores intrínsecos e inherentes al movimiento, el Functional Movement Screening (FMS) y el Y-Balance Test (YBT), que se han propuesto en diferentes investigaciones como pruebas para determinar el riesgo de lesión; si bien las lesiones son multicausales, los factores intrínsecos y especialmente la medición de las variables funcionales del movimiento, junto con modelos de predicción, pueden estimar con éxito el riesgo de lesión. Así mismo se han realizado estudios que han incluido variables anatómicas como el ángulo de rodilla y variables funcionales del salto como la potencia y el aterrizaje (San Martín et al, 2021).

A partir de lo anterior, se presta atención a un estudio realizado por Lehr et al., 2013, en el cual los investigadores plantearon la hipótesis, que un algoritmo de predicción de lesiones que incorpora el rendimiento en dos pruebas fiables (FMS y Y-BT), la información demográfica y los antecedentes de lesiones, pueden categorizar con precisión el riesgo

de LsC de los MMII. Esta herramienta fue validada en atletas universitarios estadounidenses de diferentes deportes encontrando para los categorizados en alto riesgo 3.4 veces más probabilidad de lesionarse (IC 95%: 2.0 a 6.0).

Dicha herramienta denominada Move2Perform (M2P) es un software de medición y análisis de movimiento que identifica los déficits y el riesgo de lesión, la cual ha sido estudiada con resultados positivos en los Estados Unidos. La aplicación del M2P permite la toma de decisiones seguras, basadas en la evidencia sobre el rendimiento deportivo, lo cual contribuye al retorno seguro al deporte después de una lesión. Es una aplicación informática que sintetiza los resultados de pruebas validadas (Y-BT y FMS) para calcular el estado musculoesquelético del sujeto, especificando la edad, género y deporte del individuo, mediante el uso de un algoritmo con 16 años de investigación (Hootman et al., 2007). A pesar de existir otras herramientas para la predicción de la lesión como el Landing Error Scoring System (LESS), el M2P es una herramienta que incluye otros patrones de movimiento, que están involucrados en diferentes gestos deportivos.

Es por esto que el presente artículo busca determinar la aplicabilidad del software M2P para identificar riesgo de LsC de MMII en deportistas masculinos de fútbol, levantamiento de pesas y atletismo de selecciones universitarias.

Materiales y Método

Estudio con enfoque cuantitativo, de tipo cohorte, que contó con la participación de 22 hombres estudiantes universitarios de 18 a 25 años, pertenecientes a las selecciones deportivas de una universidad pública en Bogotá, Colombia, en las disciplinas de fútbol, atletismo y levantamiento de pesas, durante el primer semestre de 2019. Debido a que las características de las lesiones deportivas son diferenciales entre hombres y mujeres, dadas las condiciones morfológicas, el presente estudio considero una cohorte homogénea de hombres, que permitió comprender de mejor manera el fenómeno de estudio.

Participantes

El estudio incluyó la totalidad de deportistas de tres selecciones deportivas universitarias, las disciplinas se escogieron según la lista de deportes del programa M2P y las de mayor prevalencia según el perfil epidemiológico de lesión deportiva de la universidad (Escorcía, 2015). Los participantes firmaron un consentimiento informado antes de iniciar el estudio.

Los criterios de inclusión fueron: ser estudiante activo de la universidad durante el primer semestre 2019, pertenecer al programa de deporte de competencia del área de actividad física y deporte, y estar autorizado por el entrenador para la práctica deportiva. Como criterios de exclusión: tener restricción médica para la práctica deportiva, no pertenecer oficialmente a las selecciones y presentar lesiones por contacto antes de iniciar el seguimiento.

Variables de Estudio

Con el fin de dar cumplimiento al objetivo del estudio, se consideraron las siguientes variables, las cuales fueron medidas por medio de diferentes instrumentos.

Lesión deportiva en miembros inferiores sin contacto

La lesión es entendida como cualquier daño (incluido el uso excesivo o condiciones crónicas) causado por un mecanismo que no sea una fuerza externa directa (Lehr et al., 2013), en cualquiera de las dos extremidades que se encuentran unidas al tronco a través de la pelvis mediante la articulación de la cadera (desde la cadera hasta el pie); que a su vez causa una sensación inmediata de dolor, incomodidad o pérdida de funcionamiento que tiene una intensidad y calidad que hace que el atleta interprete la sensación como discordante con el funcionamiento normal del cuerpo (Timpka et al., 2014) y resulta en uno o más días perdidos de participación en actividades deportivas (Lehr et al., 2013). Esta variable es considerada la variable dependiente, la cual fue monitorizada a lo largo del seguimiento de los deportistas, realizando una notificación en la ficha de reporte de lesión diseñada en el presente estudio (Ver Figura 1).

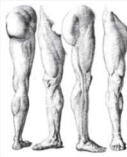
FICHA DE REPORTE DE POSIBLES LESIONES DEPORTIVAS													
INSTRUCCIONES: Si cree o siente que sufrió algún tipo de lesión, por favor diligencie este formato. Responda las siguientes preguntas marcando con una (x) SI o NO según corresponda.													
Nombre		Fecha del evento			Celular								
Documento identidad		Fecha de reporte											
Deporte		1. ¿La lesión o molestia fue causada por golpe contra otro jugador u objeto? SI NO											
Lugar de la lesión o molestia (marque con una x)		Derecha				Izquierda							
													
2. Hematoma (moretón)		SI	NO	3. Inflamación (hinchazón)		SI	NO	4. Deformidad		SI	NO		
5. Sensación de debilidad		SI	NO	6. Califique el dolor actual (0= nada; 10= máximo)		0	1 a 3	4 a 6	7 a 10	9. Fue necesario parar actividad deportiva		SI	NO
7. Inestabilidad articular		SI	NO	5. Pérdida en la movilidad normal		SI	NO						

Figura 1. Ficha de reporte de posible lesión, consigna la identificación de sujeto evento, usa ítems con signos y síntomas comunes en lesión musculoesquelética.

Fuente: Cañon y Anzola, 2023.

Riesgo de lesión

Esta variable entendida como el riesgo de ocurrencia de lesión musculoesquelética de miembro inferior, es considerada la variable independiente del presente estudio y fue determinada a través del software Move2perform (M2P), el Functional Movement Screen (FMS) y el Y Balance Test (YBT), empleando protocolos publicados que mostraron buena fiabilidad para YBT-LQ (Y Balance Test Lower Quarter) (Plisky et al., 2009) y FMS (Minick et al., 2010).

El Software M2P es una herramienta de análisis y medición del movimiento que identifica los déficits y el riesgo de lesiones otorgando un nivel de riesgo leve, moderado y sustancial, desarrollada en Estados Unidos. Esta herramienta se validó a partir de un estudio prospectivo desarrollado por Lehr et al., (2013), quienes en su estudio implementaron el algoritmo para determinar el riesgo de lesión en deportistas. Este programa puede ser adquirido durante el tiempo que los usuarios lo requieran; en la página oficial de los creadores <https://www.move2perform.com/>, se encuentran

las instrucciones para su uso, artículos científicos y las diferentes aplicaciones que ha tenido el programa.



Figura 2. Y balance Test para miembros inferiores.

Por su parte, el protocolo YBT-LQ, el cual se considera la versión corta del Star Excursion Balance Test (SEBT), requiere que cada atleta mantenga el control de la postura con apoyo en una sola extremidad mientras realiza alcances con la extremidad inferior libre en las direcciones anterior, posteromedial o posterolateral, y luego regresa a la posición inicial. La distancia de alcance alcanzada se mide leyendo la cinta métrica en centímetros en el borde cercano del indi-

gador de alcance, en el punto más distal del pie. Para comparar los resultados entre los atletas, la distancia de alcance se normalizará a la longitud real de la extremidad inferior, medida desde el aspecto más inferior de la espina ilíaca anterosuperior hasta el aspecto más distal del maléolo medial. Se realizan tres ensayos para cada una de las tres direcciones de alcance, sin calzado, primero en dirección anterior con el pie derecho como apoyo (alcance anterior derecho), luego con el pie izquierdo como apoyo (alcance anterior izquierdo), se realiza el mismo procedimiento con la dirección posteromedial y luego con la posterolateral. Se utilizó el promedio de los tres ensayos en la prueba para el análisis en el software (Figura 2).

El FMS es una prueba compuesta por siete movimientos fundamentales que clasifican patrones de movimiento fundamentales que requieren flexibilidad, movilidad y estabilidad (Cook, Burton y Hoogenboom, 2006). Se ha demostrado que el FMS tiene una confiabilidad de buena a excelente entre evaluadores principiantes y expertos para todos los componentes tanto intra-evaluador como inter-evaluador (ICC = 0.74–0.81) e (ICC = 0.89–1) respectivamente (Kraus, 2014; Alfonso-Mora 2017). Los siete patrones de movimiento fundamentales del FMS son sentadilla profunda, paso vallado, embestida en línea, movilidad del hombro, levantamiento activo de la pierna estirada, flexión de la estabilidad del tronco y estabilidad rotatoria. Cada movimiento fundamental se puntúa individualmente de 0 a 3 utilizando criterios de puntuación con un puntaje total posible compuesto de 21 puntos. (Cook, Burton y Hoogenboom, 2006; Minick et al, 2010; Kraus, 2014).

Tanto para el FMS como el YBT, se tuvieron en cuenta los siguientes puntajes y mediciones descritas en la siguiente tabla. (Tabla 1)

Tabla 1.
Puntajes y medidas específicas del FMS y YBT-LQ

Puntaje o Medida	Definición	Naturaleza	Unidad de medida	Índice
Puntaje compuesto Y-balance test	Promedio en centímetros de las distancias de alcance máximo normalizada en cada dirección	cuantitativa- continua	Centímetros	Punto de corte de riesgo basado en: Género, deporte y nivel de competencia
Asimetría en Y- balance test	Diferencia en la calificación obtenida entre cada hemisuperficie	cuantitativa- continua	Centímetros	Asimetría derecha y/o izquierda en la dirección de alcance >4cm
Puntaje compuesto Functional Movement Screen	Sumatorio total de la puntuación obtenida en el FMS	cuantitativa- discreta	Números enteros	Puntaje ≤ 14
Asimetría en Functional Movement Screen	Diferencia en la calificación obtenida entre cada hemisuperficie en los sub-test del FMS	cuantitativa- discreta	Números enteros	Asimetría derecha y/o izquierda en cualquiera de cinco pruebas FMS bilaterales

Elaboración propia.

Por último, la variable incluida para determinar el riesgo de lesión, es la presencia de Dolor, la cual fue considerada como una variable dicotómica, que fue registrada con respuestas de SÍ y NO en el programa M2P.

Variables intervinientes

Algunas variables como edad, modalidad deportiva, sexo (Hombre y mujer) y la presencia de lesión previa, fueron empleadas para determinar el riesgo de lesión en el Programa, M2P y en los análisis estadísticos los cuales se plantearon con diseños estratificados con el fin de determinar la relación entre la aparición de la enfermedad y estas variables

de caracterización de la población. Adicionalmente, se incluyó el número de lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento como una variable secundaria que se reporta en diferentes estudios, y es de interés en el análisis de prevalencia de lesiones deportivas.

Procedimiento

La metodología de esta investigación fue dividida en cinco fases (Figura 3), con una duración total de cuatro meses, correspondientes al semestre académico 2019-1. Se resalta que todas las selecciones se encontraban en un periodo de pre-competencia, con competencias amistosas esporádicas.

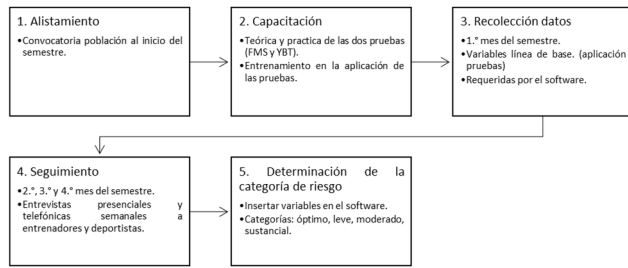


Figura 3. Fases de la investigación, describe el proceso de la investigación en fases y orden cronológico

En la fase tres de recolección de datos, las variables de línea de base hacen referencia el resultado obtenido en las pruebas FMS y YBT, además, fecha de nacimiento, género, deporte, lesión en los últimos 6 meses, dolor actual, dolor en alguna de las pruebas.

Dentro de la fase cuatro de seguimiento, es importante mencionar, que el mecanismo de lesión se determinó a través de entrevistas con entrenador y deportista por vía telefónica o personalmente, se registró la información en una ficha diseñada (Figura 1) con información como la fecha de la lesión, el tiempo perdido en la participación deportiva, la localización, nivel de dolor, presencia de signos y síntomas que advierten una posible lesión.

En la última fase, se usaron las variables de línea de base en el software, clasificando a los participantes en cuatro categorías: óptimo, leve, moderado, sustancial, ordenadas de menor a mayor riesgo de sufrir una lesión sin contacto en MMII.

Consideraciones Éticas

El presente estudio sigue los principios y lineamientos propuestos por la Declaración de Helsinki y la resolución 8430 de 1993, resolución colombiana que rige la investigación en seres humanos. Adicionalmente, cuenta con la revisión y aprobación del comité de ética de la Facultad de medicina de la Universidad Nacional de Colombia acta N.º. 014-172.

Análisis de Datos

Los datos se discriminan por deporte para reportar los estadísticos descriptivos, sin embargo para determinar el riesgo relativo, RR y su respectivo intervalo de confianza al 95% de la lesión por componente evaluado en el software, fue necesario dicotomizar la categoría M2P, FMS compuesto, FMS asimetría, YBT anterior, YBT posteromedial y YBT posterolateral y cruzarla con los datos de lesión real para todos los grupos, ya que si se discrimina por deporte no es posible calcular los riesgos relativos al quedar casillas en 0. Cada tabla se presenta con su respectiva frecuencia y porcentaje con el ánimo de determinar la sensibilidad y especificidad. Los datos fueron analizados en el software IBM-SPSS versión 28 (Licencia Universidad Santo Tomás).

Resultados

El total de deportistas en las selecciones fue de 34, el 53% de fútbol, 23,5% de atletismo y 23,5% de levantamiento de pesas. Asiste el 65% a la toma de datos, todos cumplieron con los criterios de inclusión, firmaron consentimiento informado, completaron las pruebas y el seguimiento, dos fueron excluidos al final del seguimiento por presentar lesión por contacto. (Figura 4)

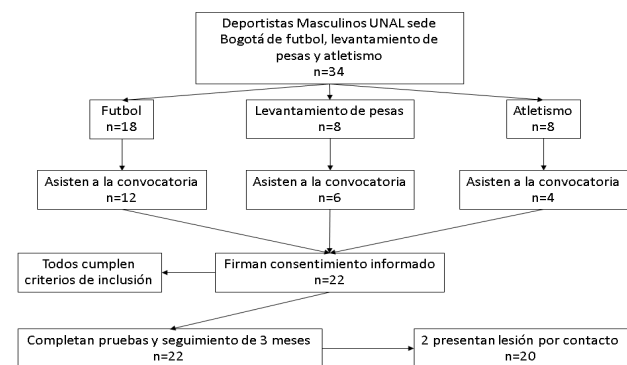


Figura 4. Flujo de la población participante en el presente estudio.

Los siguientes resultados corresponden a las variables iniciales del M2P. (Tabla 2)

Tabla 2.

Características de la población según los criterios de Move2Perform, en deportistas universitarios de fútbol, levantamiento de pesas y atletismo, Bogotá, Colombia

Variables	Atletismo		Fútbol		Levantamiento de pesas	
	\bar{x} / n	s / %	\bar{x} / n	s / %	\bar{x} / n	s / %
Edad	21.75	2.06	21.09	2.30	21.40	1.14
Lesión previa < 6 meses	Si	0	3	27.3%	0	0.0%
	No	4	8	72.7%	5	100.0%
Dolor al momento de la prueba	Si	1	4	36.4%	3	60.0%
	No	3	7	63.6%	2	40.0%
FMS puntaje compuesto	17.25	1.71	13.55	1.44	14.60	1.52
FMS número asimetrías	1.75	0.5	2.27	1.01	2.2	0.84
Diferencia AT-YBT	3.58	2.00	2.47	2.35	2.88	3.13
Diferencia PM-YBT	4.35	5.05	4.42	1.89	7.26	4.72
Diferencia PL-YBT	7.25	6.45	4.25	3.14	4.34	1.78

Nota: \bar{x} = media. s = desviación estándar. n = frecuencia. % = porcentaje. FMS (Functional Movement Screening). YBT (Y- Balance Test). unidades expresadas en cm.

Los participantes tenían una edad entre 18 a 25 años. Con relación al reporte de lesiones en los últimos 6 meses, fútbol reportó el 100% de los casos, todas en MMII. En la

variable presencia de dolor al momento de presentar las pruebas, el 40% respondió de forma afirmativa, del cual el 50% corresponde a fútbol, 37,5% a levantamiento de pesas

y 12,5% a atletismo, dichas molestias se caracterizan por estar localizadas: tres en miembros superiores, cuatro en MMII y una en la región lumbar.

Al analizar la FMS se encontró que fútbol fue el único que obtuvo una puntuación menor a 14, presentando el mayor riesgo de lesión. Otro punto importante al momento de analizar la FMS es la asimetría entre hemicuerpos, en promedio se presentó 2,15±0,88 pruebas con asimetría por sujeto; se observó que fútbol y levantamiento de pesas presentaron en promedio un número mayor a 2, dejando atletismo como la selección con un número menor a 2 en riesgo de asimetría.

Otra variable es el YBT, se encontró que el alcance Anterior (AT) fue el único con una diferencia promedio total mayor a 4cm, siendo la dirección con menor riesgo teórico.

Tabla 3.

Categoría de riesgo con el M2P, reporte de lesión reportado, horas de entrenamiento y tasa de lesión por horas de entrenamiento, según selección deportiva

		Fútbol	Levantamiento pesas	Atletismo	Total
Categorías de riesgo move2perform	Sustancial	9	3	1	13
	Moderado	0	1	3	4
	Leve	2	1	0	3
	Óptimo	0	0	0	0
Reporte de lesión sin contacto, horas de entrenamiento e incidencia	Reporte de lesión sin contacto Horas de entrenamiento	4 96	1 144	1 120	6 360
	Lesión por cada 1000 h de entrenamiento	41.67	6.94	8.33	16.67

A partir del seguimiento de 12 semanas se obtuvieron seis lesiones sin contacto; de estas lesiones fútbol aportó el 66%, atletismo y levantamiento de pesas aportaron cada uno 17%. Solo se reportaron dos lesiones por contacto en fútbol y levantamiento de pesas. La selección con mayor tasa de lesión fue fútbol con 41,67 lesiones por cada mil horas de entrenamiento; le sigue atletismo con 8,33 lesiones y por último levantamiento de pesas con 6,94 lesiones.

Se observó que el 100% de las lesiones sin contacto fueron reportadas en las últimas 5 semanas del periodo de seguimiento y todas se ubicaron en MMII, 2 sujetos reportaron lesión en rodilla, 2 en tobillo, 1 en rodilla y tobillo, y 1 en ingle; las lesiones afectaron en igual medida a cada hemicuerpo. Según el tipo de tejido lesionado 3 fueron ligamentarias, dos óseas y una tendinosa. Con relación a los signos y síntomas, la pérdida de movilidad y la sensación de debilidad fueron los más recurrentes. Para dolor, cinco sujetos lo calificaron de 4 a 6 y uno de 7 a 10 en la escala visual análoga del dolor.

El tiempo promedio general de cese de práctica deportiva fue 11,5±9,31 días, el 50% presentaron 10 o más días, los 27 días, corresponde al único sujeto que presentó lesión en dos zonas (rodilla y tobillo). El 50% de los sujetos recibieron diagnóstico médico, encontrando una callosidad ósea en tobillo, un esguince de cuello de pie de primer grado y una pubalgia; los otros 3 no consultaron, pero se realizó una impresión diagnóstica por parte de un fisioterapeuta, se encontró un posible esguince grado uno en tobillo, una posible distensión de ligamento lateral externo de rodilla y un posible rozamiento patelofemoral.

Estadísticos para la Aplicabilidad del M2P

Ahora se presentan los resultados de asociación/riesgo,

Según el deporte, atletismo presentó el mayor riesgo, registró el valor más cercano a 4 cm en el alcance AT y supera este valor en el alcance PL y PM.

La siguiente variable es la presencia de dolor en alguna de las pruebas realizadas, 6 sujetos respondieron afirmativamente, todos de fútbol; la prueba de levantamiento de pierna activo presentó el 50%; según la zona corporal el dolor se ubicó en los MMII con el 66,7%.

Posterior al registro de las variables en el software, se obtuvo la categorización del riesgo de LsC, el 65% de los deportistas se ubicaron en la categoría de mayor riesgo, 20% en la categoría de déficit moderado y 15% en la categoría de leve; nadie logró la calificación de óptimo. Según deporte, en fútbol el 81,82% se ubicó en sustancial; en levantamiento de pesas el 60%; para atletismo el 25% (Tabla 3).

sensibilidad y especificidad. En la Tabla 4 se presenta el cruce entre las categorías arrojadas por el software y la ocurrencia de LsC.

Tabla 4.

Categoría de riesgo definida por el M2P y la lesión real reportada por los deportistas

M2P	Lesión real				Total	
	Sí		No		n	%
	n	%	n	%		
Leve	0	0.0	3	21.4	3	15
Moderado	1	16.7	3	21.4	4	20
Sustancial	5	83.3	8	57.1	13	65
Total	6	100	14	100	20	100

Nota: n = frecuencia. % = porcentaje.

Se recategorizaron las variables M2P para que fueran nominales, agrupando la categoría sustancial y moderada en una y dejando leve en otra, además, teniendo en cuenta que ningún participante se clasificó en la categoría de óptimo (Tabla 5).

Tabla 5.

Re- categorización del riesgo definida por el M2P y la lesión real reportada por los deportistas

M2P	Lesión real				Total	
	Sí		No		n	%
	n	%	n	%		
Leve	0	0.0	3	21.4	3	15
Moderado - Sustancial	6	100	11	78.6	17	85
Total	6	100	14	100	20	100

Nota: n = frecuencia. % = porcentaje.

Se obtiene una sensibilidad del 100% y una especificidad del 21,4%. (Tabla 5). El riesgo relativo para no tener lesión, teniendo en cuenta que no hay casos con lesión, corresponde a 1,54 (IC95% 1,08 a 2,19).

Así mismo, se calculó el riesgo relativo; para ello fue

necesario re-categorizar nuevamente la variable M2P debido a que ninguno de los sujetos categorizados en leve presentó lesión, dejando sustancial como el riesgo más alto y agrupando moderado y leve en el riesgo bajo (Tabla 6). Se obtuvo que los deportistas clasificados en sustancial tienen 2,69 veces más probabilidad de sufrir una LsC en MMII (IC95%= 0.38 a 18.74).

Tabla 6.
Segunda Re- categorización del riesgo definida por el M2P y la lesión real reportada por los deportistas

M2P	Lesión real				Total	
	Sí		No		n	%
	n	%	n	%		
Sustancial	5	0.0	8	21.4	13	65
Leve - Moderado	1	100	6	78.6	7	35
Total	6	100	14	100	20	100

Nota: n = frecuencia. % = porcentaje.

Estadísticos para FMS y YBT

También se realizó el cálculo de riesgo relativo para las dos pruebas principales que componen el M2P, el primero es el FMS, se tomaron en cuenta dos puntos de corte, el puntaje compuesto de ≤ 14 y la cantidad de pruebas con asimetría ≥ 2 . El RR para la puntuación compuesta y lesión real fue de 1,32 sin embargo, no alcanzó la significancia, teniendo en cuenta que los intervalos de confianza pasan por 1 (IC95% 0.31 a 5.64); para el FMS asimetría y lesión real el RR tampoco fue significativo 0.66 (IC95% 0.17 a 2.60), ver Tabla 7.

Tabla 7.
Puntaje compuesto y número de asimetrías FMS y la lesión real reportada por los deportistas

Variables		Lesión real				Total	
		Sí		No		n	%
		n	%	n	%		
FMS puntaje compuesto	≤ 14	4	66.7	8	57.1	12	60
	> 14	2	33.3	6	42.9	8	40
	Total	6	100	14	100	20	100
FMS asimetría	≤ 2	4	66.7	11	78.6	15	75
	> 2	2	33.3	3	21.4	5	25
	Total	6	100	14	100	20	100

Nota: n = frecuencia. % = porcentaje

Tabla 8.
Resultados obtenidos en el Y Balance Test (YBT) en el alcance anterior, postero medial y postero lateral, y la lesión real reportada por deportistas

Variables		Lesión real				Total	
		Sí		No		n	%
		n	%	n	%		
YBT anterior	< 4	4	66.7	10	71.4	14	70
	≥ 4	2	33.3	4	28.6	6	30
	Total	6	100	14	100	20	100
YBT posteromedial	< 4	2	33.3	5	35.7	7	35
	≥ 4	4	66.7	9	64.3	13	65
	Total	6	100	14	100	20	100
YBT posterolateral	< 4	3	50	6	42.9	9	45
	≥ 4	3	50	8	57.1	11	55
	Total	6	100	14	100	20	100

Nota: n = frecuencia. % = porcentaje

La segunda prueba es el YBT donde se utilizó el valor ≥ 4 cm de diferencia entre los alcances para predecir riesgo de lesión, se halló el riesgo relativo, pero no se encontró significancia en los riesgos relativos para la lesión real, RR anterior de 0.85 (IC95% 0.21 a 3.84), RR posteromedial de

0.93 (IC95% 0.22 a 3.86) y RR posterolateral 1.22 (IC95% 0.32 a 4.65), ver Tabla 8.

Discusión

Como fortalezas del M2P se destacan, su uso en campo, en un corto tiempo de aplicación y sin alterar el rendimiento deportivo; además, mostró con el presente estudio una alta sensibilidad, perfilándose como prueba tamiz, con un RR=2,69, para determinar el riesgo de LsC de MMII.

Igualmente, es importante mencionar que existe un único estudio que validó el M2P para categorizar riesgo de LsC en el miembro inferior (Lehr et al., 2013), realizado en 183 hombres y mujeres deportistas; donde 23% resultaron con LsC, mostrando una diferencia de 7% con el presente estudio (30%). De acuerdo con la severidad, Lehr y cols describen que el 64,3% fueron lesiones leves, 14,3% moderadas y 21,4% graves; al comparar dichos resultados con la presente investigación, 50% fueron leves, 33,3% fueron moderadas y 16,6% graves; comportándose de manera similar ambas investigaciones.

Para destacar la aplicabilidad del software en estudio, se hace necesario mencionar que la sensibilidad fue del 100%, y la especificidad del 21,4%. Lo anterior, pone esta prueba en una buena capacidad de detectar casos positivos, teniendo especial utilidad para identificar a aquellos individuos que tienen alguna patología, pero que todavía no presentan síntomas. Al no contar con estudios que presenten la sensibilidad del M2P se utiliza la sensibilidad y especificidad encontrada en las pruebas que lo componen, donde el FMS presenta una sensibilidad de 0,54 y especificidad de 0,91 (Kiesel y Plisky, 2007) y el YBT con la asimetría > 4 cm mostró una sensibilidad de 59% y especificidad de 72% (Smith et al., 2015).

Lo anterior permite afirmar que la sensibilidad que mayor aporta al M2P, es la asimetría del FMS y en la especificidad el puntaje compuesto del FMS, siendo un elemento que puede explicarse desde los análisis de movimiento, útiles para predecir lesiones, identificando limitaciones y asimetrías en los deportistas. De esta manera, para conseguir una calificación óptima en las pruebas, el sujeto debe integrar fuerza muscular, flexibilidad, coordinación, equilibrio y propiocepción (Pfeifer et al., 2019) en posiciones extremas de movilidad y estabilidad. Además, las siete pruebas del FMS evalúan diferentes aspectos y cualidades de múltiples zonas corporales.

Al profundizar en investigaciones prospectivas sobre FMS, en general postulan la puntuación compuesta ≤ 14 para riesgo de lesión; solo una cuenta con análisis de RR (Chalmers et al., 2017), y plantea que el puntaje compuesto ≤ 14 no aumentó sustancialmente el riesgo de lesión prospectiva (RR=1.1 [0.5–2.1]; $p=0.834$); en oposición, Kiesel y Plisky (2007) encontraron que un jugador aumentaría su probabilidad de sufrir una lesión grave en 15% cuando su puntaje FMS es ≤ 14 , así como Chalmers et al. (2017) quienes afirman que con < 14 y < 15 aumenta la probabilidad de lesión (OR=2.955).

Hotta et al., (2015) sostienen que el FMS compuesto no influyó significativamente en la incidencia de lesiones (OR=3.0, IC 95%=0.8–11.6, $p=0.10$). Ahora bien, también se tiene en cuenta el número de pruebas con asimetría en los hemicuerpos; Chalmers et al. (2017) determinó que la presencia de ≥ 2 subpruebas bilaterales asimétricas se asoció con un aumento en el riesgo de lesión prospectiva (RR=2.8; $p=0.003$); apoyando lo anterior, la presente investigación encontró para la asimetría un RR= 1,32 demostrando una asociación positiva para este factor. La importancia de la asimetría para la predicción de lesiones, radica en la existencia de asimetrías en la composición entre hemicuerpos, las cuales son comunes en los deportistas de elite junior, los deportistas tienden a tener una pierna o brazo preferido para realizar ciertos tipos de gestos, lo que contribuye al desarrollo de desequilibrios bilaterales; esto podría modificar la respuesta de los hemicuerpos a diferentes estímulos, excediendo los límites funcionales y seguros de un lado que es sobrepasado por el homólogo.

Al analizar los resultados del FMS por disciplina en esta investigación, la selección de fútbol obtuvo las peores calificaciones, tanto en el puntaje compuesto como en el número de asimetrías, puede deberse a que en los deportes de equipo en comparación con los deportes individuales se privilegia la táctica en comparación a la técnica, además, los atletas de fútbol fueron los únicos que presentaron dolor al realizar las pruebas del FMS que evalúa patrones de movimiento, siendo el dolor un determinante que varía la calidad de dichos patrones (Linek et al., 2019).

Con respecto a la prueba YBT estudios proponen el valor de 4 cm como factor que aumenta el riesgo de lesión (Smith et al., 2015; Brumitt et al., 2018; Ruffe et al., 2019) en el presente estudio se encontró que el mayor RR en los alcances fue para el posterolateral con 1.22 seguido del posteromedial con 0.93 y el anterior con un RR=0.85, ninguno de ellos significativos. Los resultados contrastan con Smith et al. (2015), encontrando que el alcance anterior se asoció significativamente con la LsC (odds ratio=2,33; intervalo de confianza del 95%=1,15-4,76). Así mismo, Ryu et al., (2019), afirman que la asimetría anterior fue mayor en el grupo de lesionados, que en no lesionados ($p=0.041$), y Ruffe et al., (2019) resaltan que si se tiene una diferencia de alcance ≤ 4 cm en el anterior se tiene 7 veces más posibilidades de sufrir una lesión (RR=7,2); en este mismo estudio se resalta el alcance PM con un RR=5,05, estos resultados son discordantes con la investigación desarrollada poniendo el alcance PM como los que dictan un mayor riesgo, a pesar de no encontrar significancia pero fue el único riesgo sobre 1.

Por el contrario, Brumitt et al., (2018) afirman que no se han encontrado relación entre el rendimiento de la prueba YBT-LQ y las futuras lesiones deportivas, atribuyen estos resultados a debilidades metodológicas de los estudios, ya que estos suelen incluir lesiones con y sin pérdida de tiempo, al igual que lesiones con o sin contacto. Otro factor es la heterogeneidad de la población, el periodo de vigilancia de lesión, el cual frecuentemente es solo por una

temporada y cambios en la metodología de aplicación del test como por ejemplo el mantener o no las manos sobre las caderas al momento de la prueba.

Al analizar los resultados del YBT por disciplina, en los alcances AT y PL, los deportistas de atletismo obtuvieron el desempeño más bajo, se atribuye a que estos deportistas están acostumbrados mantener una pequeña base de sustentación en la carrera, donde el tiempo de contacto en el suelo disminuye a medida que la velocidad es mayor (Rosa y Saorín, 2014) y el gesto es realizado frecuentemente en terrenos y uniformes en comparación de deportes como el fútbol. En el alcance PM, levantamiento de pesas se desempeñó muy por debajo de las dos otras disciplinas, se plantea que esta diferencia se debe a la técnica propia del deporte, caracterizada por una rotación externa para ampliar la base de sustentación (Quiroga, 2008), siendo el movimiento contrario que se requiere en el alcance posteromedial.

Con respecto a la lesión previa se sabe que es uno de los factores determinantes para la aparición de otra (Hägglund et al., 2006); en el presente estudio los tres sujetos que presentaron lesión fueron clasificados en nivel de riesgo alto, todos fueron de fútbol, pero solo uno reportó lesión real; éste manifestó que previamente presentó lesión meniscal en rodilla derecha, y el traumatismo real se presenta en la rodilla izquierda en la cara externa de la rodilla, lo que hace pensar en una recurrencia.

Por otro lado, revisando las incidencias de lesión de las tres disciplinas de estudio, fue evidente que fútbol es la selección con mayor número de lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento con 41,66; este dato es mayor a los hallazgos de otras investigaciones que van desde 9 lesiones según la UEFA (Cos et al., 2010), 12,5 en el fútbol alemán (Klein et al., 2020) y 24,9 en el brasileño (Netto et al., 2019). Con relación a la incidencia en atletismo, se encontró 8,33 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento ó 250 por cada 1000 deportistas similar al estudio de Edouard et al., (2020) quienes encontraron 235 lesiones por cada 1000 atletas hombres. Por otro lado, la tasa encontrada en el presente estudio para levantamiento de pesas, fue de 6,94 por cada 1000 horas de entrenamiento, lo que al contrastarlo con otra investigación es más del doble con un valor igual a 2.4 y 3.3 lesiones por cada 1000 horas de entrenamiento (Aasa et al., 2017).

Conclusiones

El M2P es una herramienta que puede ser fácilmente aplicada en campo, requiere de poco tiempo de aplicación y es de fácil acceso. No obstante, para su aplicación, en algunas pruebas que lo componen, como el FMS se requiere de experiencia y entrenamiento para su aplicación. La selección de las tres disciplinas da la oportunidad de poner a prueba la aplicabilidad del M2P tanto en deportes sin contacto (atletismo y levantamiento de pesas) como de contacto con una alta incidencia de lesión en MMII (fútbol). El software M2P mostró una alta sensibilidad siendo un software aplicable y útil para determinar el riesgo de sufrir LsC

de MMII. Así mismo, en los hallazgos del presente estudio, es relevante la alta incidencia de lesión presentada por los deportistas universitarios en comparación de los profesionales, siendo evidente la urgencia de tomar medidas preventivas.

Como limitaciones del presente estudio se encuentran el número de participantes que dificulta la extrapolación de los resultados, así como la asociación correcta entre las variables en estudio, y el tiempo de seguimiento el cual en varias investigaciones es una temporada competitiva, pero no es claro el tiempo concreto.

Agradecimientos

Agradecemos a la División de actividad física y deporte de la Universidad Nacional de Colombia la cual permitió el desarrollo de la investigación con las selecciones deportivas adscritas a la División. Así mismo, a los entrenadores y deportistas participantes, quienes hicieron posible que el presente estudio se llevara a cabo.

Conflicto de interés

Ninguno de los autores declara conflicto de interés.

Referencias

- Aasa U, Svartholm I, Andersson F, Berglund L. (2017) Injuries among weightlifters and powerlifters: a systematic review. *Br J Sports Med.* Feb;51(4):211–9. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096037
- Alfonso-Mora ML, López Rodríguez LM, Rodríguez Velasco CF, Romero Mazuera JA. Reproducibilidad del test Funcional Movement Screen en futbolistas aficionados. *Rev Andaluza Med del Deporte* [Internet]. 2017;10(2):74–8. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1888754616300934>
- Brumitt J, Nelson K, Duey D, Jeppson M, Hammer L. Pre-season Y Balance Test Scores are not Associated with Noncontact Time-Loss Lower Quadrant Injury in Male Collegiate Basketball Players. *Sports (Basel)*. 2018 Dec 24;7(1):4. doi: 10.3390/sports7010004.
- Casáis L. (2008) Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunt Med l'Esport* Jan 1;43:30–40. DOI: [http://10.0.3.248/S1886-6581\(08\)70066-5](http://10.0.3.248/S1886-6581(08)70066-5)
- Cañon B, Anzola A (2023). Capítulo 4. Estrategias para identificación de factores de riesgo de lesión en deporte convencional. Libro: Fisioterapia en prevención de lesiones deportivas: evidencia y práctica. ISBN: 978-958-505-162-1. Editorial Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Chalmers S, Fuller JT, Debenedictis TA, Townsley S, Lynam M, Gleeson C, et al. (2017) Asymmetry during preseason Functional Movement Screen testing is associated with injury during a junior Australian football season. *J Sci Med Sport.* Jul;20(7):653–7. DOI: 10.1016/j.jsams.2016.12.076
- Cook G, Burton L, Hoogenboom B. Pre-Participation Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function – Part 1. *N Am J Sports Phys Ther* [Internet]. 2006 May;1(2):62–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953313/>
- Cos F, Cos MÁ, Buenaventura L, Pruna R, Ekstrand J. (2010) Artículo especial: 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. *Anal Model Prev Sport Inj Epidemiol study Inj UEFA Model Footb.* 1;45:95–102. DOI: <http://10.0.3.248/j.apunts.2010.02.007>
- Dick R, Agel J, Marshall SW. (2007) National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Commentaries: Introduction and Methods. *J Athl Train*;42(2):173–82. En: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21714302/>
- Edouard P, Navarro L, Branco P, et al (2020) Injury frequency and characteristics (location, type, cause and severity) differed significantly among athletics (“track and field”) disciplines during 14 international championships (2007–2018): implications for medical service planning. *British Journal of Sports Medicine*;54:159–167. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2019-100717>
- Escorcía Gómez DC. (2015). Perfil epidemiológico de lesiones deportivas en la Universidad Nacional: una perspectiva desde el modelo multinivel de los determinantes en salud [Internet]. Universidad Nacional de Colombia. En: <http://www.bdigital.unal.edu.co/51641/1/diagnosticoinaescorciagomez.2015.pdf>
- Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. (2006) Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br J Sports Med* 23;40(9):767 LP – 772. DOI: 10.1136/bjism.2006.026609
- Hootman JM, Dick R, Agel J. (2007) Epidemiology of Collegiate Injuries for 15 Sports: Summary and Recommendations for Injury Prevention Initiatives. *J Athl Train* [Internet]. 2007;42(2):311–9. En: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17710181/>
- Hotta T, Nishiguchi S, Fukutani N, Tashiro Y, Adachi D, Morino S, et al. (2015) Functional Movement Screen for Predicting Running Injuries in 18- to 24-Year-Old Competitive Male Runners. *J strength Cond Res*;29(10):2808–15. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000962
- Kiesel K, Plisky PJ, Voight ML. (2007) Can Serious Injury in Professional Football be Predicted by a Preseason Functional Movement Screen? *N Am J Sports Phys Ther* Aug;2(3):147–58. En: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953296/>
- Klein, C., Luig, P., Henke, T. et al. (2020) Injury burden differs considerably between single teams from German

- professional male football (soccer): surveillance of three consecutive seasons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 28, 1656–1664
<https://doi.org/10.1007/s00167-019-05623-y>
- Kraus K, Schutz E, Taylor WR, Doyscher R. Efficacy of the functional movement screen: a review. *J strength Cond Res.* 2014 Dec;28(12):3571–84. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000556
- Lehr M., Plisky P., Butler R., Fink M., Kiesel K., Underwood F. (2013) Field-expedient screening and injury risk algorithm categories as predictors of noncontact lower extremity injury. *Scand J Med Sci Sports* Mar 20;23(4):e225–32. DOI: <https://doi.org/10.1111/sms.12062>
- Linek P, Booyens N, Sikora D, Stokes M. (2019) Functional movement screen and Y balance tests in adolescent footballers with hip/groin symptoms. *Phys Ther Sport.* Sep;39:99–106. DOI: 10.1016/j.ptsp.2019.07.002
- Minick KI, Kiesel KB, Burton L, Taylor A, Plisky P, Butler RJ. (2010) Interrater Reliability of the Functional Movement Screen. *J Strength Cond Res*;24(2). DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181c09c04.
- Netto DC, Arliani GG, Thiele ES, Cat MNL, Cohen M, Pagura JR. (2019) Prospective Evaluation of Injuries occurred during the Brazilian Soccer Championship in 2016. *Rev Bras Ortop.* May;54(3):329–34. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1692429>
- Pfeifer CE, Sacko RS, Ortaglia A, Monsma E V, Beattie PF, Goins J, et al. (2019) Functional movement screentm in youth sport participants: evaluating the proficiency barrier for injury. *Int J Sports Phys Ther.* Jun;14(3):436–44. En: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31681502>
- Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. (2009) The Reliability of an Instrumented Device for Measuring Components of the Star Excursion Balance Test. *N Am J Sports Phys Ther* May;4(2):92–9. En: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21509114/>
- Quiroga J. (2008) La técnica de los ejercicios de fuerza. *Sport Train.;*(España):38–43.
- Rosa A, Saorín G. (2014) Parámetros fisiológicos de la prueba de los 100 metros lisos de atletismo. *EF-Deportes.com, Rev Digit.*;18(Buenos Aires):189.
- Ruffe NJ, Sorce SR, Rosenthal MD, Rauh MJ. (2019) Lower quarter- and upper quarter y balance tests as predictors of running-related injuries in high school cross-country runners. *Int J Sports Phys Ther.* Sep;14(5):695–706. En: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31598407/>
- Ryu CH, Park J, Kang M, Oh JH, Kim YK, Kim Y Il, et al. (2019) Differences in lower quarter Y-balance test with player position and ankle injuries in professional baseball players. *J Orthop Surg (Hong Kong).*;27(1): DOI: 10.1177/2309499019832421
- San Martín Barra, C. M., Rojas Cabezas, G., & Troc Gajardo, J. (2021). Propuesta de modelo predictivo de riesgo de lesión en base a descriptores anatómicos y funcionales que se relacionan con la inestabilidad articular en rodilla y tobillo en jugadores de baloncesto no profesionales (Proposal of a predictive model of injury. *Retos*, 39, 257–263. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.76987>
- Smith CA, Chimera NJ, Warren M. (2015) Association of y balance test reach asymmetry and injury in division I athletes. *Med Sci Sports Exerc.*;47(1):136–41. DOI: 10.1249/MSS.0000000000000380
- Teyhen D, Shaffer S, Lorensen C, Halfpap J, Donfry D, Walker M, et al. The Functional Movement Screen: A Reliability Study. *J Orthop Sport Phys Ther [Internet].* 2012 Jun 1;42(6):530–40. Available from: <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3838>
- Timpka T, Jacobsson J, Bickenbach J, Finch CF, Ekberg J, Nordenfelt L. (2014) What is a sports injury? *Sports Med.*;44(4):423–8. DOI: 10.1007/s40279-014-0143-4