

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE FISIOTERAPIA

“RELACIÓN DEL ÁNGULO INCLINACIÓN DE PIE DURANTE LA CARRERA EN ÁRBITROS CON Y SIN LESIÓN DE RODILLA, TOBILLO Y PIE”

Requisito previo para optar por el Título de Licenciada en Fisioterapia

Modalidad: Artículo Científico

Autora: Torres Sandoval Diana Paola

Tutora: Lic Mg. Cedeño Zamora María Narciza

Ambato – Ecuador

Febrero 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Artículo Científico sobre el tema:

"**RELACIÓN DEL ÁNGULO INCLINACIÓN DE PIE DURANTE LA CARRERA EN ÁRBITROS CON Y SIN LESIÓN DE RODILLA, TOBILLO Y PIE**" desarrollado por Torres Sandoval Diana Paola,estudiante de la Carrera de Fisioterapia, considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a la evaluación de docentes calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, Febrero 2025

LA TUTORA

Firmado electrónicamente por:
MARIA NARCIZA CEDEÑO ZAMORA

Cedeño Zamora María Narciza

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo Original "**RELACIÓN DEL ÁNGULO INCLINACIÓN DE PIE DURANTE LA CARRERA EN ÁRBITROS CON Y SIN LESIÓN DE RODILLA, TOBILLO Y PIE**", como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de autoría y exclusiva responsabilidad de la compareciente, los fundamentos de la investigación se han realizado en base a recopilación bibliográfica y antecedentes investigativos

Ambato, Febrero 2025

LA AUTORA

Firmado electrónicamente por:
DIANA PAOLA TORRES SANDOVAL

Torres Sandoval Diana Paola

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Lic. Mg. Cedeño Zamora María Narciza con CC: 1801991645 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**RELACIÓN DEL ÁNGULO INCLINACIÓN DE PIE DURANTE LA CARRERA EN ÁRBITROS CON Y SIN LESIÓN DE RODILLA, TOBILLO Y PIE**", Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo Original o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo Original a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Febrero 2025

Firmado electrónicamente por:
MARIA NARCIZA
CEDEÑO ZAMORA

.....

Cedeño Zamora María Narciza

CC: 1801991645

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Torres Sandoval Diana Paola con Cedula N°1850093442 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**RELACIÓN DEL ÁNGULO INCLINACIÓN DE PIE DURANTE LA CARRERA EN ÁRBITROS CON Y SIN LESIÓN DE RODILLA, TOBILLO Y PIE**", Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo Original o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo Original a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, Febrero 2025


Firmado electrónicamente por:
DIANA PAOLA TORRES SANDOVAL

.....

Torres Sandoval Diana Paola

C.C1850093442

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador, aprueban en el informe del Proyecto de Investigación: **"RELACIÓN DEL ÁNGULO INCLINACIÓN DE PIE DURANTE LA CARRERA EN ÁRBITROS CON Y SIN LESIÓN DE RODILLA, TOBILLO Y PIE**", de Diana Paola Torres Sandoval, estudiante de la Carrera de Fisioterapia.

Ambato, Febrero 2025

Parar su constancia firma

……

presidente

...…… ..……..

1er Vocal 2 do Vocal

REINCISOL
ISSN 2953 - 6421

CERTIFICADO

DE PUBLICACIÓN

REVISTA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y SOCIAL "REINCISOL"

CERTIFICA:

Que las autoras: Diana Paola Torres Sandoval y María Narciza Cedeño Zamora

Presentaron ante el Comité Editorial de la Revista de Investigación Científica y Social "Reincisol" ISSN: **2953-6421** editada en la República del Ecuador y soportada en la plataforma Open Journal System, el articulo científico titulado: **Relación del ángulo inclinación de pie durante la carrera en árbitros con y sin lesión de rodilla, tobillo y pie.**

El cual cumplió con las normas editoriales de la revista y fue evaluado por pares ciegos, quienes dictaminaron la aprobación del manuscrito, para su publicación en el vol. 3, núm. 6 correspondiente a la periodicidad Julio – diciembre 2024 de frecuencia continua.

Ecuador, 23 de diciembre de 2024

LUIS EFREN RUA SANCHEZ

Mgtr. Luis Rúa Sanchez, PhD (c)
EDITOR IN CHIEF.

www.reincisol.com - WhatsApp +593961 793364 / 0978 816294 Esmeraldas- Ecuador

DEDICATORIA

Dedico el presente artículo al supremo creador Dios por haberme dado la vida y salud para llegar a este momento importante de mi formación profesional a mi familia por acompañarme y enseñarme que la paciencia y perseverancia son las puertas para llegar a obtener grandes éxitos a mis guías y sabios maestros docentes que me inculcaron los mejores conocimientos para ponerlos en práctica al servicio de la sociedad.

Diana Torres

AGRADECIMIENTO

Agradezco a quienes junto a mí han sido parte importante en mi vida estudiantil convirtiéndose en los entes motivadores para hacer de mi sueño una hermosa realidad.

A mi madre Lupe quien desde temprana edad me tomó de la mano para nunca soltarme, apoyarme y guiarme con su experiencia profesional y pidiendo a Dios que me conceda la sabiduría para llegar a este peldaño que lo cristalizo junto a ella.

A Franklin por ser un modelo de trabajo duro su apoyo incondicional y perseverancia me ha inspirado a seguir mis sueños.

A mi hermana Viviana que juntas hemos reído y llorado de felicidad al saber que jamás nos sentiremos solas porque nos tenemos la una a la otra confiando en nuestra fortaleza y sintiéndonos orgullosas por nuestros triunfos.

A mi hermano Franklin Leandro que a su temprana edad ha hecho que este trayecto sea más divertido y que cada día exista algo nuevo que aprender.

Mis abuelitos Fausto y Mariana que con su dulzura se convirtieron en mis segundos padres cubriéndome cada día con su amor y sus sabios consejos haciendo de mí una mujer con sentimientos nobles y de espíritu fuerte.

Mi tía Magaly y Belencita que me han enseñado que existe tiempo para todo si lo sabemos administrar y que la alegría de una familia es siempre hacer de los mejores momentos un hermoso recuerdo.

A mis mejores amigas Nathy y Naye que hemos formado una trilogía de cariño y amistad incondicional han sido mi apoyo fundamental en esta faceta universitaria, recordemos siempre que nuestras sonrisas nunca se pierdan de

nuestros rostros y que la vida nos siga regalando momentos compartidos para seguir guardando en nuestros corazones.

A mi tutora, la Licenciada Narciza Cedeño, por ser una mentora excepcional constante en mi último proceso brindando apoyo y orientación.

A mi Licenciada Grace Moscoso, por demostrar su profesionalismo al impartir sus conocimientos y proyectarme a culminar mi último proceso.

A la Universidad Técnica de Ambato por constituirse en mi segundo hogar, en el que he creado grandes sueños, proyectos y metas que ahora los he cumplido muy orgullosa de haber pertenecido al este templo del saber me despido agradecida porque paso a paso me he convertido en una mujer profesional.

Diana Torres

“RELACIÓN DEL ÁNGULO INCLINACIÓN DE PIE DURANTE LA CARRERA EN ÁRBITROS CON Y SIN LESIÓN DE RODILLA, TOBILLO Y PIE”

RESUMEN

Introducción: Los árbitros de fútbol enfrentan un alto riesgo de lesiones debido a la demanda física, factores como entrenamientos inadecuados, antecedentes de lesiones y alteraciones biomecánicas del ángulo de inclinación del pie (AIp) pueden aumentar este riesgo, especialmente durante fases de apoyo corto con altas cargas y cambios de dirección. Este proyecto tiene como objetivo analizar el AIp en árbitros, con y sin lesiones en rodilla, tobillo y pie, mediante un análisis cinemático e identificar anomalías en la marcha y la biomecánica. Métodos: Se utilizó un diseño transversal y observacional en 101 árbitros profesionales de fútbol, se requirió una banda sin fin electrónica, un sistema de captura de movimiento en video, análisis biomecánico con el sistema KINOVEA, un plan de calentamiento de 2 minutos y análisis estadístico con pruebas de correlación de Spearman. Resultados: El AIp es ligeramente menor en individuos lesionados, pero la variabilidad es mayor en los no lesionados. El contacto más común del pie con el suelo es el retropié, lo que puede aumentar el riesgo de lesiones. Sin embargo, no se encontró una relación fuerte y significativa entre la lesión anterior o actual y la inclinación del pie. Conclusión: El AIp y el tipo de contacto pueden ser factores de riesgo para lesiones en miembros inferiores, pero es importante considerar la necesidad de más investigaciones para confirmar estos hallazgos y optimizar las decisiones respecto a los programas de entrenamiento y rehabilitación.

PALABRAS CLAVES: ÁNGULO DE INCLINACIÓN DEL PIE; BIOMECÁNICA; RIESGO DE LESIÓN

“RELACIÓN DEL ÁNGULO INCLINACIÓN DE PIE DURANTE LA CARRERA EN ÁRBITROS CON Y SIN LESIÓN DE RODILLA, TOBILLO Y PIE”

ABSTRACT

Introduction: Soccer referees face a high risk of injury due to physical demand; factors such as inadequate training, history of injuries and biomechanical alterations of the angle of inclination of the foot (AIp) can increase this risk, especially during short stance phases with high loads and changes of direction. This project aims to analyze AIp in referees, with and without injuries to the knee, ankle and foot, through kinematic analysis and identify anomalies in gait and biomechanics. **Methods:** A cross-sectional and observational design was used in 101 professional soccer referees, an electronic treadmill, a video motion capture system, biomechanical analysis with the KINOVEA system, a 2-minute warm-up plan and statistical analysis were required. with Spearman correlation tests. **Results:** The AIp is slightly lower in injured individuals, but the variability is greater in non-injured individuals. The most common contact of the foot with the ground is the rearfoot, which can increase the risk of injury. However, no strong and significant relationship was found between previous or current injury and foot tilt. **Conclusion:** AIp and type of contact may be risk factors for lower limb injuries, but it is important to consider the need for more research to confirm these findings and optimize decisions regarding training and rehabilitation programs.

KEY WORDS: FOOT TILT ANGLE; BIOMECHANIC; RISK OF INJURY

INTRODUCCIÓN

Los árbitros de fútbol tienen un papel fundamental en la protección de los jugadores y la integridad del juego (UEFA.com, s. f.), requiriendo una condición física óptima para mantener el ritmo del compromiso y enfrentando demandas fisiológicas similares a las de los jugadores profesionales (Weston et al., 2010). En promedio los árbitros corren 10,4 km durante el juego y arbitran con un alto porcentaje medio de la frecuencia cardiaca máxima (FCmáx) (86%) (Silva et al., 2019), siendo muy propensa a traumas musculoesqueléticos (Kordi et al., 2013). Factores como: antecedentes de lesión, entrenamientos inadecuados en duración, frecuencia semanal, tipo de entrenamiento (Oliveira et al., 2016) y alteraciones biomecánicas del ángulo de inclinación del pie (AIp), pueden aumentar el riesgo de lesiones corporales, especialmente durante fases de apoyo cortas con cargas máximas elevadas y cambios de dirección concurrentes (Martin et al., 2022).

La labor de los árbitros se considera muy infravalorada a pesar de ser elementos fundamentales en el fútbol, que deben someterse a las exigencias deportivas que cada partido les plantea (G et al., 2023). Estudios muestran que el árbitro general se expone a mayores niveles de carga física y fisiológica, con actividades de alta intensidad, mayor distancia recorrida y mayor frecuencia cardíaca (Gomes et al., 2024). Por lo tanto, el conocimiento biomecánico de la inclinación del pie es un tema importante en la investigación deportiva y clínica (Nishizawa et al., 2022), porque puede influir en las fuerzas de reacción que actúan sobre el cuerpo durante el impacto (Almeida et al., 2015) y afectar el rendimiento físico y aumentar el riesgo de lesión en los deportistas, perjudicando la estabilidad y el equilibrio durante el movimiento (Ghorbani et al., 2023).

La tasa de incidencia de lesión durante los partidos es de 14,43 por cada 1000 horas de arbitraje en comparación con las sesiones de entrenamiento, 8,59 por cada 1000 horas (Mańko, 2022; Rodríguez et al., 2024), así mismo, la edad

(Oliveira et al., 2016) y el sexo (femenino) informaron una mayor carga de incidencia de lesiones en la parte inferior de la pierna y el pie (Moen et al., 2023). Esto puede ser causa de una deficiencia de adaptación (ejercicios de fuerza, pliométricos y de equilibrio) que por lo general, deben someterse tanto el árbitro profesional y/o amateur en los programas de entrenamiento y calentamiento (Szymski et al., 2022).

La distensión muscular y los esguinces, más comúnmente en la pantorrilla, el tobillo y el muslo (Mohtasham et al., 2019) son los tipos de lesión más común, pero, uno de los factores interesantes y poco evidenciados que puede provocar alteraciones biomecánicas e incidir en lesiones es el AIp, particularmente porque estima las fuerzas de reacción del suelo y la cinética articular durante la carrera (Wille et al., 2014). Además, el agotamiento y fatiga del cuerpo, malas adaptaciones físicas y antecedentes de lesiones en miembros inferiores puede provocar alteraciones de la marcha conllevando a futuras lesiones debido a los cambios en los parámetros biomecánicos (Halder et al., 2023).

El objetivo de este estudio es relacionar el AIp durante la carrera en árbitros con y sin lesiones de rodilla, tobillo y pie mediante un análisis cinemático, con la finalidad de identificar posibles anomalías en la marcha y su comportamiento biomecánico como medio para prevenir futuras lesiones. Su impacto estará relacionando con estudios futuros que propongan tratamientos para mejorar los niveles de inclinación que permitan estabilizar los cambios cinemáticos en miembros inferiores producidos durante la carrera e incluir en los modelos de aprendizaje automático como factores predecibles al riesgo de lesiones corporales en árbitros profesionales.

Factores de riesgo

El nivel de competencia, el género y el patrón de pisada, pueden se factores que afectan las variables biomecánicas relacionadas con las lesiones relacionadas con la carrera, además, usar un patrón de pisada con retropié, la aducción de la

cadera y la reducción de la eversión del tobillo/retropié parecen estar asociadas, sin embargo, aún no está claramente definido (Vannatta et al., 2020).

MÉTODOS

Diseño del estudio y características de la muestra

Se diseñó un estudio de tipo transversal observacional cuantitativo. La muestra de la investigación estuvo compuesta por 101 árbitros profesionales de fútbol (Masculino: (87) – Femenino: (14); DE: (25,8), que pertenecen a la Asociación de árbitros de las provincias de Tungurahua y Cotopaxi en Ecuador. El estudio fue aprobado por el comité de bioética de la Universidad Técnica de Ambato respetando las normativas de la Declaración de Helsinki (WMA - The World Medical Association-Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en participantes humanos, s. f.). Antes de realizar las evaluaciones correspondientes se tomaron los parámetros sociodemográficos parámetros básicos. La altura del cuerpo se midió en metros utilizando un estadiómetro de pared y la composición corporal mediante una báscula digital. La altura corporal media de los árbitros fue (1,7), peso (67,4) e IMC (23,7).

Protocolo de medición

Siguiendo los parámetros utilizados en el artículo realizado por Souza R. et al. (Souza, 2016) se evaluó la cinemática mediante el uso de una banda sin fin electrónica con superficie regular sin grados de inclinación y un sistemas de captura de movimiento en video en relación al plano sagital, que permitan identificar la dorsiflexión (**Ilustración 1**) y plantiflexión (**Ilustración 2**) del pie con duración de 1 minuto a 2 metros de distancia de la banda sin fin. Se solicitó el uso de la menor cantidad de ropa para evitar posibles desplazamientos de las pegatinas que fueron colocadas en diferentes puntos anatómicos.

Materiales

El estudio utilizó marcadores anatómicos específicos, línea de la articulación lateral de la rodilla, maléolo lateral, porciones superior e inferior del contrafuerte el talón del zapato y cabeza del quinto metatarsiano. El análisis biomecánico se llevó a cabo mediante el sistema KINOVEA, que permite identificar posibles anomalías en los rangos de movimiento. Las grabaciones de video se realizaron con un sistema de cámara dual, utilizando un iPhone 14 con una cámara principal de 12 Mpx, apertura de f/1.5, grabación de video en 4K a 30f/s, zoom digital en x2 y estabilización de video con calidad de cine en 4K. El plan de calentamiento consistió en un período de adaptación de 2 minutos en una caminadora PRO-FORM CROSSWALKFIT 415, con una velocidad máxima de 10mph y una potencia de 2hp, seguido de incrementos de velocidad cada 30 segundos de 0,5 km/h hasta alcanzar la velocidad máxima. Finalmente, se realizó un análisis estadístico utilizando el programa SPSS y pruebas estadísticas como Spearman y Pearson.



Ilustración 1 Pico Alto

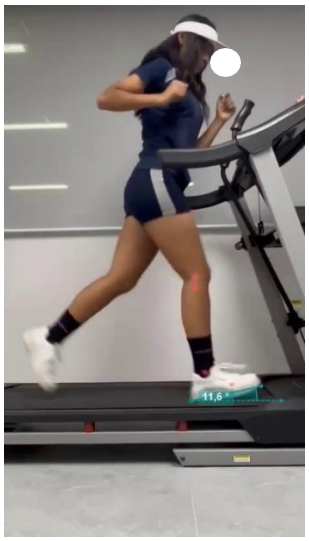

Ilustración 2 Pico Bajo

RESULTADOS

Análisis e interpretación de datos

Table 1 : Datos sociodemográficos

	GENERAL n=101	MASCULINO n=87 (86,1%)	FEMENINO n=14 (13,9%)
EDAD	25,8 ± 8,1	26,2 ± 8,5	22,9 ± 3,7
PESO (kg)	67,4 ± 5,7	68,4 ± 5,2	61,4 ± 5,02
TALLA (m)	1,7 ± 0,06	1,7 ± 0,05	1,6 ± 0,1
IMC (kg.m2)	23,7 ± 2,0	23,7 ± 2,03	24 ± 2

Abreviatura: Índice de Masa Corporal (IMC), Total (n), Metros (m), kilogramos (kg)
Fuente: Hoja digital de recolección de datos y factores asociados
Elaborado por: Torres Diana

Las características demográficas se muestran en la Tabla 1. Se realizó una evaluación y recolección de datos a 101 árbitros profesionales pertenecientes a la Asociación de árbitros de las provincias de Tungurahua y Cotopaxi en Ecuador (n=101), donde 87 fueron de sexo masculino (86,1%) y 14 de sexo femenino (13,9%). Tenían una edad promedio de 25,8 que corresponde a la población adulta y una media del IMC de 23,7 (clasificación normal).

Table 2 Participantes con antecedentes de lesión

RELACIÓN ESTADÍSTICA CON ANTECEDENTES DE LESIÓN CON EL IAp												
	SI						NO					
				INCLINACIÓN DEL PIE						INCLINACIÓN DEL PIE		
	Porcentaje de la población	MEDIA	Tipo de contacto suelo	PICO ALTO	PICO BAJO	Grados de inclinación	Porcentaje de la población	MEDIA	Tipo de contacto suelo	PICO ALTO	PICO BAJO	Grados de inclinación
Lesió en Miembros inferiores	37,6 % (n=38)	28,0 ± 30,3	Antepié= 2,6% Mediopié=26,3 % **Retropié= 63,2% (n=38)** Plano= 7,9%	44,70 %	18,40 %	19,6 ± 4,9	62,4% (n=63)	27,6 ± 29,4	Antepié= 1,6% Mediopié = 11,1% **Retropié = 66,7% (n=63)** Plano= 20,6%	42,90 %	23,80 %	18,7 ± 4,2
LESIÓN EN RODILLA	23,8 % (n=24)	30,5 ± 38,1	Antepié= 0% Mediopié= 25,0% **Retropié=**	45,80 %	20,80 %	19,1 ± 4,19	76,2% (n=77)	26,9 ± 26,7	Antepié= 2,6% Mediopié =14,3% **Retropié = 64,9% (n=77)**	42,90 %	22,10 %	19,0 ± 4,6

			66,7% (n=24) Plano= 8,3%						Plano= 18,2%			
LESIÓN EN TOBILLO	15,8 % (n=16)	23,2 ± 4,2	Antepié= 6,3% Mediopié= 43,8% **Retropié=50 %** Plano= 0%	37,50 %	12,50 %	18,6 ± 3,1	84,2% (n=85)	28,6 ± 32,2	Antepié= 1,2% Mediopié =11,8% **Retropié = 68,2% (n=85)** Plano=18 ,8%	44,70 %	23,50 %	19,1 ± 4,6
LESIÓN EN PIE	4% (n=4)	21,8 ± 7,8	Antepié=0% Mediopié= 0% **Retropié=100 % (n=4)** Plano= 0%	75%	25%	33,6 0 ± 7,3	96% (n=97)	28,0 ± 30,2	Antepié= 2,1% Mediopié = 17,5% **Retropié =63,9% (n=97)** Plano= 16,5%	42,30 %	21,60 %	18,7 ± 4,0

Fuente: Hoja digital de recolección de datos y factores asociados

Elaborado por: Torres Diana

Se encontró una mayor proporción de pico alto (44,7%) en lesiones en rodilla (45,80%) y una mayor proporción de pico bajo (18,4%) en lesiones en pie (25%). La media del IAp fue de 19,6°, con variaciones según la parte del cuerpo afectada: 18,6° (tobillo) y 33,6° (pie). El contacto del pie con el suelo fue más común en el retropié (63,2%).

RELACIÓN ESTADISTICA DE LESIONES ACTUALES CON EL AIp

	SI						NO					
				INCLINACIÓN DEL PIE*						**INCLINACIÓN DEL PIE**		
	Porcentaje de la población	**MEDIA**	**Tipo de contacto suelo**	**PICO ALTO**	**PICO BAJO**	**Grados de inclinación**	**Porcentaje de la población**	**MEDIA**	**Tipo de contacto suelo**	**PICO ALTO**	**PICO BAJO**	**Grados de inclinación**
Lesió en Miembros inferiores	8,9% (n=9)	25,9 ± 3,7	Antepié= 0% Mediopié= 33,3% **Retropié= 44,4 % (n=9)** Plano = 22,2%	22,20%	22,20%	18,2 ± 3,4	91,1% (n=92)	27,9 ± 31,0	Antepié = 2,2% Mediopié= 15,2% **Retropié= 67,4% (n=92)** Plano= 15,2%	45,70%	21,70%	19,1 ± 4,5

			= 22,2%									
LESIÓN EN RODILLA	3% (n=3)	26,1 ± 1,0	Antepié= 0% Mediopié= 66,7% **Retropié= 33,3 % (n=3)** Plano = 0%	0%	33,30%	14,8 ± 0	97% (n=98)	27,8 ± 30,1	Antepié = 2,0% Mediopié=15,3% **Retropié= 66,3% (n=98)** Plano= 16,3%	44,90%	21,40%	19,1 ± 4,4
LESIÓN EN TOBILLO	2% (n=2)	22,4 ± 7,8	Antepié= 0% Mediopié=0 % **Retropié=100% (n=2)** Plano =0%	100 %	0%	21,1 ± 1,5	98% (n=99)	27,8 ± 29,9	Antepié = 2,0% Mediopié=17,2% **Retropié= 64,6% (n=99)** Plano=16,2%	42,40%	22,20%	18,9 ± 4,5
LESIÓN EN PIE	3% (n=3)	27,1 ± 2,5	Antepié= 0% Mediopié= 33,3% **Retropié=0 %** Plano =66,7 %	0%	0%	0 ± 0	97% (n=98)	27,7 ± 30,1	Antepié = 2,0% Mediopié= 16,3% **Retropié=67,3 % (n=98)** Plano= 14,3%	44,90%	22,40%	19,0 ± 4,4

Fuente: Hoja digital de recolección de datos y factores asociados

Elaborado por: Torres Diana

El AIp es ligeramente menor en individuos lesionados (25,9°, n=9) que en no lesionados (27,9°, n=92), con una mayor variabilidad en la inclinación del pie en no lesionados (±31,0°) que en lesionados (±3,7°). Además, los individuos lesionados tienen un menor porcentaje de contacto con el retropié (44,4%) y un mayor porcentaje de combinaciones de picos altos y bajos en la inclinación del pie (22,2%), mientras que los no lesionados tienen una mayor prevalencia de picos altos (45,7%).

Table 4 *Correlación entre la inclinación del pie y lesión pasada y actual*

	LESIÓN ANTERIOR		**LESIÓN ACTUAL**	
	Grados de inclinación		Grados de inclinación	
	Valor Rs	Valor de p	Valor Rs	Valor de p
LESIÓN EN MMII	-0,76	0,538	,033	,794
RODILLA	-,018	0,884	,159	,198
TOBILLO	-,023	,856	-,118	,342
PIE	-,220	,074	-	-

Abreviatura: Coeficiente de correlación de Spearman (rs), Significancia (Valor de p)

Fuente: Hoja digital de recolección de datos y factores asociados

Elaborado por: Torres Diana

La tabla 4 de correlación, los resultados sugieren que no hay una relación fuerte y significativa entre la lesión anterior o actual y la inclinación del pie, excepto en el caso de la lesión anterior en pie, donde se observa una relación negativa moderada (Rs = -0,220) que se acerca a la significación estadística (p = 0,074),

por lo que la probabilidad de correlación observada del 7,4%. sea debida al azar. Aunque este valor es relativamente alto, no alcanza el umbral convencional de significación estadística, que es del 5% ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

Este estudio transversal observacional comparó a árbitros profesionales que presentaron una lesión anterior y actual en rodilla, tobillo y pie, teniendo como objetivo relacionar el AIp durante la carrera mediante un análisis cinemático. De los 101 participantes, el 37,6% presentaron lesiones pasadas, principalmente en la rodilla (23,8%), tobillo (15,8%) y pie (4%), además, un bajo porcentaje en lesiones actuales oscilando entre 8,9% en lesiones en miembros inferiores (rodilla: 3%; tobillo: 2%; pie: 3%)

Como resultados se encontró que el contacto del pie con el suelo más común es el retropié (63,2%) y puede provocar un aumento en la presión en esta área, aumentando el riesgo de lesiones en el pie y la rodilla. Sin embargo, (Burke et al., 2021) indica la tasa de lesiones retrospectivas en retropié es significativamente mayor pero se requiere de más investigaciones debido al bajo número de participantes y métodos de evaluación. Al igual que (Roggio et al., 2022) que menciona la predominancia de este impacto en una muestra de corredores, pero no se especula una la relación especifica entre el patrón de impacto y el inicio de la lesión. En suma, (Lopes et al., 2023) en su metaanálisis, considera que existe diferencias significativas para afirmar que un aumento de la eversión del retropié puede ser un factor que contribuye a las lesiones de las extremidades inferiores entre corredores lesionados y sanos.

Los impactos menos comunes encontrados en este estudio fueron en personas sin lesiones previas; el mediopié, representó una correlación moderada del 26,3% vs 15,2% y el antepié una correlación baja del 2,6% vs 2,2% con relación a lesión anterior y actual respectivamente; el primero es más relevante en

aquellos con lesiones en la rodilla, posiblemente debido a adaptaciones en la marcha que ayuden a distribuir la fuerza de manera diferente. Por lo tanto, un estudio realizado por (Wei et al., 2020) menciona que los corredores que aterrizan con el talón son susceptibles a lesiones en la articulación patelofemoral debido a la fuerza de impacto en el talón y el mediopié, pero los que aterrizan con la parte delantera del pie pueden experimentar cargas en las regiones mediales del antepié, lo que puede estar relacionado con fracturas por estrés de los metatarsianos y daño compensatorio del tendón de Aquiles.

Por lo tanto, estadísticamente no existe una relación fuerte y significativa entre la lesión anterior o actual y la inclinación del pie. (Manoel et al., 2020) sugiere que el riesgo de lesiones depende de un análisis multifactorial de parámetros físicos y no de parámetros aislados, como la fuerza o el rango de movimiento. Estos datos pueden interpretarse como un principal factor de riesgo de lesiones, pero es importante tener en cuenta que estos resultados deben ser interpretados con precaución y considerar la necesidad de más investigaciones para confirmar estas observaciones.

Limitaciones

Este estudio presenta varias limitaciones. Al ser un estudio transversal, solo se evaluaron los datos en un momento específico, sin considerar la variabilidad de datos a largo plazo. Además, se centró en árbitros de fútbol, lo que puede limitar la generalización de los resultados a otras poblaciones. La muestra es predominantemente masculina (86,1%) y tiene una edad promedio de 25,8 años, lo que puede limitar la generalización de resultados con relación a componentes anatómicos. Finalmente, las limitaciones tecnológicas de los sensores podrían mejorar la precisión de las medidas evaluadas. Se necesita más investigación para confirmar estos hallazgos.

CONCLUSIÓN

En conclusión, el AIp y el tipo de contacto (retropié) pueden se factores de riesgo

para lesiones en miembros inferiores, pero no hay una relación fuerte y significativa entre la lesión anterior o actual y la inclinación del pie. El pico alto y bajo pueden tener diferentes interpretaciones dependiendo de la actividad que se esté realizando debido a la tensión musculo tendinosa y la estabilidad ligamentaria de la rodilla y pie durante el movimiento.

A partir de esta base, es posible optimizar las decisiones respecto a los programas de entrenamiento y rehabilitación, así como el uso de dispositivos basados en sensores, con el fin de monitorear la precisión biomecánica de cada corredor. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos son solo posibles explicaciones y que se necesitan más estudios para confirmar estos hallazgos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida, M. O., Davis, I. S., & Lopes, A. D. (2015). Biomechanical Differences of Foot-Strike Patterns During Running: A Systematic Review With Meta-analysis. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 45(10), 738-755. https://doi.org/10.2519/jospt.2015.6019

2. Burke, A., Dillon, S., O'Connor, S., Whyte, E. F., Gore, S., & Moran, K. A. (2021). Risk Factors for Injuries in Runners: A Systematic Review of Foot Strike Technique and Its Classification at Impact. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 9(9), 23259671211020283. https://doi.org/10.1177/23259671211020283

3. G, M.-T., Ml, M.-S., J, G.-U., Jl, F., V, M.-P., V, P.-H., L, G., & J, S.-S. (2023). Physical demands on professional Spanish football referees during matches. Science & medicine in football, 7(2). https://doi.org/10.1080/24733938.2022.2064539

4. Ghorbani, M., Yaali, R., Sadeghi, H., & Luczak, T. (2023). The effect of foot posture on static balance, ankle and knee proprioception in 18-to-25-year-old female student: A cross-sectional study. BMC Musculoskeletal Disorders, 24(1), 547. https://doi.org/10.1186/s12891-023-06678-2

5. Gomes, R., Mendes, R., Ferreira, A., Mendes, R., Dias, G., & Martins, F. (2024). Physical and Physiological Demands of Amateur Portuguese Field and Assistant Football Referees. Sports (Basel, Switzerland), 12(5), 133. https://doi.org/10.3390/sports12050133

6. Halder, A., Nordin, A., Miller, M., & Gao, C. (2023). Gait Biomechanics While Walking Down an Incline After Exhaustion. Fire Technology, 59(4), 1833-1863. https://doi.org/10.1007/s10694-023-01402-x

7. Kordi, R., Chitsaz, A., Rostami, M., Mostafavi, R., & Ghadimi, M. (2013). Incidence, nature, and pattern of injuries to referees in a premier football (soccer) league: A prospective study. Sports Health, 5(5), 438-441. https://doi.org/10.1177/1941738113481428

8. Lopes, A. D., Mascarinas, A., & Hespanhol, L. (2023). Are alterations in running biomechanics associated with running injuries? A systematic review with meta-analysis. Brazilian Journal of Physical Therapy, 27(4), 100538. https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2023.100538

9. Mańko, A. (2022). Analysis of football referees injuries -literature review. Journal of Education, Health and Sport, 12. https://doi.org/10.12775/JEHS.2022.12.06.015

10. Manoel, L. S., Xixirry, M. G., Soeira, T. P., Saad, M. C., & Riberto, M. (2020). Identification of Ankle Injury Risk Factors in Professional Soccer Players Through a Preseason Functional Assessment. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 8(6), 2325967120928434. https://doi.org/10.1177/2325967120928434

11. Martin, J. A., Stiffler-Joachim, M. R., Wille, C. M., & Heiderscheit, B. C. (2022). A hierarchical clustering approach for examining potential risk factors for bone stress injury in runners. Journal of Biomechanics, 141, 111136. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2022.111136

12. Moen, C., Andersen, T. E., Clarsen, B., Madsen-Kaarød, G., & Dalen-Lorentsen, T. (2023). Prevalence and burden of health problems in top-level football referees. Science and Medicine in Football, 7(2), 131-138. https://doi.org/10.1080/24733938.2022.2055782

13. Mohtasham, H., Salehi, S., & Moradi Shahpar, F. (2019). The Prevalence of Sports Injury Football Referees and Assistant Referees.

14. Nishizawa, K., Hashimoto, T., Hakukawa, S., Nagura, T., Otani, T., & Harato, K. (2022). Effects of foot progression angle on kinematics and kinetics of a cutting movement. Journal of Experimental Orthopaedics, 9, 11. https://doi.org/10.1186/s40634-022-00447-1

15. Oliveira, M. C., Reis, L. N., & Silva, A. (2016). Injury incidence in Brazilian football referees. Archivos de Medicina del Deporte, 33, 108-112.

16. Rodríguez, S., Rodríguez-Jaime, M. F., Suarez-Cuervo, A. N., & León-Prieto, C. (2024). Incidence of injuries per 1000 hours of refereeing or training in soccer referees: A mini-review. Apunts Sports Medicine, 59(224). https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2024.100455

17. Roggio, F., Trovato, B., Zanghì, M., Petrigna, L., Testa, G., Pavone, V., & Musumeci, G. (2022). Running Footwear and Impact Peak Differences in Recreational Runners. Biology, 11(6), 818. https://doi.org/10.3390/biology11060818

18. Silva, L. de L. e, Godoy, E. S., Neves, E. B., Vale, R. G. de S., López, J. A. H., & Nunes, R. de A. M. (2019). Frecuencia cardíaca y la distancia recorrida por los árbitros de fútbol durante los partidos: Una revisión sistemática. Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte, 36(189), 36-42.

19. Souza, R. B. (2016). An Evidence-Based Videotaped Running Biomechanics Analysis. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America, 27(1), 217-236. https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.08.006

20. Szymski, D., Opitz, S., Pfeifer, C., Rupp, M., Angele, P., Alt, V., Krutsch, W., & Krutsch, V. (2022). High injury rates and weak injury prevention strategies in football referees at all levels of play. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 32(2), 391-401. https://doi.org/10.1111/sms.14083

21. UEFA.com. (s. f.). Referees. UEFA.com. Recuperado 29 de septiembre de 2024, de https://www.uefa.com/development/referees/

22. Vannatta, C. N., Heinert, B. L., & Kernozek, T. W. (2020). Biomechanical risk factors for running-related injury differ by sample population: A systematic review and meta-analysis. Clinical Biomechanics, 75, 104991. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.104991

23. Wei, Z., Li, J. X., Fu, W., & Wang, L. (2020). Plantar load characteristics among runners with different strike patterns during preferred speed. Journal of Exercise Science and Fitness, 18(2), 89-93. https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.01.003

24. Weston, M., Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., & Breivik, S. (2010). Ageing and physical match performance in English Premier League soccer referees. Journal of Science and Medicine in Sport, 13(1), 96-100. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.07.009

25. Wille, C. M., Lenhart, R. L., Wang, S., Thelen, D. G., & Heiderscheit, B. C. (2014). Ability of sagittal kinematic variables to estimate ground reaction forces and joint kinetics in running. The Journal of Orthopaedic and Sports

Physical Therapy, 44(10), 825-830. https://doi.org/10.2519/jospt.2014.5367

26. WMA - The World Medical Association-Declaración de Helsinki de la AMM – Principios éticos para las investigaciones médicas en participantes humanos. (s. f.). Recuperado 13 de noviembre de 2024, de https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/